



ISSN 2078-7138

Агропанорама

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 6
декабрь
2014

В номере:

Закономерности накопления повторных осадок почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники

Проблема кинематического несоответствия в приводе ходовой системы пахотно-пропашного трактора

К обоснованию силового воздействия капли пестицида на обрабатываемую поверхность

К вопросу о целесообразности производства пищевых органических продуктов

Тенденции мирового рынка сахара и оценка перспектив развития белорусской сахарной отрасли



С НОВЫМ, 2015 ГОДОМ!

Уважаемые коллеги, друзья!



Приближается Новый год! По сложившейся традиции в это время мы подводим итоги прошедшего года и строим планы на будущее. С уверенностью можно сказать, что уходящий год был для коллектива нашего университета успешным и насыщенным знаменательными событиями, важнейшее из которых – 60-летие со дня основания Белорусского государственного аграрного технического университета.

В течение года мы плодотворно работали над реализацией принятых программ развития университета, направленных на повышение качества оказываемых вузом образовательных и научных услуг, практической подготовки инженерно-технических специалистов для АПК, укрепление материально-технической базы университета.

Уходящий год был отмечен и новыми научными достижениями. Учеными, аспирантами и студентами университета внедрено в производство и учебный процесс более 150 новых научных разработок, получено 60 патентов Республики

Беларусь на изобретения, издано 10 монографий, защищено 5 кандидатских диссертаций. Исследования проводились по приоритетным направлениям науки в рамках 10 государственных и региональных научно-технических программ, заданий Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, инновационного фонда Белгоспищепрома, а также прямым договорам с предприятиями и организациями республики.

В институте повышения квалификации и переподготовки кадров АПК повысили свою квалификацию и прошли переподготовку более 3 тысяч руководящих работников и специалистов.

Успешно развивалось и международное сотрудничество. В 2014 году наш университет плодотворно сотрудничал в научно-образовательной деятельности более чем с 60 ведущими университетами и научными организациями стран СНГ, Европы и Азии. В этом году университет стал членом ассоциации ведущих аграрных вузов стран СНГ.

Значительных успехов в прошедшем году достигли и наши студенты, ими получены многочисленные дипломы и награды на международных научных конференциях, республиканских олимпиадах и конкурсах студенческих научных работ. Лучшие студенты удостоены стипендий Президента Республики Беларусь, имени Франциска Скорины, Минского обкома профсоюза работников АПК, Республиканского комитета Белорусского профсоюза работников АПК, награждены премией Мингорисполкома и Специального фонда Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов.

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

От всей души поздравляю ученых, преподавателей, студентов, аспирантов и всех работников университета с Новым, 2015 годом и Рождеством!

Желаю всем в Новом году новых творческих достижений, успехов в учебе и труде, осуществления всех намеченных планов.

Дорогие друзья! Счастья, крепкого здоровья, благополучия и праздничного настроения Вам и Вашим близким!

*Ректор БГАТУ,
доктор технических наук,
профессор
И.Н. Шило*

АГРОПАНОРАМА 6 (106) декабрь 2014

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, д.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, 2014.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 18.12.2014 г. Зак. № 967 от 16.12.2014 г.

Дата выхода в свет 30.12.2014 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз.

Статьи рецензируются.

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

ЛП № 02330/0552743 от 2.02.2010 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

Стоимость подписки на журнал на 1-ое п/г 2015 г.:

для индивидуальных подписчиков - 111000 руб.;

ведомственная - 150996 руб.;

Цена журнала в коске БГАТУ - 31000 руб.

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

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

Сельскохозяйственное машиностроение.

Металлообработка

- И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей**
Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники.....2
- Д.А. Жданко, В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, А.А. Зенько**
Стабилизация частоты вращения вала отбора мощности трактора.....7
- В.М. Кюрчев**
Проблема кинематического несоответствия в приводе ходовой системы пахотно-пропашного трактора.....11
- И.С. Крук**
К обоснованию силового воздействия капли пестицида на обрабатываемую поверхность.....13
- А.В. Захаров, А.В. Ващула, И.О. Захарова**
Подбор комплектации трактора и плуга для симметричного их расположения в агрегате.....17
- Н. Л. Ракова, Т. В. Бойко, И. А. Тарасевич, А. С. Воробей**
Снижение величины движущего момента в приводах возвратно-поступательного движения рабочих органов уборочных машин.....21

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

- А.В. Мучинский, В.А. Люндышев**
Технологический расчет внутрихозяйственной специализации молочного скотоводства на примере ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района.....26

Технологии переработки продукции АПК

- М.А. Прищепов, Е.С. Пашкова, В.В. Маркевич, Л.А. Расолько**
К вопросу о целесообразности производства пищевых органических продуктов.....31

Технический сервис в АПК. Экономика

- Н.М. Маркусенко**
Тенденции мирового рынка сахара и оценка перспектив развития белорусской сахарной отрасли.....36
- Л.В. Корбут**
Современные и перспективные возможности использования рекреационных ресурсов в контексте диверсификации сельской экономики.....40

Перечень статей, опубликованных в журнале в 2014 году

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ПОВТОРНЫХ ОСАДК ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент, А.Н. Орда, докт. техн. наук, профессор, В.А. Шкляревич, ст. преподаватель (БГАТУ); А.С. Воробей, канд. техн. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье на основании связи между энтропией процесса и вероятностью данного состояния получены зависимости, которые позволяют определить деформацию почвы с разными физико-механическими свойствами при различных режимах нагружения и параметрах ходовых систем машинно-тракторных агрегатов.

In the article on the basis of the relationship between entropy process and probability of the state dependencies which allow determining the deformation of soils with different physical and mechanical properties under various loading conditions and parameters of running systems of tractor units are obtained..

Введение

Ухудшение свойств почвы вследствие многократного воздействия ходовых систем машинно-тракторных агрегатов (МТА) ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Так, урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10-15 %, а корнеклубнеплодов – на 20-30 %. Суммарная площадь следов движителей МТА почти в 2 раза превышает площадь обрабатываемой поверхности; 10-12 % площади поля подвергается воздействию ходовых систем от 6 до 20 раз, 65-80 % – от 1 до 6 раз и только 10-15 % свободны от такого воздействия [1].

Повышение плотности почвы, вызванное воздействием движителей тракторов и сельскохозяйственных машин, привело к увеличению твердости почвы в 2-3 раза. Между твердостью, плотностью и удельным сопротивлением почвы при вспашке существует тесная корреляционная связь. Удельное сопротивление при обработке пахотного слоя после прохода тракторов повышается на 15-65 %, а транспортных средств и комбайнов – на 60-90 % [1].

Происходящий в результате воздействия ходовых систем МТА на почву процесс «деформирование – уплотнение – разуплотнение – накопление уплотнения почвы» зависит как от режимов эксплуатации техники, так и от изменяющихся свойств почвы в зависимости от ее типа, агрофона и периодов года. Для прогнозирования показателей воздействия на почву ходовых систем, учитывающих тип и состояние почвенного агрофона, и определения перспективных путей улучшения их конструкций с повышенными агроэкологическими свойствами необходимы обоснование и закономерности накопления повторных осадок почвы при воздействии ходовых систем.

Основная часть

На процесс слеодообразования многоосными ходовыми системами влияют как реологические факторы (время запаздывания деформации, период релаксации), так и неизучаемые в реологии явления, связанные с переукладкой частиц почвы при повторных нагружениях. Определим закономерность нарастания осадки деформатора при повторных нагружениях почвы. В данном случае можно применить зависимость Больцмана, успешно применявшуюся при исследовании деформации почв и грунтов Г.И. Покровским, Н.А. Наседкиным и Ю.Л. Мотылевым [1].

Согласно зависимости Больцмана, энтропия процесса S пропорциональна логарифму вероятности данного состояния W (статистическая интерпретация второго начала термодинамики). При повторных деформациях вероятность W данного состояния увеличивается с ростом числа нагружений n . Тогда зависимость Больцмана примет вид:

$$S = c_1 \cdot \ln W + c_2, \quad (1)$$

где c_1 и c_2 – постоянные величины.

С другой стороны, энтропия процесса деформации почвы пропорциональна совершаемой при этом работе A_n [2]:

$$S = c \cdot A_n,$$

где c – коэффициент пропорциональности.

Работа деформации почвы состоит из работы упругой деформации и работы необратимой деформации. Работа внешних сил, затраченная на упругую деформацию почвы, накапливается в ней за счет преобразования кинетической энергии в потенциальную. Эта энергия возвращается при восстановлении упругой деформации.

Энергия, затрачиваемая на необратимую деформацию почвы, не накапливается в ней, а полностью рассеивается, превращаясь во внутреннюю энергию хаотического (теплового) движения частиц. Внутренняя энергия почвы E может быть представлена в следующем виде [2]:

$$E = F + \Theta \cdot S,$$

где F – свободная энергия, Дж;

Θ – абсолютная температура, К;

S – энтропия, Дж/К.

Свободная энергия F может быть превращена во внешнюю работу при обратимом изотермическом процессе. Связанная энергия $S \cdot T$ может быть получена лишь в виде тепла. Энтропия системы является мерой связанной энергии и возрастает только в результате необратимых процессов.

Для определения удельной работы A_n , найдем значение определенного интеграла:

$$A_n = \int_0^{h_n} \sigma(h) dh, \quad (2)$$

где h_n – деформация почвы после n нагружений, м;

$\sigma(h)$ – функциональная зависимость между напряжением σ и деформацией почвы h .

Эксперименты [1] показали, что зависимость $\sigma(h)$ при повторных нагружениях непрерывной является только для упрочняющихся почв. Характер деформации таких почв во времени показан на рис. 1 а.

Особенностью упрочняющихся почв является то, что деформация их при каждом последующем нагружении сопровождается повышением напряжения в зоне контакта по сравнению с предыдущим. Это объясняется увеличением интенсивности нагружения при повторных деформациях, в частности из-за уменьшения площади контакта колес с почвой при повторных проходах по следу. На рис. 1 а показан график зависимости напряжения от деформации при повторных

нагружениях связанных упрочняющихся почв с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами, а на рис. 1 б – рыхлых почв с плотным подстилаемым основанием.

Для связанных почв с одинаковыми по глубине свойствами зависимость $\sigma(h)$ подчиняется функции гиперболического тангенса [3]:

$$\sigma = p_0 \cdot th \left(\frac{k}{p_0} \cdot h \right), \quad (3)$$

где p_0 – предел несущей способности почвы, Па;

k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³.

Подставив зависимость (3) в подинтегральное выражение (2) и решив его, получим:

$$A_n = \frac{p_0^2}{k} \cdot \ln ch \left(\frac{k}{p_0} h \right).$$

Тогда энтропия процесса деформации почвы выразится уравнением:

$$S = c \cdot \frac{p_0^2}{k} \ln ch \left(\frac{k}{p_0} h \right). \quad (4)$$

Приравняем правые части формул (1) и (4)

$$c_1 \cdot \ln n + c_2 = c \cdot \frac{p_0^2}{k} \cdot \ln ch \left(\frac{k}{p_0} h \right),$$

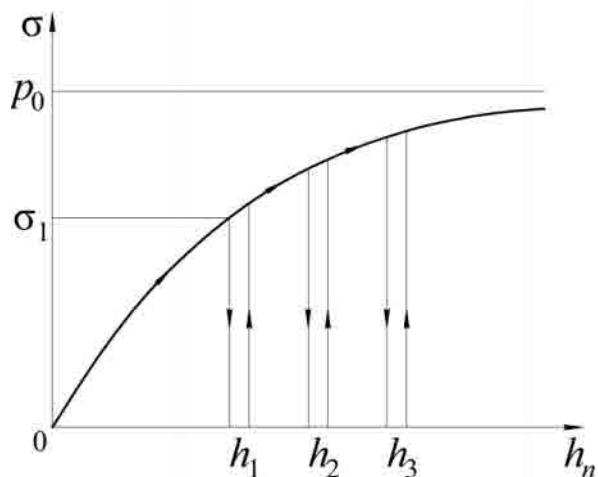
где n – число нагружений (количество осей ходовых систем)

и преобразуем выражение к виду

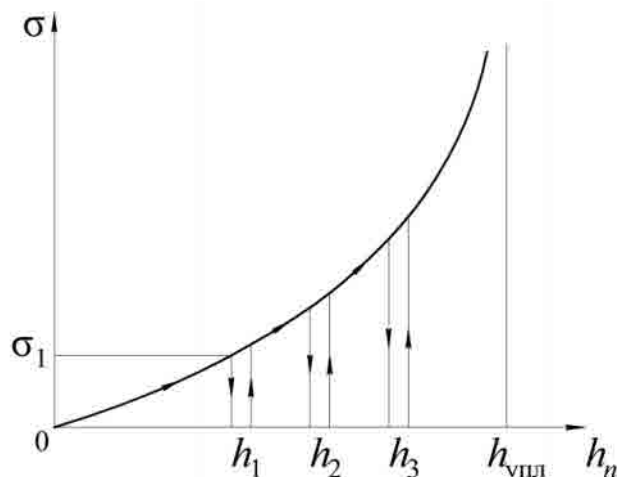
$$c_1 \cdot \ln n + \ln c_3 = c \cdot \frac{p_0^2}{k} \cdot \ln ch \left(\frac{k}{p_0} h \right),$$

где $\ln c_3 = c_2$.

Потенцируем правую и левую части последнего уравнения и приравняем выражения, стоящие под знаками логарифмов:



а



б

Рисунок 1. Закономерности накопления повторных осадков для упрочняющихся почв:

а) связанные почвы; б) почвы, подготовленные под посев

$$c_3 \cdot n^{c_1} = \left(ch \left(\frac{k}{p_0} h \right) \right)^{c \cdot p_0^2 / k}.$$

Откуда

$$ch \left(\frac{k}{p_0} h \right) = c_3^{k/(c \cdot p_0^2)} \cdot n^{(c_1/c) \cdot (k/p_0^2)}. \quad (5)$$

Обозначив

$$c_3^{k/(c \cdot p_0^2)} = a'; \quad \frac{c_1}{c} = b'; \quad b' \cdot \frac{k}{p_0^2} = B,$$

уравнение (5) запишем в виде:

$$ch \left(\frac{k}{p_0} h \right) = a' \cdot n^B,$$

Откуда

$$h = \frac{p_0}{k} \cdot Arch(a' \cdot n^B). \quad (6)$$

Коэффициент a' найдем из условия, что величина деформации при первом нагружении определится из зависимости (3):

$$h_1 = \frac{p_0}{k} \cdot Arth \left(\frac{\sigma_1}{p_0} \right), \quad (7)$$

где σ_1 – напряжение в контакте деформатора с почвой при первом нагружении.

При первом нагружении ($n = 1$) формула (6) примет вид:

$$h_1 = \frac{p_0}{k} \cdot Arch(a'). \quad (8)$$

Приравняв правые части формул (7) и (8), найдем:

$$Arch(a') = Arth \left(\frac{\sigma_1}{p_0} \right). \quad (9)$$

Из преобразований обратных гиперболических функций известно, что

$$Arch(a') = Arth \left(\frac{\sqrt{a'^2 - 1}}{a'} \right). \quad (10)$$

Из зависимостей (9) и (10) находим:

$$\frac{\sqrt{a'^2 - 1}}{a'} = \frac{\sigma_1}{p_0}.$$

Отсюда

$$a' = \frac{1}{\sqrt{1 - \sigma_1^2 / p_0^2}}.$$

Подставив значение a' в формулу (6), найдем зависимость накопления повторных осадков для связанных почв с одинаковыми по глубине свойствами:

$$h_n = \frac{p_0}{k} \cdot Arch \left(\frac{n^B}{\sqrt{1 - \sigma^2 / p^2}} \right), \quad (11)$$

где B – коэффициент накопления повторных осадков связанных почв.

Применим зависимость Больцмана для определения закономерности нарастания деформации от повторных нагружений для рыхлых почв, подстилаемых плотным основанием (рис. 1 б). Для таких почв зависимость между напряжением и деформацией определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{a}{b} \cdot tg(a \cdot b \cdot h), \quad (12)$$

где $a = \sqrt{k_0}$;

$$b = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{h_{упл} \sqrt{k_0}};$$

$$h_{упл} = H \cdot \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{\min}}{(1 + \varepsilon_0)[1 - 2 \cdot \nu(1 + \varepsilon_{\min})]};$$

k_0 – коэффициент объемного смятия почвы в начале деформации, Па/м;

$h_{упл}$ – предельная величина деформации, м;

ε_0 – коэффициент пористости почвы до нагружения;

$\varepsilon_{\min}$ – минимально возможный коэффициент пористости почвы;

V – коэффициент бокового расширения почвы для случая деформирования с ограниченной возможностью расширения.

Значение удельной работы, определяемой по зависимости (2) с учетом формулы (12), будет равно

$$A_n = -\frac{1}{b^2} \ln |\cos(a \cdot b \cdot h)|.$$

Так как энтропия процесса деформации почвы пропорциональна совершаемой работе, то с учетом зависимости (1) получим

$$c_1 \cdot \ln n + c_2 = -\frac{c}{b^2} \ln |\cos(a \cdot b \cdot h_n)|$$

После преобразований получим

$$\cos(a \cdot b \cdot h_n) = c_4^{b^2/c} \cdot n^{-c_1 \cdot b^2/c}.$$

Введем обозначения:

$$c_4^{-b^2/c} = d; \quad \frac{c_1 \cdot b^2}{c} = B_1.$$

Тогда

$$a \cdot b \cdot h_n = Arc \cos(d \cdot n^{-B_1}).$$

Отсюда деформация почвы после n нагружений

$$h_n = \frac{1}{a \cdot b} Arc \cos(d \cdot n^{-B_1}), \quad (13)$$

где B_1 – коэффициент накопления повторных осадок для почв с плотным подстилаемым основанием.

Значение коэффициента d найдем из условия, что величина деформации при первом нагружении определяется из зависимости (12).

Зависимость (13) при первом нагружении принимает вид:

$$h_1 = \frac{1}{a \cdot b} \text{Arc cos } d. \quad (14)$$

Приравняв правые части зависимостей (12) и (14), получим

$$\text{Arc cos } d = \text{Arctg } \frac{b}{a} \sigma. \quad (15)$$

Из преобразований обратных тригонометрических функций известно, что

$$\text{Arc cos } d = \text{Arctg } \frac{\sqrt{1-d^2}}{d}. \quad (16)$$

Из зависимостей (15) и (16) находим, что

$$d = \frac{1}{\sqrt{1 + (b^2 / a^2) \cdot \sigma^2}}.$$

С учетом найденного значения коэффициента d зависимость (13) накопления повторных осадок упрочняющихся почв с плотным подстилаемым основанием примет вид:

$$h_n = \frac{1}{a \cdot b} \text{Arc cos} \left(\frac{n^{-B_1}}{\sqrt{1 + (b^2 / a^2) \cdot \sigma^2}} \right). \quad (17)$$

Найдем зависимость между сопротивлением и осадкой слабо упрочняющихся почв. Характер процесса деформации слабо упрочняющихся почв показан на рис. 2. К таким почвам относятся суглинистые и глинистые почвы высокой влажности.

При повторных нагружениях слабо упрочняющихся почв с одинаковой по глубине плотностью рост напряжения от цикла к циклу незначительный, а нарастание осадки штампа весьма ощутимо (рис. 2). Нарастание осадки деформатора на таких почвах при повторных нагружениях подчиняется зависимости [4]:

$$h_n = h_1 \cdot (1 + k_u \cdot \lg n), \quad (18)$$

где k_u – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации.

Подставив вместо h_1 значение этой величины [1], получим следующую зависимость:

$$h_n = \frac{p_0}{k} (1 + k_u \cdot \lg n) \cdot \text{Arth} \left(\frac{\sigma}{p_0} \right). \quad (19)$$

Зависимость между напряжением и повторными деформациями описывается кусочно-непрерывной функцией. Функция $\sigma = f(h)$ при каждом повторном нагружении подчиняется зависимости гиперболического тангенса. Рассмотрим, чему равны при этом константы p_0 и k . Сопротивление почвы при повторных нагружениях может уменьшаться, или увеличиваться по сравнению с первым приложением нагрузки в зависимости от физико-механических свойств почвы и величины давления на нее. В соответствии с этим будут изменяться коэффициенты p_0 и k . Снижение сопротивления происходит в том случае, если при первом нагружении структура почвы разрушается (особенно, когда верхние слои почвогрунта прочнее нижележащих). Несущая способность и коэффициент объемного смятия при этом уменьшаются. Увеличение сопротивления характерно для почв, способных к уплотнению и упрочнению структуры (почвы низкой влажности). Повторное деформирование в данном случае связано с преодолением сил трения покоя, которые превосходят по величине силы трения скольжения.

У влажных почв, однородных по глубине, силы

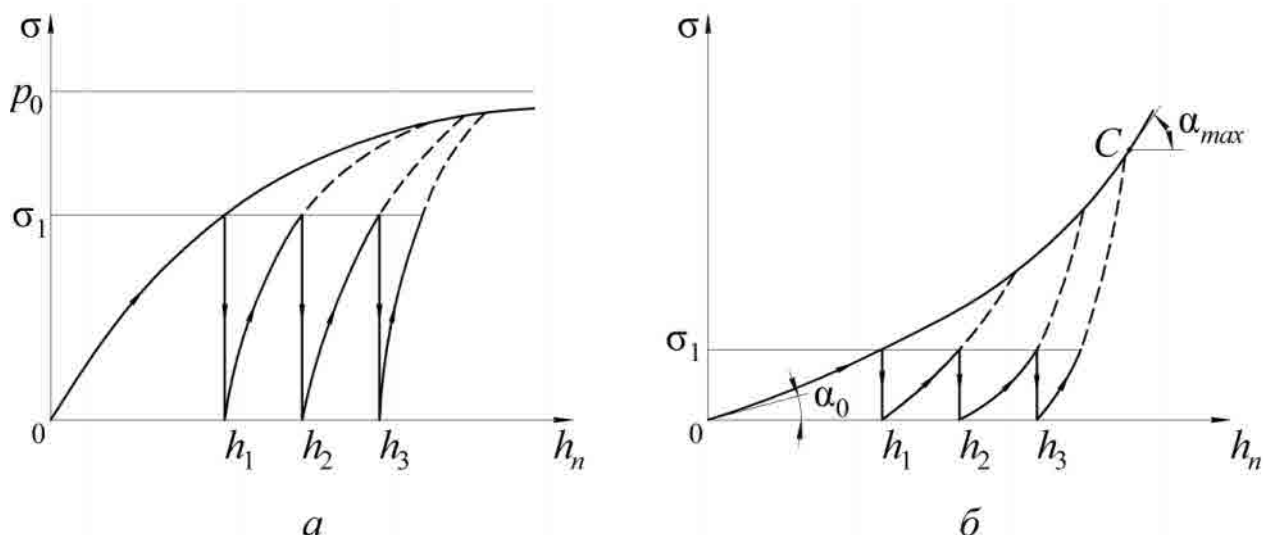


Рисунок 2. Закономерности накопления повторных осадок для слабо упрочняющихся почв: а) связные почвы; б) почвы, подготовленные под посев

трения покоя в меньшей степени отличаются от сил трения скольжения, чем у сухих почв. Поэтому при повторных нагружениях, когда необходимо преодолеть силы трения покоя, сопротивление почвы увеличивается менее заметно, чем в предыдущем случае. К тому же здесь почти не происходит образования уплотненного ядра под деформатором, так как деформация влажных почв характеризуется в основном сдвигом частиц. Сопротивление повторным деформациям влажных почв возрастает лишь в начале процесса каждого последующего нагружения. Когда давление будет приближаться к величине несущей способности, различие между сопротивлениями почвы при первом приложении нагрузки и последующих нагружениях исчезнет. Поэтому можно принять, что несущая способность слабо упрочняющихся почв не зависит от количества нагружений.

Увеличение сопротивления в начальный период каждого повторного нагружения будем учитывать изменением коэффициента объемного смятия, который зависит от характера протекания процесса деформации в начальный период. Назовем его условным коэффициентом объемного смятия при n -ом нагружении – k_{ynl} . Тогда зависимость между напряжением и деформацией при n -м нагружении запишется следующим образом:

$$\sigma_n = p_0 \cdot th \left(\frac{k_{ynl}}{p_0} \Delta h_n \right),$$

где Δh_n – приращение осадки при n -м цикле, м.

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

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

Приращение осадки при n -ом приложении нагрузки найдем из уравнения (19):

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

Подставив это выражение в предыдущее, найдем:

$$k_{ynl} = \frac{k}{k_u \cdot \lg(n/(n-1))}. \quad (20)$$

Зависимость между напряжением и деформацией при n -ом нагружении примет вид:

$$\sigma_n = p_0 \cdot th \left(\frac{k}{p_0} \cdot \frac{1}{k_u \lg(n/(n-1))} \cdot \Delta h_n \right). \quad (21)$$

Рассмотрим, как происходит процесс накопления повторных осадок для почвы, подготовленной под посев, подстилаемой плотным основанием высокой влажности (рис. 2 б). В данном случае нельзя пренебречь осадкой подстилаемого основания. Величина

осадки почвы после n нагружений определится из зависимостей (17) и (18):

$$h_n = \frac{1}{a \cdot b_1} (1 + k_u \cdot \lg n) \cdot \operatorname{Artg} \left(\frac{b_1}{a} \cdot \sigma \right). \quad (22)$$

В начале процесса деформирования характер зависимости $\sigma = f(h)$ практически не отличается от случая, когда почва подстилается недеформируемым основанием. Следовательно, коэффициент a определяется согласно зависимости (12). Коэффициент b найдем из условия, что производная σ по h в точке C (рис. 2 б) равна максимальному коэффициенту объемного смятия – k_{max} :

$$\sigma' = a^2 \cdot \frac{1}{\cos^2(a \cdot b \cdot h_{ynl})} = k_{max}.$$

После преобразований с учетом значения коэффициента a получим:

$$b_1 = \frac{1}{\sqrt{k_0} \cdot h_{ynl}} \cdot \operatorname{Arc} \cos \sqrt{\frac{k_0}{k_{max}}}. \quad (23)$$

Таким образом, по зависимости (22) можно рассчитать глубину осадки деформатора для случая, приведенного на рис. 2 б.

Выводы

На процесс слеодообразования многоосными ходовыми системами МТА влияют не только реологические факторы (период релаксации, время запаздывания деформации), но и не изучаемые в реологии явления, связанные с переукладкой частиц почвы при повторных нагружениях.

Для определения закономерностей накопления повторных осадок применена зависимость Больцмана, связывающая энтропию процесса и вероятность данного состояния (статистическая интерпретация второго начала термодинамики). Полученные зависимости (11), (17), (19) и (22) позволяют определить деформацию почвы в зависимости от различных режимов работы и параметров ходовых систем МТА, а также физико-механических свойств почвы.

Предложенные зависимости между сопротивлением почвы и ее осадкой при непрерывном и чередующихся режимах нагружения в последующем могут найти применение при оценке уплотнения почвы и определении энергетической эффективности ходовых систем машинно-тракторных агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

- Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05. 20. 03 / А. Н. Орда. – Минск, 1997. – 269 с.
- Вядов, С. С. Реологические основы механики грунтов / С.С. Вядов. – Минск: Высшая школа, 1978. – 448 с.

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

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

УДК 629.336.063

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 29.10.2014

СТАБИЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ОТБОРА МОЩНОСТИ ТРАКТОРА

Д.А. Жданко, канд. техн. наук, доцент, В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук, доцент, А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент, А.А. Зенько, студент (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы стабилизации частоты вращения вала отбора мощности (ВОМ) трактора с целью повышения экономичности и качества выполняемых сельскохозяйственных работ.

The problems of stabilization of the drive shaft of the tractor to improve the efficiency and quality of performance of agricultural work are analyzed.

Введение

Двигатель является источником энергии и движущей силы трактора. От динамических и экономических его свойств в значительной степени зависят эксплуатационные качества трактора и машинно-тракторного агрегата (МТА). Основными эксплуатационными показателями работы тракторного двигателя являются [1]: эффективная мощность, эффективный крутящий момент, часовой и удельный расход топлива, частота вращения коленчатого вала.

При работе двигателя на максимальном скоростном режиме развиваемая им мощность при выполнении многих сельскохозяйственных операций используется не полностью. Для более экономичной работы МТА в этом случае переходят на частичный режим. При этом мощность двигателя может не превышать требуемого значения для выполнения технологического процесса, но при этом снижается частота вращения коленчатого вала двигателя. Снижение ее практически не сказывается на качестве выполнения операций, выполняемых тяговыми машинами с пассивными рабочими органами.

Однако таких машин становится все меньше, даже на почвообработке, где традиционно использовались машины с пассивными рабочими органами, сегодня используются машины с приводом от ВОМ трактора.

Машины с активным приводом рассчитаны на определенную частоту вращения ВОМ, при которой обеспечивается необходимое качество выполняемого технологического процесса. Особенно это важно для обеспечения требуемого качества уборочных, посевных работ. Так изменение частоты вращения ВОМ при уборке силосных культур, заготовке сенажа приводит к изменению длины резки и даже к забиванию

силосопроводов кормоуборочных комбайнов.

Работа же двигателя на максимальной частоте вращения экономически нецелесообразна, так как будет иметь место повышенный расход топлива.

Применение синхронного привода ВОМ не решает обозначенную проблему, так как этот привод синхронизирует частоту вращения ВОМ и скорость движения МТА.

В связи с этим для обеспечения требуемого качества выполнения работ МТА с машинами с активным приводом требуется изыскание возможности стабилизации вращения ВОМ вне зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Основная часть

Запишем уравнение характера изменения тяговой мощности трактора [2]

$$\Delta N_T = (1 - \kappa_M \kappa_O) N_{e_n} \eta_{M2}, \quad (1)$$

где κ_M – коэффициент приспособляемости дизельного двигателя по моменту;

κ_O – коэффициент приспособляемости дизельного двигателя по частоте вращения;

N_{e_n} – номинальная мощность двигателя, Вт;

η_{M2} – механический КПД трансмиссии.

У тракторных дизелей коэффициент приспособляемости по моменту $\kappa_M = 1,05 \div 1,2$, а коэффициент приспособляемости по частоте вращения $\kappa_n = 0,8 \div 0,6$ [2].

Тогда

$$\Delta N_T = (0,16 \div 0,36) N_{e_n} \eta_{M2}. \quad (2)$$

Из уравнения характера изменения тяговой мощ-

ности (2) видно, что ΔN_T в среднем не превышает

$$\frac{1}{3} \div \frac{1}{4} \text{ номинальной мощности двигателя.}$$

Недогрузка двигателя может наблюдаться при ограничении максимальной рабочей скорости агротребованиями к выполнению операции.

Расчеты, приведенные в [3], показывают, что снижение загрузки двигателя до 60 % имеет место при работе МТА с переменной массой, например при опорожнении кузова разбрасывателя удобрений.

В конструкции привода ВОМ трактора «Беларус – 3022» предусмотрена возможность перехода на экономичный режим работы двигателя, обеспечивая частоту вращения ВОМ – 1000 мин⁻¹ при частоте вращения коленчатого вала двигателя – 1435 мин⁻¹ [3]. Однако такой переход осуществляется ступенчато, путем переключения редуктора ВОМ при остановленном тракторе.

Известен ВОМ универсально-пропашного трактора (рис. 1) [4], включающий хвостовик 1, редуктор 3 с приводом от двигателя и планетарный ряд 2 с дополнительно установленным гидравлическим насосом регулируемой производительности 9, приводимым от привода 4, и планетарный редуктор 12, солнечная шестерня которого кинематически связана с гидравлическим мотором 10, соединенным маслопроводами 11 с гидравлическим насосом регулируемой производительности 9, с возможностью управления подачей этого насоса, датчиком угловой скорости хвостовика 13 ВОМ, при этом вал эпициклической шестерни планетарного ряда 2 кинематически связан с коленчатым валом двигателя 5, а водило – с хвостовиком ВОМ 1.

Известен также ВОМ универсально-пропашного трактора (рис. 2) [5], содержащий двигатель 1, выходной вал 2 которого соединен с редуктором 3, ведомый вал 4 которого соединен с коронной шестерней 5, взаимодействующей с сателлитами 6 первого ряда, кинематически связанными с солнечным колесом 7, на трубчатом валу 8 которого установлены фрикцион 9, а соосно сателлитам 6 установлены сателлиты 10 второго ряда, кинематически связанные с солнечным колесом 11, закрепленным на трубчатом валу 12, на втором конце которого расположены муфты 13 и 14. Сателлиты 6 и 10 установлены на водиле 15, на одном конце которого расположена фрикционная муфта 16, а второй конец закреплен на валу 17, на котором установлен хвостовик 18, соединяемый с агрегируемыми валами приема мощности сельскохозяйственной машины. Трубчатые валы 8 и 12 выполнены соосно валу 17. Ве-

домая часть фрикциона 19 установлена на водиле 15. Ведущие части фрикционных муфт 9, 13, 16 взаимодействуют соответственно с ведомыми элементами 20, 21, 22, закрепленными на корпусе планетарного редуктора 23.

Недостатком этих устройств является невозможность бесступенчатого изменения частоты вращения ВОМ, повышенная металлоемкость и сложность конструкции.

По мнению авторов, для бесступенчатого изменения частоты вращения ВОМ и поддержания ее в

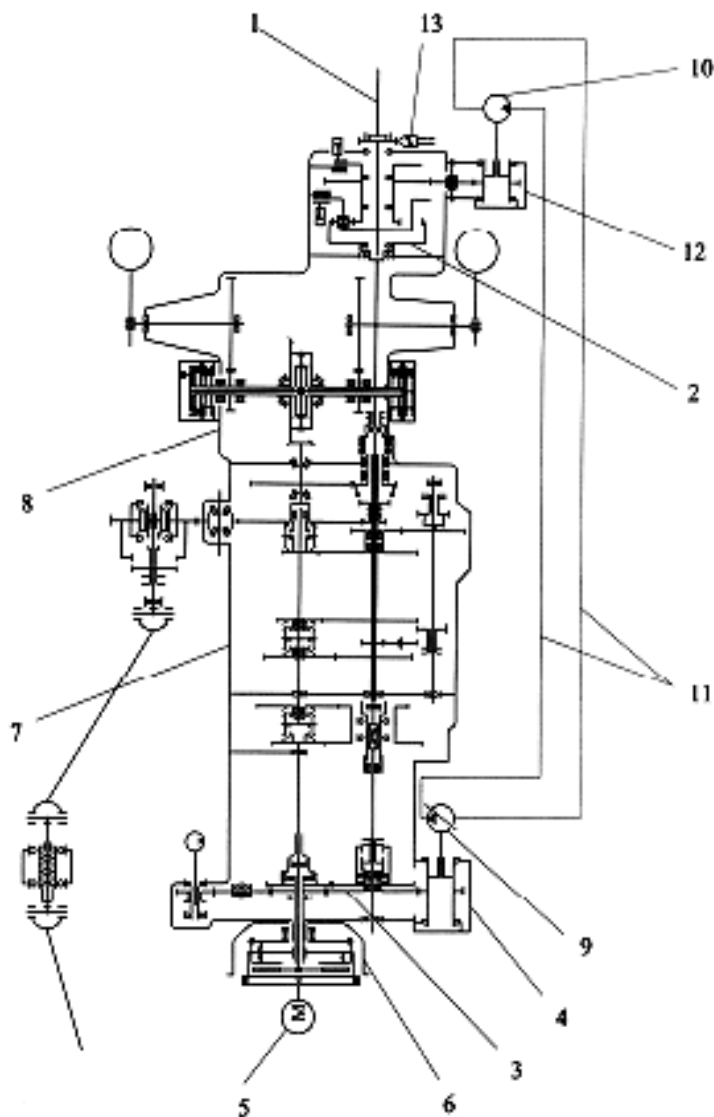


Рисунок 1. ВОМ универсально-пропашного трактора:
1 – хвостовик; 2 – планетарный ряд; 3 – редукторы привода;
4 – привод гидронасоса; 5 – двигатель внутреннего сгорания;
6 – муфта сцепления; 7 – коробка передач; 8 – задний мост;
9 – гидравлический насос регулируемой производительности;
10 – гидромотор; 11 – маслопровод;
12 – привод гидромотора; 13 – датчик угловой скорости хвостовика

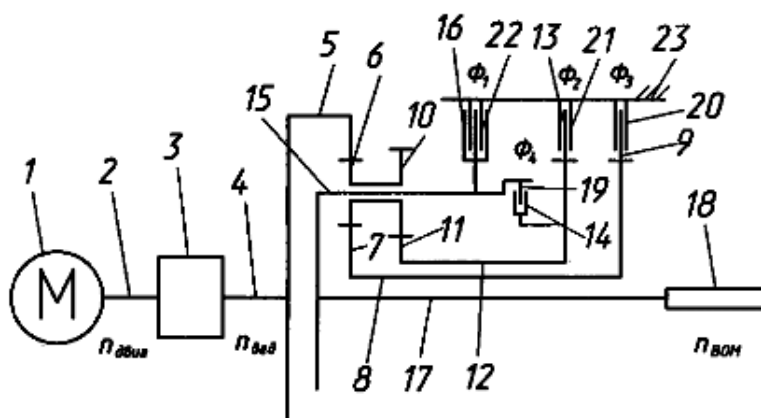


Рисунок 2. ВОМ универсально-пропашного трактора:

1 – двигатель; 2 – выходной вал двигателя; 3 – редуктор; 4 – ведомый вал редуктора; 5 – коронная шестерня; 6 – сателлиты первого ряда; 7 – солнечное колесо; 8 – трубчатый вал; 9 – фрикцион; 10 – сателлиты второго ряда; 11 – солнечное колесо; 12 – трубчатый вал; 13, 14 муфты; 15 – водило; 16 – фрикционная муфта; 17 – вал; 18 – хвостовик; 19 – ведомая часть фрикциона; 20, 21, 22 – ведомые элементы; 23 – корпус планетарного редуктора

заданных пределах при переходе двигателя на частичный режим целесообразно применение в конструкции ВОМ вариаторной передачи (рис. 3), которая нашла широкое применение в трансмиссии легковых автомобилей [6] и способна передавать крутящий момент свыше 400 Н·м.

Для устранения недостатков, присущих известным конструкциям ВОМ, предлагается установить в корпусе заднего моста трактора ВОМ с вариаторной передачей (рис. 4), содержащий первичный вал 4, расположенный в корпусе заднего моста, с муфтой переключения 3 от коленчатого вала двигателя 1 и

вторичный вал 8, соединенный со сменным хвостовиком 9, где на первичном 4 и вторичном валах 9 установлены шкивы 7, соединенные между собой гибкой связью в виде металлической цепи 6, причем, каждый из шкивов 7 представляет собой пару дисков с коническими рабочими поверхностями и возможностью поперечного перемещения относительно друг друга посредством встроенного гидроцилиндра 5. Частота вращения сменного хвостовика вала отбора мощности регулируется электронным блоком 14, считывающим сигналы с датчиков частоты вращения вторичного вала 8, частоты вращения двигателя 2 и скорости движения трактора, путем управления подачей гидравлической жидкости автономным масляным насосом 12 с гидрораспределителем 10 к гидроцилиндрам сжатия шкивов и изменения радиуса расположения цепи на шкивах и, тем самым, передаточного отношения между ними. При этом металлическая цепь 6, соединяющая шкивы 7, состоит из набранных в ряд пластин двух размеров, соединенных составными осями, причем, через каждый ряд пластин проходят две составных оси, а каждая из двух составных осей неподвижно соединена с одним рядом пластин, образуя качающийся шарнир.

Предлагаемый ВОМ работает следующим образом. Вращение от двигателя 1 через муфту включения 3 передается на шкив 7, установленный на первичном валу 4, и далее посредством гибкой металлической цепи 6 на шкив 7, установленный на вторичном валу 8, который соединен со сменным хвостовиком 9 ВОМ. Регулирование частоты вращения сменного хвостовика 9 ВОМ осуществляется электронным блоком 14 путем считывания сигналов с датчиков частоты вращения вторичного вала 8, датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя 2 и датчика скорости движения. При этом электронный блок 14 регулирует подачу рабочей жидкости от автономного масляного насоса 12 через гидрораспределитель 10 к встроенным гидроцилиндрам 5 шкивов 7, которые, в свою очередь, изменяют расстояние между коническими поверхностями дисков, изменяют радиус расположения цепи 6 и, тем самым, передаточное отношение между ними, т.е. частоту вращения хвостовика 9 ВОМ.

Заключение

Применение предлагаемого стабилизированного привода ВОМ обеспечит возможность

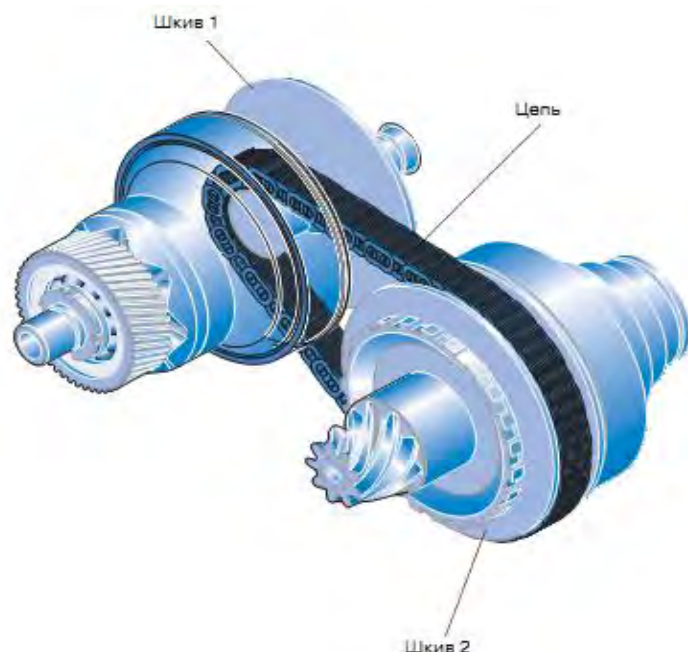


Рисунок 3. Вариаторная передача

ПРОБЛЕМА КИНЕМАТИЧЕСКОГО НЕСООТВЕТСТВИЯ В ПРИВОДЕ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ ПАХОТНО-ПРОПАШНОГО ТРАКТОРА

В.М. Кюрчев, канд. техн. наук, профессор (ТГАТУ, г. Мелитополь, Украина)

Аннотация

Рассмотрен вопрос взаимосвязи коэффициента кинематического несоответствия (K_v) в приводе ходовой системы пахотно-пропашного трактора с его конструктивными параметрами. Выведена зависимость, позволяющая удерживать значение коэффициента K_v в требуемом диапазоне при изменении вертикальных нагрузок на переднем и заднем мостах пахотно-пропашного трактора.

The question intercommunication coefficient of kinematics disparity (K_v) is considered in the drive of the working system of the arable-cultivated tractor with his structural parameters. Dependence, allowing to retain the value of coefficient K_v in the required range at the change of the vertical loadings on the front and back bridges of the arable-cultivated tractor, is shown out.

Введение

Украинская промышленность освоила выпуск колесных тракторов серии ХТЗ-160 (рис. 1), которые по своим тягово-энергетическим показателям относятся к энергетическим средствам тягового класса 3, а по параметрам ходовой системы – к тракторам универсально-пропашного назначения класса 2. В связи с этим предложено относить их к тракторам пахотно-пропашного назначения.



Рисунок 1. Пахотно-пропашной трактор серии ХТЗ-160

Так как у данного энергетического средства применяется блокированный привод переднего и заднего мостов, то оно является полноприводным. При его эксплуатации радиусы качения колес заднего ($R_{кз}$) и переднего ($R_{кп}$) мостов, вследствие разного давления в шинах, неодинакового их износа и разной вертикальной нагрузки, неодинаковы.

При одинаковой частоте вращения колес (ω_k), но разных радиусах их качения в приводе ходовой системы такого трактора возникает кинематическое несоответствие, суть которого проявляется в неравенстве поступательных скоростей движения его передней (V_p) и задней (V_z) осей.

На практике условие $V_p \neq V_z$ устраняется принудительно за счет разного буксования передних и задних движителей полноприводного энергетического средства. Вместе с тем, проявление кинематического несоответствия является весьма нежелательным, так как оно вызывает повышенный износ шин и расход топлива трактором из-за потерь мощности в его ходовой системе.

Вопросу поиска путей снижения негативных последствий кинематического несоответствия движителей полноприводного трактора уделялось много внимания [1-3]. В данной статье представлен более полный и информативный вариант решения этой проблемы.

Основная часть

Кинематическое несоответствие в ходовой системе полноприводного трактора принято оценивать соответствующим коэффициентом:

$$K_v = V_p/V_z.$$

Если учесть, что

$$V_p = \omega_k \cdot R_{кп};$$

$$V_z = \omega_k \cdot R_{кз},$$

то получим следующее:

$$K_v = R_{кп}/R_{кз}.$$

В идеале значение коэффициента K_v должно равняться 1:

$$K_{v_{\text{опт}}} = R_{кп}/R_{кз} = 1 \quad (1)$$

Но, как уже подчеркивалось выше, условие (1) выдержать практически невозможно. Из-за пространственных (вертикальных и горизонтальных) колебаний тягового сопротивления агрегатируемых машин/орудий, а также вертикальных колебаний неровностей агротехнического фона равенство радиусов качения передних и задних движителей трактора является случайным и мгновенным. В действительности значение коэффициента K_v постоянно отклоняется от 1 в ту или другую сторону. И чем больше это отклонение, тем хуже согласованность движения передних и задних движителей энергетического средства. В результате повышается буксование движителей, что приводит как к росту энергетических потерь, так и к нежелательному разрушению структуры почвы.

Поэтому для устранения указанных недостатков попробуем установить, какие параметры энергетического средства оказывают самое существенное влияние на величину коэффициента кинематического несоответствия K_v .

Для этого выражения для расчета радиусов качения передних и задних колес трактора представим в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} R_{\text{кп}} &= R_{\text{по}} - U_{\text{п}}; \\ R_{\text{кз}} &= R_{\text{зо}} - U_{\text{з}}, \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где $R_{\text{по}}$, $R_{\text{зо}}$ – свободные радиусы передних и задних колес трактора;

$U_{\text{п}}$, $U_{\text{з}}$ – радиальная деформация (прогиб) передних и задних шин трактора.

В свою очередь, известно [4], что

$$\left. \begin{aligned} U_{\text{п}} &= \frac{G_{\text{п}}}{\pi \cdot \rho_{\text{п}} \cdot \sqrt{4 \cdot R_{\text{по}} \cdot r_{\text{п}}}}; \\ U_{\text{з}} &= \frac{G_{\text{з}}}{\pi \cdot \rho_{\text{з}} \cdot \sqrt{4 \cdot R_{\text{зо}} \cdot r_{\text{з}}}}, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $G_{\text{п}}$, $G_{\text{з}}$ – вертикальные нагрузки на передние и задние колеса трактора;

$\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{з}}$ – давление воздуха в шинах передних и задних колес трактора;

$r_{\text{п}}$, $r_{\text{з}}$ – радиусы передней и задней шин энергетического средства в поперечном разрезе.

С учетом выражений (2) и (3), выражение для определения коэффициента кинематического несоответствия K_v принимает следующий окончательный вид:

$$K_v = \frac{\rho_{\text{з}} \cdot \sqrt{R_{\text{зо}} \cdot r_{\text{з}}} \cdot (2\pi \rho_{\text{п}} \cdot \sqrt{R_{\text{по}} \cdot r_{\text{п}}} - G_{\text{п}})}{\rho_{\text{п}} \cdot \sqrt{R_{\text{по}} \cdot r_{\text{п}}} \cdot (2\pi \rho_{\text{з}} \cdot \sqrt{R_{\text{зо}} \cdot r_{\text{з}}} - G_{\text{з}})} \quad (4)$$

Полученное условие (4) однозначно связывает коэффициент кинематического несоответствия в приводе трактора с его конструктивными параметрами. Поэтому

именно правильный выбор последних позволит обеспечить работу колесного энергетического средства с минимальным отклонением значения K_v от единицы.

Рассмотрим выражение (4) по отношению к пахотно-пропашному трактору серии ХТЗ-160. Для него имеем $R_{\text{по}} = R_{\text{зо}} = R$.

Более того, с достаточной для практики точностью, можно принять, что

$$r_{\text{п}} = r_{\text{з}} = r$$

С учетом этого выражение (4) после соответствующих упрощений примет следующий вид:

$$K_v = \frac{\rho_{\text{з}} \cdot (2\pi \rho_{\text{п}} \cdot \sqrt{R \cdot r} - G_{\text{п}})}{\rho_{\text{п}} \cdot (2\pi \rho_{\text{з}} \cdot \sqrt{R \cdot r} - G_{\text{з}})}.$$

Из него легко устанавливаем, что обеспечения идеального (оптимального) значения коэффициента кинематического несоответствия $K_v = 1$ можно достичь при соблюдении следующего условия:

$$\frac{\rho_{\text{з}}}{\rho_{\text{п}}} = \frac{G_{\text{з}}}{G_{\text{п}}}. \quad (5)$$

Практически выражение (5) указывает на то, что для обеспечения оптимального кинематического несоответствия в приводе ходовой системы полноприводного трактора с одинаковыми колесами отношения давления воздуха в шинах задних колес к давлению воздуха в передних движителях должен быть таким же, как и отношение вертикальной нагрузки на задний мост к вертикальной нагрузке на передний мост энергетического средства.

С другой стороны, выражение (5) предупреждает, что неконтролируемое давление воздуха в шинах полноприводного колесного энергетического средства может привести к нежелательному кинематическому несоответствию в приводе его движителей. Результатом такого положения вещей может быть ускоренный износ протекторов шин и другие, упомянутые выше, негативные последствия.

Вертикальные нагрузки на передние ($G_{\text{п}}$) и задние ($G_{\text{з}}$) колеса трактора можно определить рассмотрев условия равновесия машинно-тракторного агрегата в продольно-вертикальной плоскости. Далее, в соответствии с условием (5), можно установить давление воздуха в шинах соответствующих движителей энергетического средства.

Следует подчеркнуть, что условие (5) может строго выполняться лишь тогда, когда будут оставаться постоянными нагрузки $G_{\text{п}}$ и $G_{\text{з}}$. В действительности этого не происходит, но чем точнее определены эти конструктивные параметры, тем ближе к единице будет коэффициент кинематического несоответствия K_v .

Лабораторно-полевыми исследованиями установлено, что для обеспечения минимального вреда для структуры почвы, а также минимальных расхо-

дов энергии на несогласованный кинематический режим движения передних и задних движителей полноприводного энергетического средства, существенного уменьшения износа протекторов его шин, коэффициент кинематического несоответствия должен находиться в пределах 0,97...1,03 [5, 6].

Значение K_v , постоянно близкое к единице, можно получить, применив автоматическую систему, которая в режиме реального времени фиксировала бы вертикальные нагрузки на мостах энергетического средства и рассчитывала отношение этих величин, по полученной величине отношения параметров G_n и G_z , регулировала давление воздуха в шинах колес трактора, согласно условию (5).

Выводы

Для обеспечения оптимального кинематического несоответствия в приводе ходовой системы полноприводного пахотно-пропашного трактора с одинаковыми колесами, отношения давления воздуха в шинах задних колес к давлению воздуха в передних движителях должно быть таким же, как и отношение вертикальной нагрузки на задний мост к вертикальной нагрузке, которая приходится на передний мост энергетического средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скойбеда, А.Т. Автоматизация ходовых систем колесных машин / А.Т. Скойбеда. – Мн: Наука и техника, 1979. – 280 с.
2. Кацыгин, В.В. Перспективные мобильные энергетические средства (МЭС) для сельскохозяйственного производства / В.В. Кацыгин [и др.]. – Мн: Наука и техника, 1982. – 282 с.
3. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства: учеб. / Г.М. Кутьков. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 506 с.
4. Тракторы. Теория: учеб. для студентов вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
5. Надыкто, В.Т. Агрегатирование модульных энергетических средств / В.Т. Надыкто. – Мелитополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
6. Надыкто, В.Т. К вопросу кинематического несоответствия в приводе колес модульного энергетического средства / В.Т. Надыкто // Вестник аграрной науки Причерноморья, 2002. – Вып. 4 (18), т. 2.

УДК 631.348.45

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 3.11.2014

К ОБОСНОВАНИЮ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КАПЛИ ПЕСТИЦИДА НА ОБРАБАТЫВАЕМУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

В статье получены зависимости, позволяющие определить силу воздействия падающей капли пестицида на обрабатываемую поверхность и предельную силу, не приводящую к ее повреждению. Приведено условие, при котором не будет происходить повреждение обрабатываемой поверхности падающей каплей пестицида.

In the article dependences for determining the impact force of a falling drop of the pesticide on the treated surface and ultimate power, resulting in damage are received. Conditions under which there will be no damage to the treated surface falling drop pesticide are presented.

Введение

Факел распыла пестицидов представляет собой направленное движение воздушно-капельной струи, состоящей из капель различного диаметра и массы. Наименьшая высота установки распылителя над обрабатываемой поверхностью соответствует расстоянию, когда осуществляется двойное перекрытие факелов распыла в момент падения капель и при этом не повреждается объект обработки. В растениеводстве методом опрыскивания осуществляется как довсходовое, так и послеvсходовое внесения средств химизации. Поэтому при установке распылителя

необходимо учитывать воздействие факела распыла как на растение (стебли и листья), так и на почву. Предельно допустимая сила $[F]_1$, не приводящая к повреждению растений, зависит от биологических особенностей и принимается наименьшей из допустимых сил на повреждение стеблей и листьев растения. Величина допустимого усилия, не приводящего к повреждению растений, уменьшается при увеличении расстояния до точки его приложения от основания к верху и зависит от диаметра стебля у основания (рис. 1). Допустимая сила повреждения почвы $[F]_2$ зависит от ее физико-механических свойств и состояния во время обработки.

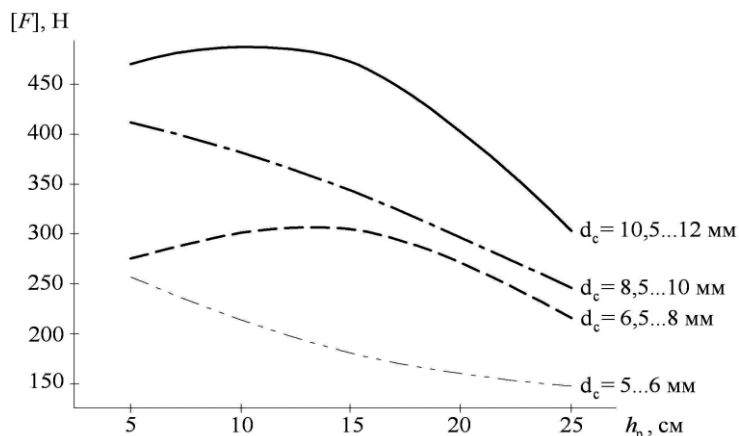


Рисунок 1. Изменение допустимого усилия $[F]$, не приводящего к повреждению ботвы картофельного куста в зависимости от расстояния до точки приложения относительно основания h_p и диаметра стебля у основания d_c

Для того чтобы воздействие воздушно-капельной струи на почву стало разрушающим, ей необходимо преодолеть связность почвы, характеризуемую временным сопротивлением сжатию и определяемую молекулярными силами притяжения мелких минеральных частиц между собой и частицами воды. Ее значения зависят от почвенно-климатических условий и находятся в широких пределах. Так, для супесчаных и пылеватых почв, в зависимости от их влажности, она составляет до 0,7 МПа, для суглинистых – 1,0–1,5 МПа, а глинистых – до 10 МПа [1, 2]. При определении разрушающего воздействия струи необходимо учитывать не только механический состав почвы и ее состояние, но и совокупность действия сил струи на площадь, охватываемую факелом распыла, то есть совокупное воздействие всех капель.

Основная часть

Примем следующие предпосылки: капля имеет шаровидную форму, которая в процессе удара не изменяется, ее масса до и после удара также не изменяется.

Предположим, что капля жидкости диаметра d_k и массы m_k падает на поверхность со скоростью v_k . Из теоремы изменения количества движения имеем:

$$m_k v_k = Ft, \quad (1)$$

где F – сила удара капли, Н;

t – время, в течение которого длится удар, с.

Время определяется характером удара [3]:

– для неупругого

$$t = k \frac{d_k}{v_k}; \quad (2)$$

– для упругого

$$t = \frac{2 \cdot d_k}{v_{ув}}, \quad (3)$$

где k – коэффициент пропорциональности, характеризующий степень деформации капли, при которой она изменит направление движения так, что воздействие ее на поверхность прекратится. На основании результатов опытов Михайловской [3] $k = \frac{1}{2}$;

$$v_{ув} - \text{скорость распространения упругих волн в капле или скорость распространения звука в воде, м/с.}$$

При проведении операций химической защиты методом опрыскивания после появления всходов, одним из условий качества обработок является отсутствие скатывания капель с листьев и стеблей. Поэтому для нашего случая следует рассматривать вариант неупругого удара.

Подставив зависимость (2) в равенство (1), получим

$$F = \frac{m_k v_k^2}{k d_k}; \quad (4)$$

Учитывая, что

$$m_k = \rho_{ж} V_k, \quad (5)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³;

V_k – объем капли, м³

$$V_k = \frac{4}{3} \pi r_k^3 = \frac{\pi}{6} d_k^3 \quad (6)$$

Получим

$$F = \frac{\rho_{ж} \pi}{6k} v_k^2 d_k^2. \quad (7)$$

Анализируя зависимость (7), приходим к выводу, что для определения силового воздействия капли на обрабатываемую поверхность, необходимо либо непосредственно измерить силу, либо определить размер и конечную скорость падения капли.

На практике используются распылители, установленные как вертикально (рис. 2, а), так и под углом α к вертикальной оси (рис. 2, б). В случае, когда факел распыла наклонен к обрабатываемой поверхности, зависимость (7) можно записать в следующем виде:

$$F = \frac{\rho_{ж} \pi}{6k} v_k^2 d_k^2 \times \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right), \quad (8)$$

где θ – угол между осью OX и проекцией силы факела распыла на плоскость XOY , рад.

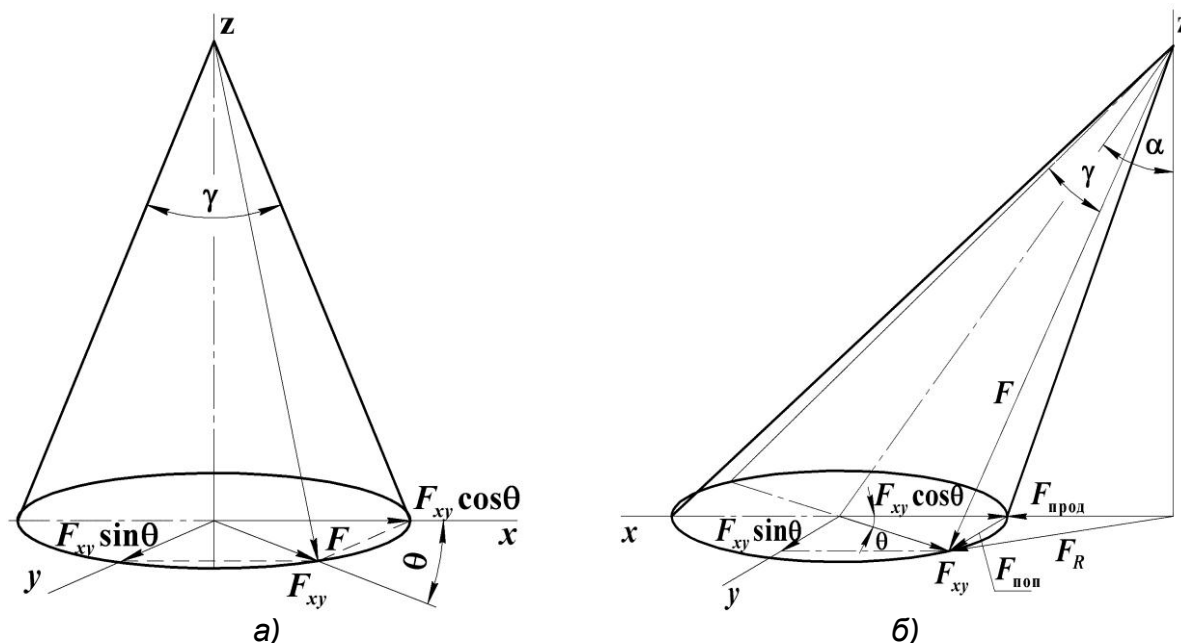


Рисунок 2. Эпюры сил при установке распылителя: а) непосредственно над обрабатываемым объектом; б) под углом α к вертикальной оси

Капле для достижения предела повреждения поверхности необходимо преодолеть силы упругости и инерции объекта обработки. Учитывая различную прочность объекта по направлениям, В.П. Горячкин предложил математические зависимости для определения критических скоростей удара, приводящих к разрушению [4]:

$$[v_{\text{прод}}] = \sigma_1 \sqrt{\frac{g}{E \cdot \gamma_0}}; \quad (9)$$

$$[v_{\text{поп}}] = \sigma_2 \sqrt{\frac{g}{G \cdot \gamma_0}}, \quad (10)$$

где σ_1, σ_2 – соответственно предельные напряжения в продольном и поперечном направлениях, Н/м²;

G – модуль сдвига, Н/м²;

E – модуль упругости, Н/м²;

γ_0 – удельный вес обрабатываемой поверхности, Н/м³.

Учитывая условие, что для предотвращения сноса каплей рабочего раствора ветром их конечная скорость падения должна быть больше или равна скорости ветра $v_{\text{в}}$ [5], будут справедливы следующие зависимости:

$$\bar{v}_{\text{в}} \leq \bar{v}_{\text{к}} \leq [\bar{v}_{\text{прод}}] + [\bar{v}_{\text{поп}}], \quad (11)$$

или

$$v_{\text{в}} \leq v_{\text{к}} \leq \sqrt{[v_{\text{прод}}]^2 + [v_{\text{поп}}]^2}, \quad (12)$$

где $v_{\text{в}}$ – скорость ветра, м/с.

Поэтому для определения высоты установки распылителя и разрушающего воздействия струи достаточно знать критические скорости повреждения почвы и растений, скорости падения капель в момент соприкосновения с обрабатываемой поверхностью. Однако в справочной литературе приведены не критические скорости, а силы и давление, вызывающие повреждение почвы и растения [1], поэтому необходимо представить зависимость (12) в силовом виде.

Учитывая зависимости (8), (9), (10) и убеждение, что проекция силы F в плоскости XOY с течением времени меняет направление (рис. 2), можно записать равенства для определения допустимых сил на повреждение от воздействия одной капли в продольном и поперечном направлениях

$$[F_{\text{прод}}] = \frac{\rho_{\text{ж}} \pi}{6k} d_{\text{к}}^2 \frac{\sigma_1^2 \cdot g}{E \cdot \gamma_0} \times (\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta); \quad (13)$$

$$[F_{\text{поп}}] = \frac{\rho_{\text{ж}} \pi}{6k} d_{\text{к}}^2 \frac{\sigma_2^2 g}{G \gamma_0} \sin \frac{\gamma}{2} \sin \theta. \quad (14)$$

Обозначим

$$(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta) = J. \quad (15)$$

С учетом зависимости (8) и выражения $\gamma_0 = \rho \cdot g$, выражения (13) и (14) можно представить в следующем виде:

$$[F_{\text{прод}}] = \frac{\rho_{\text{ж}} \pi}{6k} d_{\text{к}}^2 \frac{\sigma_1^2 g}{E \gamma_0} J = \frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k E \rho_0} d_{\text{к}}^2 \sigma_1^2 n J; \quad (16)$$

$$[F_{\text{поп}}] = \frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k \rho_0} d_{\text{к}}^2 \frac{\sigma_2^2}{G} \sin \frac{\gamma}{2} \sin \theta. \quad (17)$$

Угол между направлениями распространения продольного и поперечного ударов составляет 90° , поэтому допустимая результирующая сила при воздействии капли будет

$$[F_R] = \sqrt{[F_{\text{прод}}]^2 + [F_{\text{поп}}]^2}. \quad (18)$$

Тогда, подставляя зависимости (16) и (17) в (18), получим:

$$[F_R] = \sqrt{\left(\frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k E \rho_0} d_{\text{к}}^2 \sigma_1^2 J \right)^2 + \left(\frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k \rho_0} d_{\text{к}}^2 \frac{\sigma_2^2}{G} \sin \frac{\gamma}{2} \sin \theta \right)^2}, \quad (19)$$

или с учетом равенства (15)

$$[F_R] = \frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k \rho_0} d_{\text{к}}^2 \times \sqrt{\frac{\sigma_1^4}{E^2} \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right)^2 + \frac{\sigma_2^4}{G^2} \sin^2 \frac{\gamma}{2} \sin^2 \theta} \quad (20)$$

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что сила воздействия капли на обрабатываемую поверхность должна быть меньше допустимой силы удара на повреждение. То есть

$$\bar{F} \leq [\bar{F}_R] \quad (21)$$

или с учетом зависимостей (8) и (20)

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{ж}} \pi}{6k} v_{\text{к}}^2 d_{\text{к}}^2 \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right) \leq \\ & \leq \frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k \rho_0} d_{\text{к}}^2 \times \\ & \times \sqrt{\frac{\sigma_1^4}{E^2} \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right)^2 + \frac{\sigma_2^4}{G^2} \sin^2 \frac{\gamma}{2} \sin^2 \theta}. \end{aligned} \quad (22)$$

Исходя из того, что при рассмотрении вопроса о повреждении почвы необходимо определять допустимое давление капли, условие (22) можно записать как

$$p_{\text{н}} = \frac{F_{\text{н}}}{S_{\text{сл}}} \leq [p], \quad (23)$$

где $S_{\text{сл}}$ – площадь следа, оставляемого каплей, м^2 .

Так как при расчетах принимается, что $d_{\text{к}} \approx \frac{2}{3} d_{\text{сл}}$ [3] ($d_{\text{сл}}$ – диаметр следа, оставляемого каплей), то

$$S_{\text{сл}} = \frac{9\pi}{16} d_{\text{к}}^2.$$

Используя неравенство (22), получим:

$$\begin{aligned} p_{\text{н}} &= \frac{\rho_{\text{ж}} \pi}{6k S_{\text{сл}}} v_{\text{к}}^2 d_{\text{к}}^2 \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right) \leq \\ &\leq \frac{\pi \rho_{\text{ж}}}{6k \rho_0 S_{\text{сл}}} d_{\text{к}}^2 \times \\ &\times \sqrt{\frac{\sigma_1^4}{E^2} \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right)^2 + \frac{\sigma_2^4}{G^2} \sin^2 \frac{\gamma}{2} \sin^2 \theta}, \\ &\text{или} \\ p_{\text{н}} &= \frac{8\rho_{\text{ж}}}{27k} v_{\text{к}}^2 \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right) \leq \\ &\leq \frac{8\rho_{\text{ж}}}{27k \rho_0} \times \\ &\times \sqrt{\frac{\sigma_1^4}{E^2} \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right)^2 + \frac{\sigma_2^4}{G^2} \sin^2 \frac{\gamma}{2} \sin^2 \theta}. \end{aligned} \quad (24)$$

Используя неравенство (22) или (24), можно получить условие прочности обрабатываемой поверхности при падении на нее капли

$$v_{\text{к}} \leq \sqrt{\frac{\frac{\sigma_1^4}{E^2} \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right)^2 + \frac{\sigma_2^4}{G^2} \sin^2 \frac{\gamma}{2} \sin^2 \theta}{\rho_0 \left(\cos \frac{\gamma}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\gamma}{2} \cos \theta \right)}}. \quad (25)$$

Заключение

В статье исследован процесс воздействия падающей капли пестицида на обрабатываемую поверхность. Получены зависимости для определения величины воздействия капли и предельной силы, при которой происходит повреждение обрабатываемой поверхности с учетом ее свойств и состояния.

Получено условие прочности обрабатываемого объекта, основанное на определении предельной скорости повреждения поверхности и конечной скорости падения капли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984 – 320 с.
2. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений: труды ВИСХОМ. – М, 1970. – 423 с.
3. Исаев, И.С. Гидравлика дождевальных машин / И.С. Исаев. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
4. Горячкин, В.П. Собрание сочинений: в 3 т. / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1965. – 1 т. – 720 с.
5. Степук, Л.Я. Механизация процессов химизации и экология / Л.Я. Степук, И.Н. Нагорский, В.П. Дмитричков. – Мн.: Ураджай, 1993. – 272 с.

ПОДБОР КОМПЛЕКТАЦИИ ТРАКТОРА И ПЛУГА ДЛЯ СИММЕТРИЧНОГО ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ В АГРЕГАТЕ

А.В. Захаров, канд. техн. наук (БГАТУ); А.В. Ващула, канд. техн. наук (Белорусская МИС);
И.О. Захарова, ассистент (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрено влияние несимметричности расположения трактора и плуга на курсовую устойчивость пахотного агрегата. Приведен сравнительный анализ энергозатрат пахотного агрегата при работе с симметричной и несимметричной тяговой нагрузкой. Даны рекомендации по комплектации трактора и плуга для симметричного их расположения в агрегате.

The influence of a tractor asymmetry arrangement and a plow on a course stability of the arable unit is considered in the article. The comparative analysis of energy consumption of the arable unit is provided during the work with symmetric and asymmetrical traction loading. Recommendations about a tractor and plow complete set for their symmetric arrangement in the unit are given.

Введение

В настоящее время ПО «МТЗ» выпускается не только множество моделей тракторов, но и различных сельскохозяйственных орудий, в частности плугов, количество корпусов которых достигло 12-ти и ширина захвата – 5,4 м.

Тракторы комплектуются различными типоразмерами шин, возможностью сдвигания колес и регулировкой колеи. Все это дает возможность изменять в широких пределах колею и габариты (по внешним бортам шин) трактора [1].

При подборе и агрегатировании плуга с трактором возникает несогласованность ширины по внешним бортам шин задних колес трактора и ширины захвата плуга, в этом случае для устойчивой работы агрегата в горизонтальной плоскости трактор и плуг необходимо располагать симметрично [2]. Такое расположение возможно только при работе трактора вне борозды, т.е. всеми колесами по невспаханному полю. При этом трактор должен двигаться на некотором расстоянии от края борозды как на сдвоенных, так и несдвоенных шинах [3].

В новых моделях плугов ППО-8-40, ППО-9-40, ППО-12-40 установлен механизм регулировки выноса балки плуга в горизонтальной плоскости (положение первого корпуса относительно полевых борозд).

При агрегатировании, если ширина трактора на сдвоенных шинах превышает ширину захвата плуга, то перемещая балку плуга винтовым механизмом или гидроцилиндром, добиваются того, чтобы первый корпус выходил на 250-300 мм за габариты трактора. При этом середина ширины захвата плуга может не находиться на одной линии с серединой заднего моста, т.е. располагаться несимметрично.

Основная часть

Рассмотрим схему: трактор «Беларус 3022» агрегатируется с плугом ППО-8-40 (рис. 1). Комплекта-

ция трактора – шины задних колес 580/70R42 несдвоенные, ширина колеи – 1780...2744 мм (рис. 1а).

На рис. 1б представлен тот же агрегат, но комплектация трактора – шины задних колес 580/70R42 сдвоенные, ширина колеи 1780...2744 мм.

В процессе настройки плуга (ширина трактора плюс два расстояния от края борозды до боковины колеса) видно, что только при такой комплектации (рис. 1 а) можно расположить плуг симметрично относительно трактора. Из рис. 1 б видно, что настройка плуга в горизонтальной плоскости (первого корпуса) приводит к значительной асимметрии расположения плуга по отношению к трактору.

Несимметричная тяговая нагрузка будет создавать отклоняющий момент, и приводить к постоянному уходу трактора вправо (рис. 2). В результате ухудшается устойчивость работы плуга по ширине захвата, растут затраты мощности на преодоления боковых реакций почвы и деформации шин колес трактора [4].

Для анализа величины этих затрат необходимо определить силы, создающие стабилизирующий момент и их величину.

На рис. 2 показана схема для расчета тяговых показателей агрегата с полунавесным плугом в горизонтальной плоскости.

Вектор внешней нагрузки – результирующая сил тягового сопротивления $R_{рез}$ приложен в точке F и проходит через точку O' пересечения тяг навесного устройства трактора справа от центра заднего моста трактора точки O . В расчетном случае линия FO' – действия вектора $R_{рез}$ отклонена в горизонтальной плоскости к продольной оси трактора под углом $\Delta=0...20^\circ$, а в продольно-вертикальной – к горизонтальной плоскости под углом $\gamma_{кр}=7...12^\circ$.

Отклоняющий момент внешней нагрузки направлен вправо по ходу движения трактора и равен

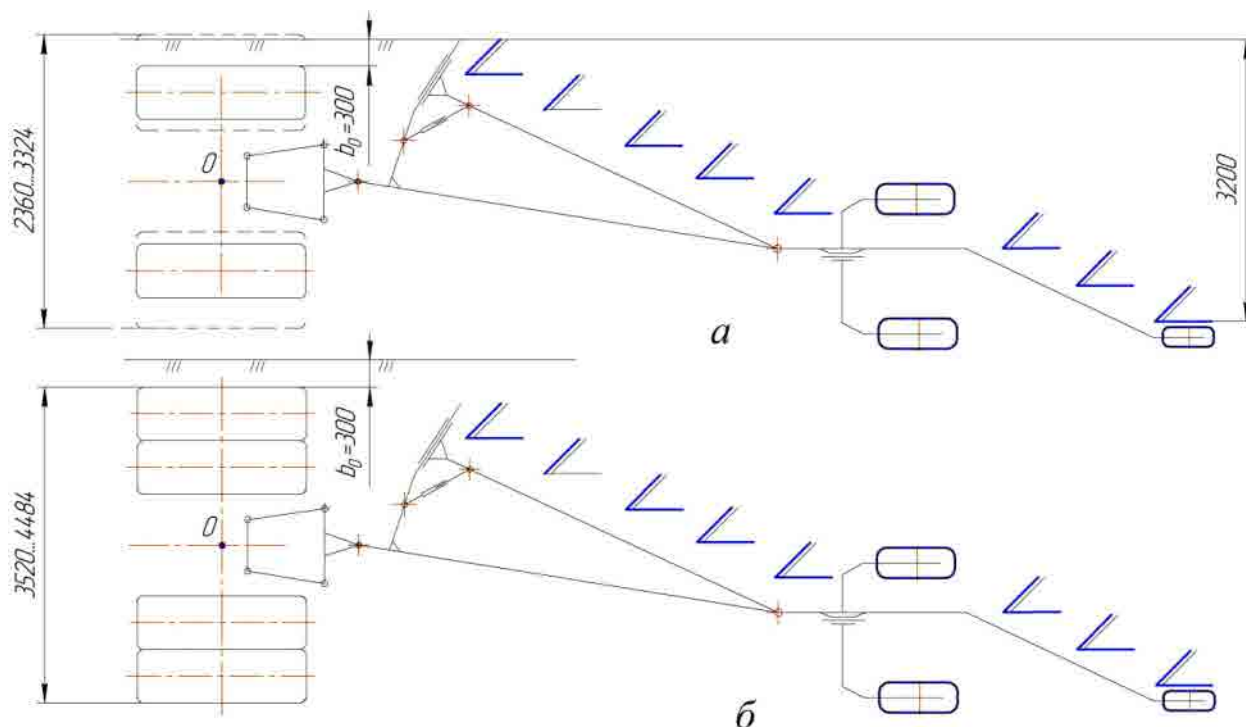


Рисунок 1. Схема настройки ширины захвата плуга ППО-8-40 при агрегатировании с трактором «Беларус 3022»

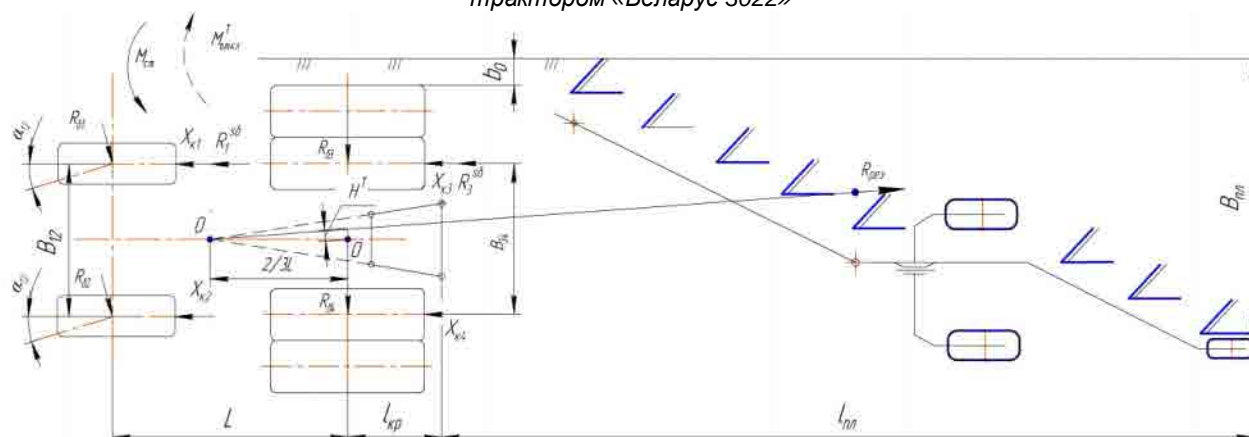


Рисунок 2. Схема к расчету тяговых показателей трактора при работе с несимметричной тяговой нагрузкой

$$M_{откл}^T = -R_{рез} \cdot H^T, \quad (1)$$

где $H^T = 2/3L \sin \Delta$ – плечо действия силы $R_{рез}$ относительно центра O заднего моста трактора, м.

Стабилизирующий момент создают:

– боковые реакции почвы $R_{\delta 1}$ и $R_{\delta 2}$ на передних колесах (механизатор, пытаясь удержать трактор на прямой, поворачивает управляемые колеса на угол α_{12} , влево по ходу движения);

– дополнительные тангенциальные реакции (ДТР) $R_1^{s\delta}$, $R_3^{s\delta}$, приложенные к колесам правого борта и вызванные блокировкой дифференциала заднего и переднего мостов трактора.

Боковые реакции на задних колесах $R_{\delta 3}$ и $R_{\delta 4}$ (3) вызваны поперечной составляющей результирующей тягового сопротивления плуга.

Зададим характеристики взаимодействия ведущих колес с почвой в следующем виде:

– касательной силы тяги при прямолинейном движении

$$P_{Ki}^0 = \varphi_{\max i} N_i (1 - e^{-\beta_i \delta_i^0}), \quad (2)$$

– боковой реакции

$$R_{\delta i} = \varphi_{\max i}^{non} N_i (1 - e^{-a_i \varphi_{\delta i}}), \quad (3)$$

где β_i и a_i – константы аппроксимации;

δ_i^0 – буксование при прямолинейном движении;

$\varphi_{\max i}$ – максимальный коэффициент продольного сцепления шины с опорной поверхностью;

$\varphi_{\max i}^{non}$ – максимальный коэффициент поперечного сцепления шины с опорной поверхностью;
– силы сопротивления качению

$$P_{fi} = f_i N_i, \quad (4)$$

где f_i – коэффициент сопротивления качению;
– толкающей реакции

$$X_{Ki} = |P_{Ki}| - P_{fi},$$

$$X_{Ki} = P_{Ki} - P_{fi} = [\varphi_{\max i} (1 - e^{-\beta \delta_i^0}) - f] N_i. \quad (5)$$

Нормальные нагрузки на i колесо трактора

$$N_{1;2} = \frac{G_{12}}{2} - \sum_{i=1}^{n=4} \frac{P_{Ki}^0 r_i + P_{KP} h_{KP} \cos \gamma_{kp}}{2L} \pm \frac{P_{kp} \sin \Delta \cdot l_{kp} \cdot h_{kp}}{B_{12} L} \quad (6)$$

$$N_{3;4} = \frac{G_{34}}{2} + \sum_{i=1}^{n=4} \frac{P_{Ki}^0 r_i + P_{KP} h_{KP} \cos \gamma_{kp}}{2L} \pm \frac{P_{kp} \sin \Delta \cdot (L + l_{kp}) \cdot h_{kp}}{B_{34} L}, \quad (7)$$

где G_{12}, G_{34} – вес трактора, приходящийся, соответственно, на переднюю и заднюю оси, кН;

P_{Ki}^0 – касательная сила на колесах трактора при прямолинейном движении, кН;

P_{kp} – нагрузка на крюке, кН;

r_i – динамические радиусы i – колес, м;

h_{kp} – расстояние по нормали от уровня опорной поверхности до оси подвеса сцепного устройства, м;

l_{kp} – продольное расстояние от оси подвеса до оси задних колес, м;

L – продольная база трактора, м;

B_{12} и B_{34} – колея передних и задних колес соответственно, м;

γ_{kp} – угол наклона к горизонтали в продольно-вертикальной плоскости P_{kp} ;

Δ – угол отклонения P_{kp} в горизонтальной плоскости к продольной оси трактора.

Тогда результирующие касательные силы на колесах трактора:

$$P_{K1} = P_{K1}^0 + R_1^{s\delta}, \quad (8)$$

$$P_{K2} = P_{K2}^0, \quad (9)$$

$$P_{K3} = P_{K3}^0 + R_3^{s\delta}, \quad (10)$$

$$P_{K4} = P_{K4}^0. \quad (11)$$

Стабилизация трактора в горизонтальной плоскости определится системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} X &= 0; \sum_{i=1}^{n=4} (P_{Ki} - P_{fi} + R_i^{s\delta}) - R_{pez} \cos \gamma_{kp} \cos \Delta = 0, \\ Y &= 0; \sum_{i=1}^{n=4} R_{\delta i} - R_{pez} \cos \gamma_{kp} \sin \Delta = 0, \\ M_O &= 0; R_3^{s\delta} \cdot 0,5 B_{34} + R_1^{s\delta} \cdot 0,5 B_{12} \cos \alpha_{12} + \\ &+ (R_{\delta 1} + R_{\delta 2}) L \cos \alpha_{12} - R_{pez} H^T = 0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

При расчетах угол поворота α_{12} передних колес равен углу бокового увода $\varphi_{\delta i} = 3^0$, вызванного боковыми реакциями.

Подставляя в выражения для нормальных нагрузок (6) и (7) касательные силы для колес трактора при прямолинейном движении (2), рассчитываем N_i и далее результирующие P_{Ki} , P_{fi} и X_{Ki} (выражения 8-11, 4 и 5). Далее из системы уравнений (12) находим $R_1^{s\delta}$, $R_3^{s\delta}$ и сумму $R_{\delta 1}$ и $R_{\delta 2}$.

Найдя боковые реакции можно составить мощностной баланс пахотного агрегата с учетом мощности на преодоления боковых сил на колесах трактора.

На основе расчетных данных и результатов испытаний плуга ППО-8-40, проведенных на ГУ «БелМИС» (протокол № 121 Д 1/2-2010 от 13.08.2010г) [5], получены составляющие мощностного баланса пахотного агрегата «Беларус 3022»+ППН-8-40 в двух комплектациях трактора без сдвоенных и со сдвоенными задними колесами. Результаты приведены в виде графиков на рис. 3.

Из баланса на рис. 3 видно, что затраты мощности на преодоления боковых сил N_T при работе с несимметричной нагрузкой увеличились с 3,8 до 11,4 кВт. Влияние сдвоенных шин дало снижение мощности, теряемой на буксование N_{δ} с 22,3 до 18,6 кВт, однако незначительно выросли затраты на преодоления сил сопротивления перекачиванию N_f с 13,8 до 16,1 кВт. Тяговый КПД $\eta_{тяг}$ при симметричной нагрузке и несдвоенных шинах составил 57,3 %, со сдвоенными и несимметричной нагрузке – 54,1 %. В целом можно считать, что экономия от сдваивания шин съели дополнительные энергозатраты, вызванные несимметрией тяговой нагрузки.

Расчеты показали, что при работе правильно скомплектованного трактора с симметричной нагрузкой и на сдвоенных шинах тяговый КПД составит 59-60 %.

Предлагаемые сегодня комплектации трактора «Беларус 3022» следующие:

– три типоразмера шин – 580/70R42, 620/70R42, 650/70R42;

– колея 1780...2744;

– сдваивание колес и плуга ППО-8-40;

– установка от 8 до 12 корпусов позволяет правильно настроить ширину захвата плуга и подобрать ширину (по внешним бортам шин заднего моста) трак-

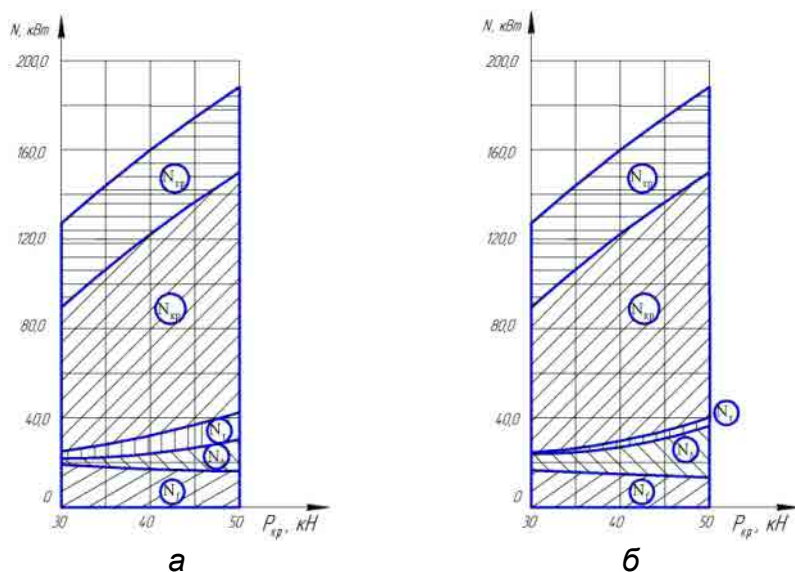


Рисунок 3. Мощностной баланс пахотного агрегата «Беларус 3022»+ ППО-8-40: а) сдвоенные колеса заднего моста трактора и плуг расположен несимметрично; б) несдвоенные колеса заднего моста трактора и плуг расположен симметрично

тора с учетом расстояния до края борозды для симметричного их расположения. Механизатору разобраться в этом довольно сложно, а порой у него и нет времени.

Для упрощения настройки симметричного расположения пахотного агрегата предложен график (рис. 4), показывающий зависимость ширины захвата плуга от ширины трактора при различной его ком-

плектации с учетом расстояния 300 мм от края борозды до внешнего борта шины заднего моста.

Данный график позволяет не только правильно настраивать агрегат «Беларус 3022»+ППО-8-40, но и выбрать необходимую комплектацию при покупке, особенно если в хозяйстве уже имеется одна из машин.

Выводы

Для настройки пахотного агрегата, на примере «Беларус 3022»+ППО-8-40, в горизонтальной плоскости при работе трактора всеми колесами по невспаханному полю недостаточно регулировки положения первого корпуса относительно полевой обреза механизмом выноса балки плуга в горизонтальной плоскости. Из-за несогласованности ширины (по внешним бортам шин задних колес) трактора и ширины захвата плуга последние будут располагаться несимметрично. Несимметричная тяговая нагрузка будет создавать отклоняющий момент, и приводить к постоянному уходу трактора вправо. В результате ухудшается устойчивость работы плуга по ширине захвата, растут затраты мощности на преодоления боковых реакций почвы и деформации шин колес трактора.

В процессе настройки пахотного агрегата необходимо:

- определиться с шириной захвата плуга в зависимости от удельного сопротивления почвы;

- при помощи графика (рис. 4) определить необходимую комплектацию трактора (на вертикальной оси $B_{пл}$ отмечаем ширину захвата плуга, проводим горизонтальную линию до пересечения с построенными зависимостями ширины трактора при различной комплектации от ширины плуга), далее из точки пересечения опускаемся вертикально вниз на ось $B_{тр}$ для определения ширины трактора по внешним бортам шин задних колес;

- после агрегатирования трактора с плугом в поле регулируем положение балки плуга винтовым механизмом или гидроцилиндром так, чтобы первый корпус выходил на 300 мм за габариты трактора. При этом середина ширины захвата плуга будет находиться на одной линии с серединой заднего моста трактора, т.е. располагаться симметрично.

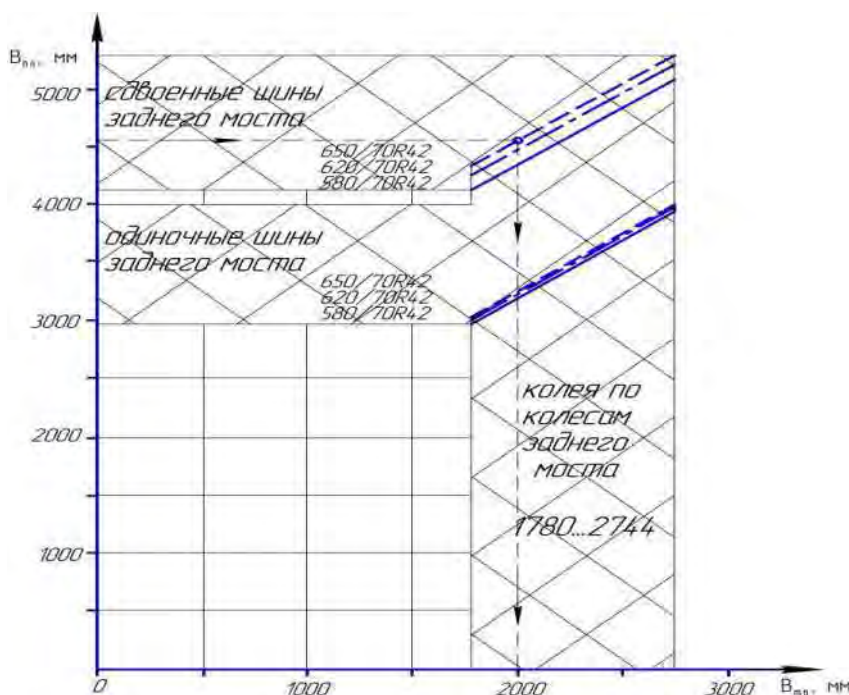


Рисунок 4. График подбора комплектации трактора «Беларус 3022» и ширины захвата плуга ППО-8-40 для симметричного расположения в агрегате (запас до края борозды – 300 мм)

ЛИТЕРАТУРА

1. Трактор «Беларус 2522В / 2522ДВ / 2822ДЦ / 3022В / 3022ДВ» и его модификации. Руководство по эксплуатации / гл. ред. И.Н. Усс, отв. ред. А.Г. Стасилевич, отв. за выпуск О.Н. Наталевич. – ПО «Минский тракторный завод», 2008. – 394 с.

2. Синеоков, Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 310 с.

3. Ким, Л. Х. Исследование схем навесных пахотных агрегатов: сб. науч. тр. / Л.Х. Ким. – М.: ВИСХОМ, 1975. – Вып. 85. – С. 70-97.

4. Горин, Г.С. Тяговая динамика и стабилизация МТА при движении со смещенной тяговой нагрузкой / Г.С. Горин, А.В. Захаров // Агропанорама, 2006. – № 3. – С. 31-35.

5. Протокол приемочных испытаний опытного образца плуга полунавесного оборотного ППО-8-40 №121Д 1/2-2010. – ГУ «БелМИС», 2010 – 28 с.

УДК 631.356.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 3.11.2014

СНИЖЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДВИЖУЩЕГО МОМЕНТА В ПРИВОДАХ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН

Н. Л. Ракова, доцент, канд. техн. наук, Т. В. Бойко, канд. техн. наук, доцент, И. А. Тарасевич, ст. преподаватель (БГАТУ); А. С. Воробей, канд. техн. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье приведены результаты исследования зависимости движущего момента от угла поворота кривошипа привода возвратно-поступательного движения рабочих органов. Предложен метод снижения величины и неравномерности движущего момента при помощи введения в привод пружинного разгрузателя. Установлено, что применение в приводе сдвоенного кривошипно-шатунного механизма с пружинными разгрузателями позволяют уменьшить величину движущего момента в 5,75 раза.

The article presents the results of a study based drive torque from the crank angle wire reciprocating motion of working bodies. The method to reduce the size and the uneven drive torque by means of the introduction of the drive spring unloader is proposed. It is found that the use of a dual-drive crank mechanism with spring unloader can reduce the amount of drive torque of 5.75 times.

Введение

Вопросы совершенствования существующих и создания новых конструкций уборочных машин различного назначения повышенной производительности и надежности тесно связаны с решением задач по снижению динамической нагруженности в приводах их рабочих органов. Срок службы, габаритные размеры, материалоемкость изделий и другие характеристики в значительной мере определяются параметрами приводов. Недостаточное внимание к этому вопросу на фоне общей тенденции к повышению скоростей и, как следствие, динамических нагрузок приводит к увеличению массы машин, большим потерям вследствие простоя на ремонте.

Наибольшее применение в технике получили приводы рабочих органов вращательного и возвратно-поступательного движений. Приводам машин, содержащим колеблющиеся рабочие органы, присущи знакопеременные инерционные силы, которые нагружают функциональные элементы привода, снижая его надежность, требуют дополнительных затрат энергии на их преодоление, создают вибрации корпуса маши-

ны. Поэтому весьма важной является проблема создания высоконадежных, пониженноэнергоёмких приводов колеблющихся рабочих органов с техническими характеристиками, сравнимыми с приводами рабочих органов вращательного движения.

Предметом исследований данной работы явились приводы рабочих органов уборочных машин с переменными передаточными соотношениями скоростей и голономными связями – приводы возвратно-поступательного движения рабочих органов.

Основная часть

На стадии проектирования привода рабочего органа машины для выбора его рациональных параметров целесообразно использовать наиболее простую динамическую модель. Так, при определении нагрузок на его элементы достаточно воспользоваться динамической моделью, содержащей жесткие звенья. Такая механическая система обладает одной степенью свободы.

Рассмотрим движения однодвигательных жестких приводов, к примеру, одноножевого, двухноже-

вого режущих аппаратов косилок, приводимых в движение кривошипно-шатунным механизмом. Предположим, что связи, наложенные на системы, являются идеальными, голономными, двигатель неограниченной мощности, для которого угловая скорость вала $\dot{\varphi}_{\text{дв}} = \omega_{\text{дв}}$ в каждый момент времени

зависит только от значения u входного параметра и не зависит от движущего момента $M_{\text{дв}}$, т.е.

$\dot{\varphi}_{\text{дв}} = f(u)$. Найдем закон изменения движущего момента $M_{\text{дв}}$ в приводе возвратно-поступательно движущихся рабочих органов.

Закон изменения движущего момента может быть найден с помощью метода кинестатики. Однако наиболее общим является подход, основанный на использовании общего уравнения динамики [1]

$$\sum_{k=1}^n (\bar{F}_k + \bar{F}_k^{\text{и}}, \delta \bar{r}_k) = 0, \quad (1)$$

где $\bar{F}_k$ – заданные силы (веса, сопротивления и т.д.), действующие на систему;

$\bar{F}_k^{\text{и}} = -m_k \ddot{\bar{a}}_k$ – силы инерции точек системы;

$\delta \bar{r}_k$ – виртуальные перемещения точек системы;

n – число точек системы.

Дифференциальное уравнение движения привода колеблющегося рабочего органа:

$$J(\varphi) \ddot{\varphi} + \frac{1}{2} \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi} \dot{\varphi}^2 = M_{\text{кр}} - M_{\text{с}}(\varphi, \dot{\varphi}), \quad (2)$$

где $M_{\text{кр}} = f(\dot{\varphi})$ – момент, приложенный к кривошипу со стороны двигателя;

$M_{\text{с}} = f(\varphi, \dot{\varphi})$ – приведенный к кривошипу момент сил сопротивления.

$J(\varphi)$ – приведенный к кривошипу момент инерции механизма.

Момент $M_{\text{кр}}$ связан с моментом на валу двигателя $M_{\text{дв}}$ соотношением

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{дв}} i \eta, \quad (3)$$

где i – передаточное отношение механизма;

η – КПД передаточного механизма.

Поскольку угловые скорости вращения вала двигателя $\dot{\varphi}_{\text{дв}}$ и кривошипа $\dot{\varphi}$ связаны соотношением $\dot{\varphi}_{\text{дв}} = i \dot{\varphi}$, то и момент $M_{\text{кр}}$, действующий на кривошип, также будет определяться его угловой скоростью $\dot{\varphi} : M_{\text{кр}} = f(\dot{\varphi})$. Отсюда из дифференциального уравнения привода колеблющегося рабочего органа (2) получаем закон изменения движущего момента, приложенного к кривошипу, при его равномерном вращении ($\omega_0 = \text{const}$)

$$M_{\text{кр}} = \frac{1}{2} \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi} \omega_0^2 + M_{\text{с}}. \quad (4)$$

Один из способов уравнивания сил в приводах – выравнивание момента $M_{\text{дв}}$ на валу двигателя. Оно достигается посредством аккумулирования избыточной энергии с последующей отдачей накопленной энергии приводе [2-6]. В качестве устройств, способных аккумулировать и отдавать энергию, выступают пружинные разгрузатели. Принцип подбора их жесткостных параметров состоит в следующем: момент $M_{\text{дв}}$ представляется в виде суммы постоянной

$M_{\text{дв}}^0$ и переменной $\tilde{M}_{\text{дв}}$ составляющих

$$\begin{aligned} M_{\text{дв}} &= M_{\text{дв}}^0 + \tilde{M}_{\text{дв}}, \quad M_{\text{дв}}^0 = \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} M_{\text{дв}} d\varphi_{\text{дв}} = \frac{1}{2\pi\eta} \times \\ &\times \int_0^{2\pi} \left[\frac{1}{2} \frac{dJ(\varphi)}{d\varphi} \omega_0^2 + M_{\text{с}} \right] d\varphi. \end{aligned} \quad (5)$$

Выровнять переменную составляющую $\tilde{M}_{\text{дв}}$ можно посредством приведенного к валу двигателя момента M_y сил упругости пружинного разгрузателя. Для этого необходимо выполнить условие:

$$M_y = \tilde{M}_{\text{дв}}. \quad (6)$$

Строго удовлетворить равенство (6) обычно не удается. Поэтому вполне можно ограничиться равенством максимальных значений M_y и $\tilde{M}_{\text{дв}}$

$$(M_y)_{\text{max}} = (\tilde{M}_{\text{дв}})_{\text{max}}. \quad (7)$$

Из равенства (7) находим значения жесткостных параметров пружинных разгрузателей.

Исследуем динамику привода одноножевого режущего аппарата с идеальным источником энергии (рис. 1).

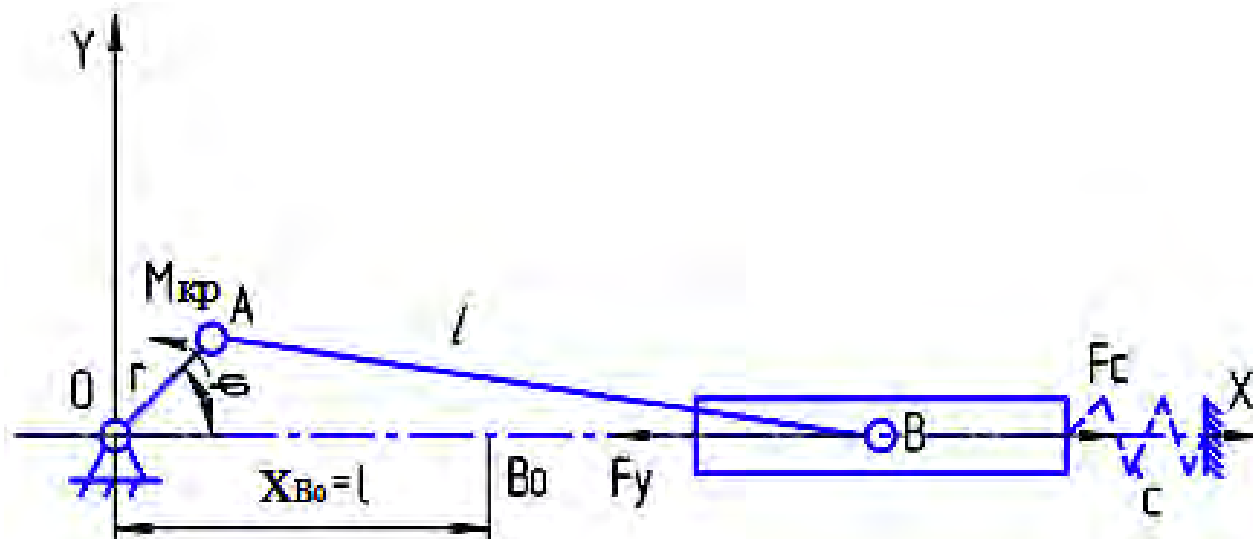


Рисунок 1. Схема привода одноножевого режущего аппарата с упругой подвеской ножевых полос

Вращение кривошипа происходит с постоянной угловой скоростью ω_0 . Будем считать кривошип и шатун однородными тонкими стержнями. Трением во вращательных парах и ползуне будем пренебрегать. Со стороны двигателя к кривошипу приложен движущий момент $M_{кр}$, к ползуну приложена сила сопротивления F_c , направленная против его скорости $\bar{V}_B \left((\bar{F}_c)_x = -F_c \text{sign} \dot{x}_B \right)$. Здесь $\text{sign} \dot{x}_B = -1$ при $0 < \varphi < \pi$, $\text{sign} \dot{x}_B = 1$ при $\pi < \varphi < 2\pi$. Заданы массы кривошипа $m_{кр}$, шатуна $m_{ш}$ и ползуна m_B .

Закон изменения движущего момента, приложенного к кривошипу при его равномерном вращении

$$M_{кр} = \frac{r^2}{24} \left\{ m_{ш} [8 \sin 2\varphi + \lambda (6 \cos \varphi \cdot \sin 2\varphi + 12 \sin \varphi \cdot \cos 2\varphi)] + \right. \\ \left. + m_B [12 \sin 2\varphi + \lambda (12 \cos \varphi \cdot \sin 2\varphi + 24 \sin \varphi \cdot \cos 2\varphi)] \right\} \omega_0^2 + \\ + \frac{r}{2} \cos \varphi (m_{кр} + m_{ш}) g - r \text{sign} \dot{x}_B F_c \left(\sin \varphi + \frac{1}{2} \lambda \sin 2\varphi \right). \quad (8)$$

Переменная составляющая движущего момента равна

$$\tilde{M}_{кр} = M_{кр} - M_{кр}^0 = \frac{r^2}{24} \left\{ m_{ш} [8 \sin 2\varphi + \lambda (6 \cos \varphi \sin 2\varphi + 12 \sin \varphi \cdot \right. \\ \left. \cdot \cos 2\varphi)] + m_B [12 \sin \varphi + \lambda (12 \cos \varphi \sin 2\varphi + 24 \cos 2\varphi \cdot \sin \varphi)] \right\} \omega_0^2 + \\ + \frac{r}{2} \cos \varphi (m_{кр} + m_{ш}) g + r F_c \left[-\text{sign} \dot{x}_B \left(\sin \varphi + \frac{1}{2} \lambda \sin 2\varphi \right) - 0,637 \right]. \quad (9)$$

Найдем коэффициент жесткости C пружинного разгрузителя (рис. 1). Среднее положение ползуна B_0 определяется координатой $x_{B_0} = l$. Проекция упругой силы на ось OX будет

$F_y = c(x_B - x_{B_0}) = cr \left[\cos \varphi - \frac{1}{4} \lambda (1 - \cos 2\varphi) \right]$, а приведенный к кривошипу момент упругой силы определим следующим образом:

$$M_y = cr^2 \left[0,5 \sin 2\varphi + \lambda \left\{ 0,25(1 - \cos 2\varphi) + \cos^2 \varphi \right\} \sin \varphi \right]. \quad (10)$$

Коэффициент жесткости c определим из условия (7) равенства максимальных значений выражений (9), (10), которые приближенно достигаются при $\varphi = 45^\circ$ для случая, когда $l = r$:

$$c \approx \left\{ \frac{1}{12} [m_{\text{ш}}(8 + 4,24\lambda) + m_{\text{в}}(12 + 8,48\lambda)] \omega_0^2 + 0,707(m_{\text{кр}} + m_{\text{ш}})g/r + \right. \\ \left. + \frac{2F_c}{r}(0,07 + 0,5\lambda) \right\} \frac{1}{1 + 0,35\lambda}. \quad (11)$$

Результирующий движущий момент для схемы, изображенной на рисунке 1, определяем выражением

$$M_p = M_{\text{дв}} - M_y. \quad (12)$$

В приводе со сдвоенным кривошипно-шатунным механизмом кривошипы развернуты друг относительно друга на 180° (рис. 2). Для определения движущего момента $M_{\text{кр}}^{(2)}$, приложенного к кривошипам, воспользуемся формулой (8). Суммируя движущие моменты, приложенные к каждому кривошипу, получим

$$M_{\text{кр}}^{(2)} = M_{\text{кр}}^{(OA)} + M_{\text{кр}}^{(OA')} = \frac{r'^2}{3} [(2m_{\text{ш}} + 3m_{\text{в}}) \sin 2\varphi] \omega_0^2 - 2r' \text{sign} \dot{x}_B F'_c \sin \varphi. \quad (13)$$

Переменная составляющая движущего момента, приложенного к кривошипам, определяется по формуле

$$\tilde{M}_{\text{кр}}^{(2)} = M_{\text{кр}}^{(2)} - M_{\text{кр}}^{0(2)} = \frac{r'^2}{3} [(2m_{\text{ш}} + 3m_{\text{в}}) \sin 2\varphi] \omega_0^2 - 2r' F'_c (\text{sign} \dot{x}_B \sin \varphi + 0,637). \quad (14)$$

Суммарный момент упругих сил определим, используя уравнение (10)

$$M_y^{(2)} = M_y^{(OA)} + M_y^{(OA')} = c'r'^2 \sin 2\varphi. \quad (15)$$

Коэффициент жесткости пружин c' (рис. 2) найдем из равенства максимальных значений выражений (14), (15), которые достигаются при $\varphi = 45^\circ$.

$$c' = \frac{1}{3} (2m_{\text{ш}} + 3m_{\text{в}}) \omega_0^2 + 0,14 \frac{F'_c}{r'}. \quad (16)$$

Выражение для результирующего движущего момента примет вид

$$M_p^{(2)} = M_{\text{кр}}^{(2)} - M_y^{(2)} = -2r' F'_c \left(\text{sign} \dot{x}_B \sin \varphi + 0,07 \sin 2\varphi \right). \quad (17)$$

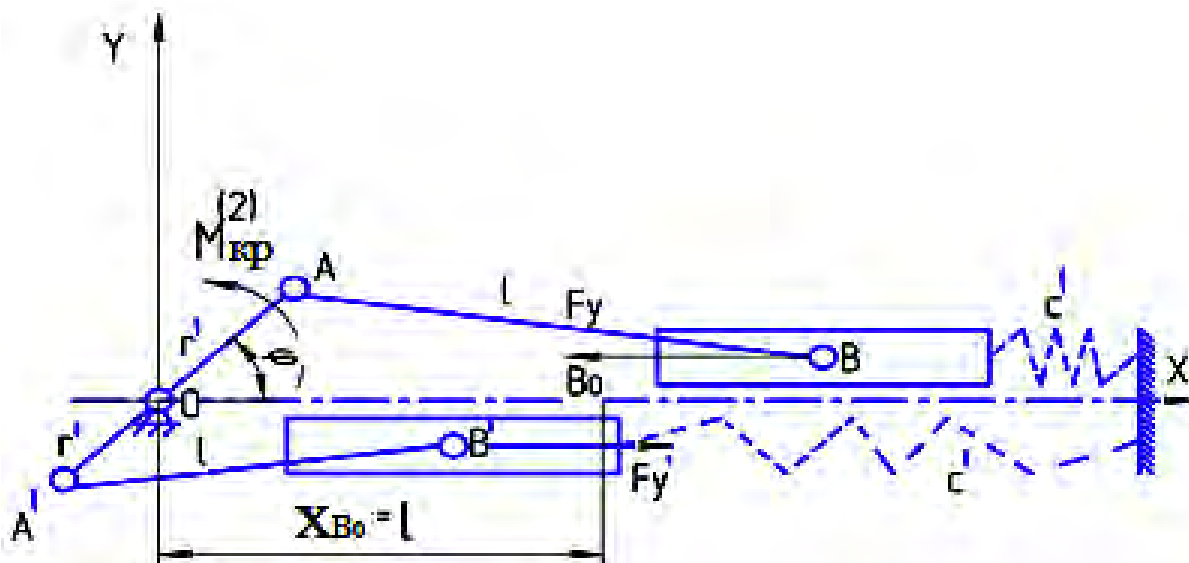


Рисунок 2. Схема привода двухножевого режущего аппарата с упругими подвесками ножевых полос

В качестве примера рассмотрим расчет приводов режущих аппаратов одноножевого (косилка КС-2,1) и двухножевого (условная косилка). Исходные данные одноножевого механизма следующие:

$r = 0,037\text{ м}$, $l = 1\text{ м}$, $\omega_0 = 110^{-\text{с}^{-1}}$, $m_{\text{кр}} = 2\text{ кг}$,
 $m_{\text{ш}} = 3\text{ кг}$, $m_{\text{в}} = 3,75\text{ кг}$, $F_{\text{с}} = 630\text{ Н}$. Параметр $\lambda = r/l = 0,037$. Для двухножевого аппарата – $r' = r/2 = 0,0185\text{ м}$, $\lambda' = r'/l = 0,0185$. Величина силы сопротивления (резания) в первом приближении линейным образом зависит от скорости движения ножа. В двухножевом варианте скорость движения ножей уменьшается в два раза, поэтому примем средние значения сил сопротивления, приложенных к каждому ножу, в два раза меньшими $(F'_{\text{с}})_{\text{в}} = (F'_{\text{с}})_{\text{н}} = 315\text{ Н}$.

Значение жесткостей c, c' пружинных разгрузителей находим из выражений (11), (16): $c = 75,2 \cdot 10^3\text{ Н/м}$, $c' = 72,0 \cdot 10^3\text{ Н/м}$. После подстановки конкретных значений параметров в выражения (8), (12), (13), (17) получим выражения движущих моментов для различных вариантов приводов режущих аппаратов, графическое изображение которых в зависимости от угла поворота кривошипа показано на рис. 3. Из графика зависимости движущего момента от угла поворота следует, что движущий момент (кривая 1, рис. 3) имеет значительную переменную составляющую. Введение в привод пружинного разгрузителя (схема на рис. 1; кривая 3, рис. 3) позволяет существенно выровнять момент и уменьшить его максимальное значение с $67,1\text{ Н·м}$ до $26,5\text{ Н·м}$, т.е. в 2,53 раза.

При значении угла поворота кривошипа φ от 0 до 180° пружинный разгрузитель начинает отдавать

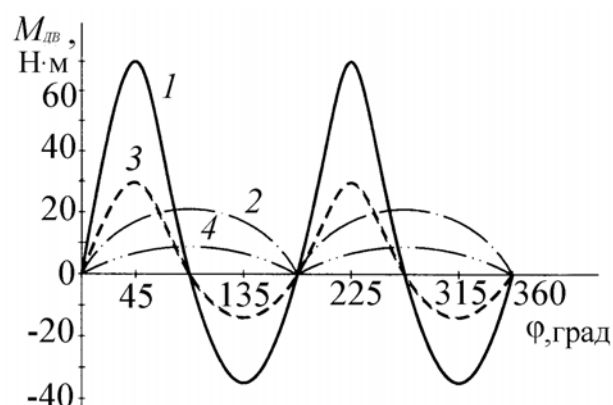


Рисунок 3. График зависимости движущего момента от угла поворота кривошипа

энергию, а при значении φ от 180° до 360° – поглощает.

Применение в приводе сдвоенного кривошипно-шатунного механизма (кривая 2, рис. 3) уменьшает максимальное значение $M_{\text{дв}}$ в 2,1 раза. Наиболее эффективной является схема на рис. 2 (кривая 4, рис. 3). Пружинные разгрузители позволяют уменьшить момент в 5,75 раза.

Выводы

Предложенный силовой метод повышения технических характеристик приводов возвратно-поступательного движения рабочих органов уборочных машин, заключающийся во введении в них упругих элементов (рекуператоров энергии) с расчетной жесткостью, существенно снижает мощность, потребляемую приводом. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение в приводах режущих аппаратов пружинных разгрузителей позволяет существенно выровнять движущий момент и снизить его величину. Как показывают исследования, минимальное значение движущего момента достигается в приводе сдвоенного кривошипно-шатунного механизма с пружинными разгрузителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестнев, О.В. Аналитические методы механики в динамике приводов / О.В. Берестнев, А.М. Гоман, Н.Н. Ишин. – Мн.: Навука і тэхніка, 1992. – 238 с.
2. Бойко, Л.И. Повышение технических характеристик приводов колеблющихся рабочих органов машин / Л.И. Бойко, А.М. Гоман, Н.Л. Ракова // Наука производству, 1999. – № 4. – С. 7-8.
3. Бойко, Л.И. Повышение надежности плоских стальных пружин лемеха картофелекопателя / Л.И. Бойко, Н.П. Першукевич, В.М. Комарова, Н.Л. Ракова // Весці Акадэміі навук Беларусі: сер. фіз.-тэхн. навук, 2001. – №4. – С. 33-35.
4. Коловский, М.З. Динамика машин / М.З. Коловский. – Л.: Машиностроение, Ленинград. отд-ние, 1989. – 263 с.
5. Левитский, Н.И. Теория механизмов и машин / Н.И. Левитский. – М.: Наука, 1979. – 590 с.
6. Привод режущего аппарата: пат. 2090043 РФ, МКИ⁵ А01 D34/02 / Л.И. Бойко, Е.Е. Богдашич, В.А. Зимбицкий, И.В. Михалькевич, С.Н. Поддубко, К.В. Шумский, Н.А. Докукова; 5009545/13; заявл. 20.11.91; опубл. 20.09.97 // Изобретения, 1997. – № 26 (2ч.). – С. 267.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ПРУП «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ИМ. КОТОВСКОГО» УЗДЕНСКОГО РАЙОНА

А.В. Мучинский, канд. техн. наук, доцент, В.А. Люндышев, канд. с.-х. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Современные технологии в молочном скотоводстве предусматривают использование специализированных помещений с механизмами и оборудованием, которые должны обеспечивать комфортные условия для животных и получение высококачественной продукции.

Modern technologies in dairy farming include the use of specialized facilities with machinery and equipment, which should provide a comfortable environment for animals and produce high-quality products.

Введение

Для того чтобы обеспечить население продукцией животноводства, а перерабатывающую промышленность сырьем, требуется перевод молочной отрасли на интенсивный путь развития, предусматривающий внутрихозяйственную специализацию производства молока.

Основная часть

Для перспективного развития молочного скотоводства необходимо произвести технологический расчет данной отрасли.

Исходными данными для технологического расчета являются:

- выходное поголовье коров, N_k голов;
- коэффициент выхода телят на 100 коров, β ;
- коэффициент выбраковки и выранных коров, δ_k и первотелок, δ_n , а также коэффициенты выбраковки телят и молодняка за весь цикл выращивания нетелей, δ_n и по отдельным периодам, δ_n ;
- продолжительность содержания в хозяйстве бычков и свёрхремонтного молодняка до его реализации;

- возраст телок к моменту осеменения;
- допускаемая разница в возрасте или физиологическое состояние животных в одной технологической группе – ритм производства;
- вместимость имеющихся помещений.

Прежде чем приступить к расчету, целесообразно построить желаемую технологическую схему производства (рис. 1). Для этого вдоль горизонтальной линии в произвольном масштабе откладываем время в днях или месяцах от рождения теленка до завершения второй лактации. Этот отрезок разбиваем на три части: цикл выращивания нетелей (обычно 24...25 месяцев), цикл подготовки нетелей к отелу, раздоя и проверки первотелок (12 месяцев) и производственный цикл – также 12 месяцев. Цикл выращивания нетелей в свою очередь разбиваем на отдельные периоды, соответственно физиологическим особенностям каждой возрастной группы. На прилагаемой схеме выделено 5 периодов продолжительностью по 4 месяца каждый и один период продолжительностью 5 месяцев.

Каждому из этих периодов, представляющих собой специализированные цеха, присваивается порядковый номер, начиная с первого – цеха выращивания

Сектор воспроизводства стада										Производственный сектор				Сектор откорма	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
профилактикий	0 – 3 мес.	3 – 8 мес.	8 – 12 мес.	12 – 16 мес.	16 – 20 мес.	20 – 24 мес.	Подготовка нетелей к отелу	1-го отела	раздой	Проверка первотелок	Подготовка к отелу	Отел коров	Раздой коров	Производство молока	Профилактикий
0	4	8	12	16	20	24			36		48	60	72 – мес.	3	12-14 – мес

Рисунок 1. Технологическая схема внутриотраслевой специализации производства

телят-молочников.

Цеха со 2-го по 6-й образуют общехозяйственную ферму выращивания нетелей. Подготовка нетелей к отелу, раздой и проверка первотелок также представляют собой самостоятельную и весьма важную часть общего производственного цикла. Выполнение этой ответственной работы, имеющей решающее значение для подъема продуктивности всего стада, целесообразно сосредоточить на лучшей ферме хозяйства. На контрольно-селекционной ферме выделяют цех № 7 – подготовки нетелей к отелу, цех № 8 – отела с дородовым, родовым, послеродовым участками, цех № 9 – раздоя и цех № 10 – проверки первотелок. Такие же цеха и участки выделяют на последнем производственном отрезке – цеха №№ 11, 12, 13 и 14. Если бычков откармливают внутри хозяйства, то выделяются еще цеха № 15 и № 16, составляющие вместе сектор откорма.

Таким образом, в соответствии с принципами технологической специализации, вся отрасль разделяется на сектор воспроизводства стада, производственный сектор и сектор откорма. Сектор воспроизводства включает в себя ферму выращивания нетелей, ферму раздоя и проверки первотелок, а также цех № 1 – выращивания телят-молочников, хотя территориально этот цех размещается обычно на молочных фермах. Сектор производства включает в себя ферму производства молока, на которой содержатся коровы только второй и последующих лактаций. Ремонт стада этой фермы производится выраженными и проверенными на контрольно-селекционной ферме коровами-первотелками.

Специализация работ по выращиванию нетелей,

раздой и проверка первотелок позволяет целенаправленно улучшать стадо, повышать его продуктивность и способствует повышению эффективности всей отрасли молочного животноводства хозяйства в целом [1].

Порядок технологического расчета отрасли проследим на примере ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района.

В основу расчета положим следующие исходные данные:

- выходное поголовье коров на 01.01.2015 г. – $N_k = 920$;
- коэффициенты выбраковки и выранных:
 - коров – $\delta_k = 0,25$;
 - первотелок – $\delta_n = 0,15$;
- молодняка за период выращивания – $\delta_n = 0,12$;
- выход телят на 100 коров и нетелей – $\beta = 0,90$;
- возраст телок к моменту осеменения – 18 мес.;
- продолжительность содержания бычков – 16 мес.;
- сверхремонтного молодняка – 12 мес.

Ритм производства, т.е. максимальная разница в сроках отела животных в одной технологической группе, принят равным двум неделям – 14 дней. Такой и вообще, кратный неделе ритм, позволяет осуществлять все перемещения групп из цеха в цех всегда в один и тот же день недели, что способствует совпадению технологической дисциплины и поддержанию строгого распорядка работы отрасли.

Продолжительность физиологического цикла принята кратной ритму производства и равна 364 дням.

Весь цикл разбит на отдельные периоды (рис. 2) соответственно физиологическому состоянию животных:

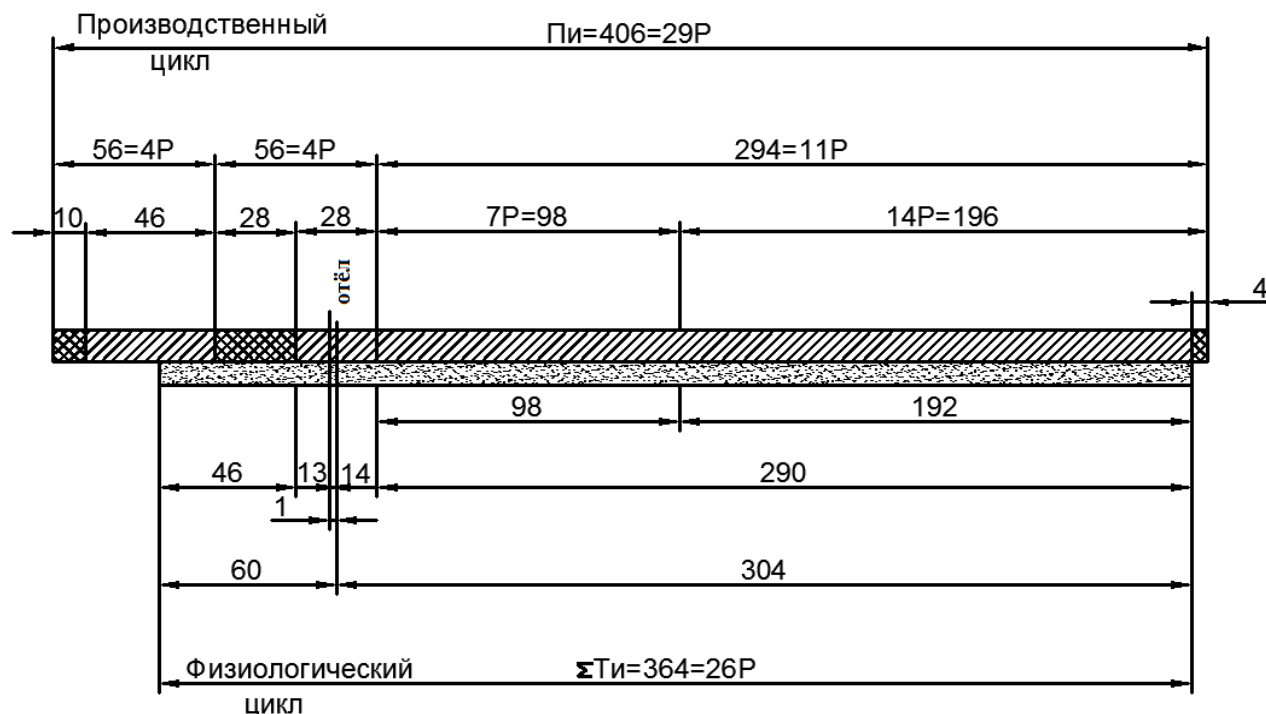


Рисунок 2. Схема деления физиологического и производственного циклов на периоды

- 46 дней животные содержатся в цехе подготовки к отелу;
- 13 дней – на дорожном участке цеха отела;
- 1 день – на родовом участке в денниках или стойлах родильного отделения;
- 14 дней – на послеродовом участке цеха отела;
- 96 дней – в цехе раздоя и осеменения;
- 196 дней – в цехе производства молока.

Два последних периода выделены условно, так как животные из цеха раздоя могут не перемещаться в цех производства. Меняются только рационы кормления, технология обслуживания и соответствующие метки, обозначающие номер цеха.

С целью создания благоприятных условий для борьбы с инфекционными заболеваниями животных при смене поголовья, секции должны подвергаться санации. Это возможно только при условии соблюдения одного из основных принципов промышленного животноводства – использования секций по принципу: "все пусто – все занято".

Для соблюдения этого принципа необходимо, во-первых, чтобы продолжительность использования секций в каждом цехе (кроме цеха отела) была кратной ритму производства и, во-вторых, больше, чем продолжительность соответствующего физиологического периода. Общая продолжительность использования секций одной технологической группой (производственный цикл) может быть принята: $366 \times 1,12 = 408$ дней. Ближайшим к этому числу, кратному ритму (14 дней), является число 406. Весь производственный цикл соответственно физиологическому циклу также разбит на отдельные периоды.

Период использования секций в цехах подготовки к отелу и отела принят: $4P = 56$ дней; в цехе раздоя: $7P = 98$ дней; в цехе производства молока: $14P = 196$ дней. Общая продолжительность санации всех секций в одном производственном цикле – 42 дня. Из них 28 дней отведено на санацию секций в цехе отела, что при продолжительности содержания животных в этом цехе – 28 дней дает возможность выде-

лить две изолированные секции, работающие попеременно.

Технологический расчет начинают с расчета контрольно-селекционной фермы. Прежде всего, необходимо определить количество проверенных первотелок, необходимых для ремонта стада взрослых коров в соответствии с заданным коэффициентом их выбраковки и выранжировки:

$$N_{\text{м}} = \frac{N_{\text{х}} \cdot \delta_{\text{х}}}{1 + 0,84\delta_{\text{х}}};$$

где число 0,84 означает отношение продолжительности лактации первотелки к числу дней в году (365-366).

Если выходное поголовье – 920 коров, то количество первотелок должно быть:

$$N_{\text{м}} = \frac{920 \times 0,25}{1 + 0,21} = 190.$$

Для того чтобы получить это количество первотелок при заданном коэффициенте их выбраковки и выранжировки ($\delta_{\text{н}} = 0,15$), необходимо иметь нетелей:

$$N_{\text{н}} = \frac{N_{\text{м}}}{1 - \delta_{\text{н}}} = \frac{190}{1 - 0,15} = 224.$$

Если считать, что все нетели отелятся, то среднегодовое поголовье первотелок будет:

$$N_{\text{ВП}} = \frac{N_{\text{м}} + N_{\text{н}}}{2} = \frac{190 + 224}{2} \times 0,84 = 174.$$

Тогда среднегодовое поголовье взрослых коров:

$$N_{\text{к}} = N_{\text{В}} - N_{\text{ВП}} = 920 - 174 = 746 \text{ коров.}$$

При этом ввод первотелок на 100 взрослых коров составит:

$$\delta_{\text{к}} = 190 : 746 = 0,25,$$

то есть – 25 голов, как и требуется по исходным данным.

Расчет контрольно-селекционной фермы сведен в таблицу 1, а расчет фермы производства молока – в таблицу 2. В расчете принято, что выбраковка коров

Таблица 1. Расчет контрольно-селекционной фермы

Технологические параметры	Цех № 7	Цех № 8			Цех № 9	Цех №10	Цех № 1		
		Участки					Участки		
		доро- довый	родо- вый	после- родовый			до 7дней	до 1 мес.	до 3 мес.
Коэффициент выбраковки	-	-	-	0,02	0,03	0,10	0,02	0,57	0,01
Поступило голов	224	224	224	224	220	213	192	188	81
Выбраковано, голов	-	-	-	4	7	21	4	107	1
Передано, голов	224	224	224	220	213	192	188	81	80
Темп комплектации	0,61	0,61	0,61	0,61	0,58	0,53	0,52	0,52	0,26
Ритм производства	14	-	-	-	14	14	-	7	7
Кол-во мест в секции	9	-	-	-	8	8	4	4	4
Кол-во секций	4	-	-	-	7	14	2	4	5
Продолжительность исполь- зования секций, дней	56	26	2	28	98	196	14	28	70
Санация, дней	10	13	1	14	-	4	7	7	3
Период содержания, дней	46	13	1	14	98	192	7	21	67
Кол-во мест в помещении	36	16	2	17	56	112	8	16	20
Кол-во голов в помещении	30	8	1	9	56	109	4	12	19

Таблица 2. Расчет фермы производства молока

Технологические параметры	Цех № 11	Цех № 12			Цех № 13	Цех №14	Цех № 1п		
		Участки					Участки		
		доро- довый	родо- вый	после- родовый			до 7дней	до 1 мес.	до 3 мес.
Коэффициент выбраковки	-	-	-	-	0,25	0,02	0,02	0,51	0,01
Поступило голов	746	746	746	746	746	746	671	658	322
Выбраковано, голов	-	-	-	-	-	187	13	336	3
Передано, голов	746	746	746	746	746	559	658	322	319
Темп комплектации	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	1,53	0,88	0,88
Ритм производства	14	-	-	-	14	14	-	7	7
Кол-во мест в секции	29	-	-	-	29	29	11	2*6	6
Кол-во секций	4	-	-	-	7	14	2	4	10
Продолжительность исполь- зования секций, дней	56	26	2	28	98	196	14	28	70
Санация, дней	10	13	1	14	-	3	7	3	3
Период содержания дней	46	13	1	14	98	193	7	25	67
Кол-во мест в помещении	116	53	4	57	203	406	22	52	60
Кол-во голов в помещении	94	27	2	29	200	394	11	46	58

производится в конце лактации, при передаче в цех подготовки к отелу.

Согласно табл. 1 и 2, на ферму выращивания нетелей поступает 80 телочек с контрольно-селекционной фермы и 319 телочек с фермы производства молока. Всего, таким образом на выращивание поступает 399 телочек в возрасте 100 дней.

Следовательно, темп комплектации составляет $399 : 365 = 1,09$ голов в сутки.

Темп производства нетелей, очевидно, должен быть равен темпу комплектации контрольно-селекционной фермы, то есть 0,61 нетель в сутки или 224 нетели в год.

В соответствии с исходными данными коэффициент выбраковки молодняка за период выращивания принят: $0,12 - 0,03 = 0,09$, так как 3 % телочек выбра-

ковано за период выращивания до 3-х месяцев.

Реализация сверхремонтного молодняка производится в возрасте 12 месяцев.

Количество реализуемого молодняка:

$$399 (1 - 0,04) - 224 (1 - 0,05) = 383 - 236 = 147 \text{ гол.}$$

Расчет фермы выращивания нетелей при этих исходных данных представлен в таблице 3.

Все поголовье крупного рогатого скота ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» размещено на пяти молочно-товарных фермах: «Озеро-1»; «Озеро-2»; «Басмановка»; «Марковцы»; «Сороковщина». Учитывая состояние помещений, кормовую базу и трудовые ресурсы предприятия, а также требования специализации производства, в перспективе предусматривается сконцентрировать все поголовье на трех фермах – «Озеро-1» и «Озеро-2» и «Марков-

Таблица 3. Ферма выращивания нетелей

Технологические параметры	Цехи					Примечание
	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	
	3-8 мес.	8-12 мес.	12-16 мес.	16-20 мес.	20-25 мес.	
Коэффициент выбраковки, голов	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	$\sum \delta_{\text{и}} = 0,09$
Поступило, гол. в год	399	391	236	234	229	
Выбраковано, гол. в год	8	8	2	5	5	$\sum N_{\delta} = 28$
Передано, голов в год	391	383	234	229	224	
Темп комплектации	1,09	1,07	0,65	0,64	0,63	
Ритм производства	14	14	14	14	14	
Кол-во мест в секции	15	15	9	9	9	
Кол-во секций	10	10	8	10	10	$\sum C_{\text{и}} = 48$
Продолжительность использова- ния секций	140	140	112	140	140	$\sum P_{\text{и}} = 672$
Продолжительность санации	3	3	3	3	3	$\sum D_{\text{и}} = 15$
Продолжительность периода содержания, дней	137	137	109	137	137	$\sum T_{\text{и}} = 657$
Кол-во мест в помещении	150	150	72	90	90	$\sum K_{\text{и}} = 552$
Кол-во голов в помещении	150	150	71	88	88	$\sum N_{\text{и}} = 547$
Возраст при поступлении	100	237	374	463	620	
Возраст при передаче, дн/м	237/7,8	374/12,3	483/15,9	620/20,4	757/24,9	

Таблица 4 Расчет фермы откорма

Технологические параметры	Цеха		Примечание
	№ 15	№ 16	
	1-3 мес.	3-13 мес.	
Коэффициент выбраковки, голов	0,02	0,01	$\sum \delta_i = 0,03$
Поступило гол. в год	443	434	
Выбраковано гол. в год	9	4	$\sum N_{\delta} = 13$
Передано, голов в год	434	430	
Темп комплектации	1,19	1,18	
Ритм производства	14	14	
Кол-во мест в секции	17	17	
Кол-во секций	5	22	$\sum C_i = 48$
Продолжительность использования секций	70	300	$\sum P_i = 370$
Продолжительность санации	3	3	$\sum D_i = 6$
Продолжительность периода содержания, дней	67	297	$\sum T_i = 364$
Кол-во мест в помещении	85	374	$\sum K_i = 459$
Кол-во голов в помещении	80	350	$\sum N_i = 430$
Возраст при поступлении	30	237	

Таблица 5. Наличие и потребность скотомест

№ цеха	Ферма выращива- ния нетелей «Озе- ро-2»		Контрольно- селекционная ферма «Озеро-2»		Ферма производ- ства молока «Озеро-1»		Ферма откорма «Марковцы»	
	Факт.	Треб.	Факт.	Треб.	Факт.	Треб.	Факт.	Треб.
1.0. Профилакторий			8	8	22	22		
1.1. Телята до 1 мес.			16	16	52	52		
1.2. Телята до 3 мес.	70	80						
2. Телята 3-8 мес.	140	150						
3. Телочки 8-12 мес.	140	150						
4. Телочки 12-16 мес.	-	72						
5. Телочки 16-20 мес.	-	90						
6. Нетели 20-25 мес.	-	90						
7/11 Подготовка к отелу			-	36	115	115		
8/12 Отела			-	35	115	115		
9/13 Раздой			-	56	200	200		
10/14 Проверка			-	112	400	400		
15. Откорм до 3-х мес.							85	85
16. Откорм							374	374
Итого: для взрослого по- головья	-	252	-	239	830	830	459	459

цы». При этом ферму «Озеро-1» целесообразно специализировать на производстве молока, а «Озеро-2» – на выращивании нетелей, разное и проверке первотелок. На ферме «Марковцы» вести откорм крупного рогатого скота (таблица 4).

Фактическое наличие скотомест на всех фермах предприятия и их потребность по результатам технологического расчета и в соответствии с принятой технологической схемой производства представлены в таблице 5. Из нее, в частности, следует, что для предприятия на базе фермы «Озеро-2» необходимо дополнительно построить помещение для выращивания нетелей на 252 места и контрольно-селекционную ферму на 239 мест. Весь остальной скот размещается в существующих помещениях после соответствующей их реконструкции.

Заключение

Согласно проведенным расчетам, в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» необходимо построить помещение для выращивания нетелей и контрольно-селекционную ферму. На остальных фермах необходимо провести соответствующую реконструкцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костомахин, Н.М. Основы современного производства молока / Н.М. Костомахин. – Венгрия, Буди, Рада пуста: Хунланд Трейд Кфт, 2011. – 62 с.

К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

М.А. Прищепов, докт. техн. наук, доцент, Е.С. Пашкова, преподаватель, В.В. Маркевич, ст. преподаватель, Л.А. Расолько, канд. биол. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Приведены основные понятия и направления промышленного производства пищевых органических продуктов. Дан анализ органического земледелия и органического животноводства в странах ЕС, России и Республике Беларусь.

The basic concepts and directions of industrial food organic products are presented. The analysis of organic farming and organic livestock production in the EU, Russia and Belarus is given.

Введение

Важнейшей задачей цивилизации является сохранение ресурсов планеты и повышение качества жизни и здоровья населения. На это нацелено органическое производство пищевых продуктов, основанное на использовании только натуральных методов хозяйствования. Принципы органического земледелия и органического животноводства (основы для производства органических пищевых продуктов) универсальны и приняты Международной федерацией движения за органическое сельское хозяйство (IFOAM – international Federation of Organic Agriculture Movements), созданной в 1972 году и объединяющей соответствующие структуры из 108 стран мира [1]. Данная Международная федерация установила следующие принципы:

- сохранение и повышение плодородия почвы, предотвращение ее эрозии;
- минимальное использование невозобновляемых ресурсов и компонентов неорганического производства;
- использование отходов растений и животных при культивировании растений и содержании животных;
- осуществление органического производства с учетом местных и региональных особенностей;
- поддержание здоровья животных на основе повышения их иммунитета, выбора соответствующих пород, использования кормов растительного происхождения;
- обеспечение защиты растений за счет профилактических мер (выбор стойких к вредителям и болезням сортов, применение соответствующего севооборота, механических, физических и биологических методов защиты от вредных организмов);
- использование пастбищного содержания скота и другие.

Пищевые органические продукты, полученные из сырья органического земледелия и животноводства, содержат пищевые волокна, витамины, антиоксиданты

и другие вещества в естественной форме, наиболее приспособленной для усвоения организмом человека. С помощью органических продуктов можно удовлетворить среднюю суточную потребность в основных пищевых веществах и энергии (табл. 1), определенную техническим регламентом Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011).

К категории органических продуктов относят изделия, полученные с использованием технологий и сырья, где не применялись пестициды и другие средства защиты растений, минеральные удобрения, стимуляторы роста, и не производился откорм животных с применением антибиотиков, гормональных ветеринарных препаратов.

В органических продуктах также полностью исключено применение ГМО, они не должны подвергаться обработке ионизирующим облучением.

В органическом продукте могут быть только натуральные ароматизаторы, препараты из микроорганизмов и ферменты, разрешенные в качестве технологических вспомогательных средств, кроме микроорганизмов и ферментов, полученных методом генной инженерии. Только в указанных случаях на упаковку может наноситься особая маркировка – «органический продукт».

Основная часть

Нормативами предусмотрено, что в пищевом органическом продукте содержание дополнительных ингредиентов не должно превышать 5 % от массы всех компонентов, за исключением пищевой соли и воды. Поскольку в производстве пищевых продуктов основную массу ингредиентов составляет сельскохозяйственное сырье или продукты его первичной переработки, установлены особые требования к почве, воде, и севообороту, которые исключают попадание загрязняющих веществ и микроорганизмов, опасных для здоровья человека.

**Таблица 1. Средняя суточная потребность основных пищевых
веществах и энергии**

Наименование показателей	Рекомендуемый уровень суточного потребления
Энергетическая ценность, кДж/ккал	10 467/2500
Белки, г	75,0
Жиры, г, в т.ч. полиненасыщенные жирные кислоты	83,0 11,0
Усвояемые углеводы, г., в т.ч. сахара, г.	365,0 65,0
Пищевые волокна, г	30,0
<i>Минеральные вещества:</i>	
Кальций, мг	1000,0
Фосфор, мг	800,0
Железо, мг	14,0
Магний, мг	400,0
Цинк, мг	15,0
Йод, мкг	150,0
Калий, мг	3500,0
Селен, мг	0,07
<i>Витамины:</i>	
А, мг	800,0
Д, мкг	200 МЕ витамина Д (это 5 мкг холекальциферола)
Е, мг	10,0
С, мг	60,0
Тиамин, мг	1,4
Рибофлавин, мг	1,6
Ниацин, мг	1,8
В6, мг	2,0
Фолатин, мкг	200,0
В12, мкг	1,0
Пантотеновая кислота, мг	6,0

К примеру, продукты животного происхождения признаются органическими, если при их производстве использовались пастбища, которые на протяжении трех лет не обрабатывались какими-либо средствами. В кормах для животных и птиц, которые служат сырьем для выработки пищевых продуктов, не допускается применение гормонов и ГМО, но имеются и другие ограничения. Поэтому перспектива выработки пищевых продуктов класса «органический продукт» сложна, но для любого производителя она должна быть почетной, поскольку такое наименование является знаком высокого качества, обеспечивает безусловную безопасность продукта и гарантирует возможность его использования для здорового питания человека.

Начиная с 2008 года, в Европейском Союзе отмечается 10 %-й рост продаж органической продукции. Более того, рынок данных продуктов практически не был затронут финансово-экономическим кризисом, отразившимся почти на всех отраслях экономической деятельности государств, что является явным свидетельством востребованности органических продуктов у финансово обеспеченного населения, которое, заботясь о своем здоровье, осознанно делает свой выбор в пользу органической продукции.

Органическая продукция – это детище органического сельского хозяйства. Органическое сельское

хозяйство – это система производства, которая поддерживает состояние почв, экосистем и людей. Система базируется на экологических процессах, биоразнообразии и циклах с учетом местных условий, а также сочетает традиции, инновации, научные достижения для получения пользы от окружающей среды и хорошего качества жизни для всех, кто вовлечен в эту систему. Таким образом, органическое сельское хозяйство направлено на защиту окружающей среды и животных. Одной из основных целей органического сельского хозяйства является производство продуктов питания с привлекательным подлинным вкусом, текстурой и качеством. Для этого к органическому земледелию и животноводству предъявляются строгие правила, установленные законодательной базой.

Так, органическое (термин-синоним – органико-биологическое) земледелие представляет собой замкнутый производственный цикл и может вестись только на высококультурных почвах. Если не соблюдать это условие, а использовать бедную почву, урожай будет слишком низок, а доход производителя, который выращивает этот урожай, слишком мал.

Поля и гряды, на которых выращивается урожай, должны быть максимально удалены от возможных источников загрязнения. К ним относят не только промышленные предприятия, но и обычные автомо-

бильные дороги. Если даже речь идет не о крупной магистрали, а всего лишь о дороге с интенсивностью движения до 300 машин в сутки, то продукцию, выращенную вблизи от нее, чистой назвать уже нельзя. Поле должно быть удалено от любой проходящей неподалеку дороги минимум на 300 метров. Следует заметить, что расстояние, называемое защитным барьером для полей, где применяется обычное земледелие, составляет всего лишь 25 метров.

Важным требованием органического земледелия является строгое соблюдение севооборота. Наиболее высокой должна быть доля бобовых культур, которые являются синтезаторами азота из воздуха, чем вносят вклад в предотвращение эрозии почв, а также заменяют искусственное внесение минерального и органического азота. Сторонники органического земледелия придерживаются концепции минимальной обработки почв, отказываясь от глубокой вспашки, что соответствует экономному использованию энергии.

Самые жесткие требования предъявляются к применению удобрений и средств защиты растений. Исключаются все виды минеральных удобрений, а разрешается использовать только доломитовую, базальтовую и фосфоритную муку. Запрещается использовать любые химические средства защиты растений от сорняков, вредителей, болезней. Вместо этого для борьбы с сорняками предлагается применять их механическое уничтожение: прополку, культивацию и другие методы. Против вредителей разрешается использовать исключительно биологические средства защиты. Это могут быть объекты – антагонисты (например, при поражении участка поля одними насекомыми, туда выпускаются другие – те, которые ими питаются), а также биологические настои разного рода трав (например, в борьбе против тли используется обрызгивание растений настоем табака).

Есть мнение, что растения, выращенные с применением органических удобрений, являются безопасными с экологической точки зрения. Однако IFOAM разрешает использовать их в очень ограниченных количествах, равных «выходу навоза от двух коров на один гектар». Чтобы было понятнее, поясним, что одна условная корова дает в год 0,7 тонны навоза. Соответственно, на гектар должно быть использовано не более полутора тонн навоза. Для сравнения: считается, что под гектар картофеля необходимо внести 40 тонн навоза, под сахарную свеклу – 60, под кукурузу – 100 тонн. Только тогда можно обеспечить растения всеми необходимыми питательными веществами и гарантировать хороший урожай.

Международной федерацией разрешается использовать лишь органические удобрения из опавших растительных остатков и то при определенных условиях. Так, солому можно использовать для приготовления подстилки скоту, изготовления навоза и внесения в почву, только в том случае, если солома при выращивании не обрабатывалась химическими веществами.

Органобиологическая система земледелия должна вестись в полностью замкнутом цикле. Кроме растениеводства, второй важной составляющей этого цикла является животноводство. Оно должно быть направлено на получение экологически чистой мясной и молочной продукции, а также на обеспечение растениеводства органическими удобрениями. К животноводству требований еще больше, и сами они еще жестче. Так, к производству кормов для животных предъявляются такие же требования, как и к производству пищевых продуктов для человека. В органобиологическом хозяйстве свиньям и коровам можно давать в корм лишь то, что выросло на собственном поле или лугу. В исключительных случаях Европейская федерация разрешает использовать как корма продукцию хозяйств с обычной системой земледелия, но не более 10 % для кормления крупного рогатого скота и не более 30 % — для свиноводства.

В процессе выращивания животных запрещается все, что наносит им травму: кастрация, обрезка хвостов, рогов, вырывание зубов, постановка клейма на шкуру и др. Кроме того, категорически запрещено использовать для воспроизводства животных искусственное оплодотворение.

В Европе и США для того, чтобы заниматься производством экологически чистых продуктов, фермер должен пройти специальную проверку и получить лицензию. Он должен иметь высшее сельскохозяйственное образование и пройти специальный курс обучения производству органобиологической продукции. После этого фермеру назначается испытательный срок – от одного до трех лет (в зависимости от квалификации, опыта и результатов экзаменов), в течение которого за ним наблюдает комиссия. Если за время испытательного срока обнаруживаются какие-либо нарушения, фермера лишают лицензии, причем, это может быть и навсегда.

Продукция, полученная органобиологическим земледелием, имеет специальную маркировку. Она стоит на порядок дороже, чем аналогичная продукция, полученная обычным путем. И это объясняется тем, что хозяйства, производящие экологически чистую продукцию, получают более низкие урожаи (в 2-4 раза ниже, чем обычно).

Законодательная база для производства органических продуктов в Европе находится под контролем Европейской комиссии – органа исполнительной власти Евросоюза. Правила и нормативы по органическому сельскому хозяйству изложены в соответствующих документах [2-4].

Производство органических продуктов питания в России и Беларуси

Сегодня в России, согласно международной статистике, 3192 га сертифицированных сельскохозяйственных угодий (это 8 ферм), что составляет около 0,001 % от общей площади сельхозугодий страны. По

уровню развития органического сельского хозяйства и производства органических пищевых продуктов Россия отстает от большинства стран мира, хотя и обладает существенным потенциалом.

В настоящее время большинство произведенной продукции сельского хозяйства России по своим свойствам близко к органическим. Из-за отсутствия дополнительного финансирования многие фермеры не используют химикаты и технологии генной инженерии, что как раз и является одним из важнейших требований органического сельского хозяйства. Тем не менее, для перехода к органическому сельскому хозяйству необходимо учитывать и общее состояние ферм. Сертификация органических продуктов предполагает проверку всех стадий производства, а не только конечного продукта. Отсутствие при производстве продукции химических препаратов и технологий генной инженерии, согласно международным требованиям, является обязательным, но недостаточным условием, чтобы продукция могла быть сертифицированной как органическая.

В России начала формироваться нормативно-правовая база в области органического сельского хозяйства. Так, в 2013 году был разработан законопроект об органическом сельском хозяйстве. После внесения ряда предложений и поправок в федеральный законопроект, он находится на стадии доработки.

В Республике Беларусь также рассматриваются вопросы организации выпуска продукции органического производства. Предусмотрены мероприятия, направленные на разработку необходимых нормативных документов с учетом европейских требований. Идет процесс определения территорий, соответствующих требованиям органического производства. Всего по состоянию на 2013 год в Беларуси сертификацию прошли чуть более десяти фермерских хозяйств. В основном это небольшие фермерские хозяйства, занимающиеся выращиванием ягод и овощей на площадях в несколько гектаров. Но в органическое производство вовлекаются и относительно крупные хозяйства, в том числе и государственные. Так, процесс сертификации начало учебное предприятие «Вилейский государственный сельскохозяйственный профессиональный лицей», владеющее площадью в 260 га и стадом из 40 коров, и еще одно достаточно крупное предприятие – КФХ «ДАК» Дмитрия Крылова. Оно специализируется на разведении коз и производстве молока. Фермер намерен организовать переработку – выпуск сыров и цельномолочной продукции. Этому фермеру предстоит пройти через все этапы «органической» сертификации.

Сертификат выдается на каждую отдельную отрасль. Сначала сертифицируется земля и растениеводство, и этот процесс занимает два – три года. В этот период фермер не должен применять пестициды, синтетические минеральные удобрения, а использовать только органические семена и т.д. Лишь после

того, как в течение двух-трех лет фермер подтвердит, что неукоснительно соблюдает все требования стандарта, ему выдадут сертификат.

Одним из главных требований при сертификации органического производства является полная открытость предприятия экспертам. Фермеру необходимо вести дополнительную отчетность, которая призвана продемонстрировать, что никакие ГМО или протравленные семена не использовались. Он должен заботиться о плодородии почв, составляя баланс питательных веществ таким образом, чтобы со временем наращивать содержание гумуса.

Кроме того, стандарты органического производства потребуют отказаться от кормовых добавок. Использование антибиотиков разрешено только для лечения больных животных. При этом сроки, в течение которых молоко не может поступать в общий сбор (холодильник), удваиваются по сравнению с теми, которые рекомендованы производителями лекарственных средств.

На последнем этапе придется получить сертификат на переработку сельскохозяйственного пищевого сырья в продукты питания органического производства. Иначе говоря, нельзя получить экопродукцию из чистого сырья, но по обычной технологии.

Заключение

Оценивая перспективу внедрения органического земледелия в Беларуси, необходимо отметить, что почв, подходящих для его ведения, в нашей стране не так уж и много. По специальной шкале оценки урожайности, почва с баллом 20 – очень низко окультуренная и может дать урожай не более 20 центнеров зерна с гектара. Почва же с баллом 40 может дать урожай от 80 до 100 центнеров. Районов с баллом 40 в Минской области только два. Самые лучшие почвы в Беларуси, оцениваемые в 100 баллов, находятся в Житковичском районе. Внедряя агробиологическое земледелие в других регионах Беларуси, нужно рассчитывать на то, что урожайность будет намного меньше, чем сейчас.

Думаем, что в Беларуси пока не сложились экономические предпосылки для широкомасштабного ведения органического земледелия. Для этого нужно, чтобы в стране наблюдался переизбыток продуктов питания для внутреннего потребления и экономически обоснованный экспорт, а их производство нуждалось в искусственном ограничении, как это делается в некоторых странах Европы. В Беларуси еще есть потенциал экспортного роста, и руководство страны справедливо ставит задачу по наращиванию экспортных возможностей. Поэтому в таких условиях затрачивать усилия на производство меньшего количества продукции (пусть и органической) при больших вложениях нецелесообразно.

В стране должен сформироваться класс потребителей, которые эти дорогие органические продукты

покупали бы. А пока большинство белорусов еще не готовы платить большие деньги за бренды типа «органический продукт». Тем не менее, несмотря ни на что, такой класс потребителей в Беларуси имеется. Это наши дети – будущее нашей страны. Пищевая продукция для детского питания, предназначенная прежде всего для детей раннего возраста (до трех лет), дошкольного и школьного возраста, должна отвечать соответствующим физиологическим потребностям детского организма и не причинять вред здоровью ребенка соответствующего возраста. Производство органических продуктов питания – это, прежде всего, проявление заботы о здоровье детей, о будущем государства.

Преимущества органической продукции, по сравнению с обычной, состоят в том, что она позволит улучшить здоровье наших детей, потому что [5] фрукты и овощи, полученные в органическом сельском хозяйстве, имеют повышенную концентрацию природных антиоксидантов, а мясо животных и птиц, произведенное органическим сельским хозяйством, содержит меньше жира по сравнению с обычным, в нем больше ненасыщенных жирных кислот, а это снижает риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, диабета и накопление избыточной массы тела ребенка.

В Беларуси есть все предпосылки для производства органических пищевых продуктов в объемах, удовлетворяющих спрос на детское питание. К ним относят наличие сельскохозяйственных площадей, которые мало обрабатывались последние десятилетия минеральными удобрениями и средствами защиты растений (на них выращивался урожай для перера-

ботки в продукты детского питания). Кроме того, себестоимость производимой в республике органической пищевой продукции будет несколько ниже, чем в странах ЕС и причина этого – дешевый труд белорусов и ограниченное применение пестицидов и удобрений.

Органические продукты для детского питания – высокомаржинальный товар и все более возрастающий спрос на мировом рынке на эту продукцию будет способствовать их экспорту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скорина, Л.М. Правила практического применения в ЕС принципов органического производства в животноводстве / Л.М. Скорина, Т.А. Филюкова // Стандартизация, 2013. – № 3. – С. 20-23.
2. Регламент Совета (ЕС) № 834/2007 от 28 июня 2007 г. по органическому производству и маркировке органических продуктов.
3. Регламент Комиссии (ЕС) № 889/2008 от 5 сентября 2008 г., устанавливающий подробные правила реализации Регламента Совета (ЕС) № 834/2007 по органическому производству, переработке, распространению, маркировке и контролю экологически чистых органических продуктов.
4. Регламент Комиссии (ЕС) № 1254/2008 от 15 декабря 2008 г., вносящий изменения и дополнения в Регламент (ЕС) 889/2008.
5. Никифорова, Т.А. Органическая продукция и пищевые добавки для ее производства / Т.А. Никифорова, Т.Н. Губасова // Пищевая промышленность, 2012. – № 6. – С. 52-54.

“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 первое полугодие 2015 года: для индивидуальных подписчиков - 111 000 руб., ведомственная подписка - 150 996 руб.

ТЕНДЕНЦИИ МИРОВОГО РЫНКА САХАРА И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ БЕЛОРУССКОЙ САХАРНОЙ ОТРАСЛИ

Н.М. Маркусенко, канд. экон. наук (БГЭУ)

Аннотация

В статье проанализированы проблемы, с которыми сталкиваются сахаропроизводители в условиях перенасыщения мирового рынка сахара и неблагоприятной ценовой конъюнктуры. Дана оценка экспортных перспектив белорусской сахарной отрасли.

The article analyses the problems faced by sugar producers in conditions of saturation of the world sugar market and unfavorable pricing environment. The estimation of the export prospects of Belarusian sugar industry is given.

Введение

Сахар входит в основной перечень продуктов питания, по которым определяется ситуация в области продовольственной безопасности большинства государств, и поэтому состояние его рынка, проявляющееся в показателях объемов производства сахарного сырья, готовой продукции, переходящих запасов, ценовых трендов, с заинтересованностью отслеживают как экспортеры, так и импортеры сахара. После более чем десятилетнего периода роста, с 2011 г. на мировом рынке наблюдается устойчивая тенденция снижения цен на сахар. Следует отметить, что механизм ценообразования на этот продукт в прошлом учитывал не только объективные факторы (мировые запасы продукта, климатические условия выращивания сырья, экономическую и политическую ситуации в странах-производителях), но и спекулятивное поведение игроков на сахарном рынке. Однако в условиях масштабного перепроизводства сахара, когда его мировые запасы достигают 8 млн тонн, трейдеры не в состоянии существенно влиять на складывающиеся ценовые тенденции.

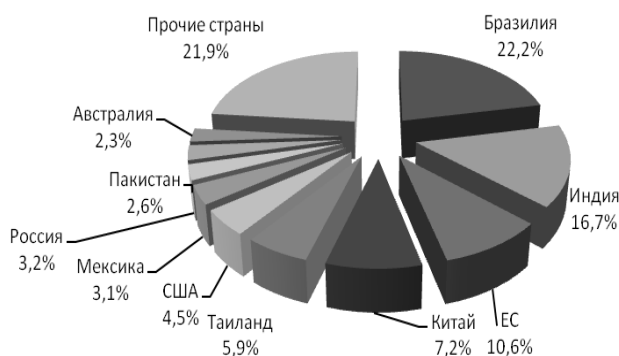


Рисунок 1. Структура мирового производства сахара в 2011-2012 хозяйственном году, % (собственная разработка на основе [2])

Основная часть

Ситуация, складывающаяся на протяжении последних двух десятилетий на мировом рынке сахара, не позволяет характеризовать его как устойчивый. Начиная с 2000 года, в течение десяти лет ежегодные темпы прироста потребления сахара (2,7 %) опережали темпы прироста населения (1,17 %). В то же время следует обратить внимание на существенное различие в приросте потребления рассматриваемого продукта в разных регионах планеты. За период с 2000 по 2012 гг. в развивающихся странах этот показатель увеличился на 44 %, в развитых – на 8 % [1].

Опережающие темпы роста потребления сахара по сравнению с темпами роста его производства в течение указанного периода привели к тому, что вплоть до 2011 года на мировом рынке присутствовали тренды сокращения запасов и роста цен на сахар. Однако увеличивающийся спрос на сахар объективно способствовал росту объемов его производства. За последние тринадцать лет производство сахара в Азии увеличилось на 55 %, в Африке – на 30 %, в Латинской Америке – на 58 %. На долю девяти стран (Бразилия, Индия, Китай, Таиланд, США, Мексика, Россия, Пакистан, Австралия) приходится 67 % мирового производства сахара, причем, удельный вес Бразилии и Индии составляет 38,9 %. Неоспоримое лидерство принадлежит Бразилии, обеспечивающей более 22 % мирового производства сахара (рис. 1).

Усилия мировых производителей по наращиванию выпуска сахара на фоне роста цен привели к обратной ситуации. Начиная с 2009 г. начала просматриваться тенденция опережения прироста производства сахара по сравнению с приростом его потребления (рис. 2).

За период 2009-2013 гг. среднегодовой объем производства увеличился на 6,5 %, а прирост потребления достиг лишь 1,2 %. В целом за указанный четырехлетний период мировое производство сахара возросло на 121 %, потребление – на 106 %.

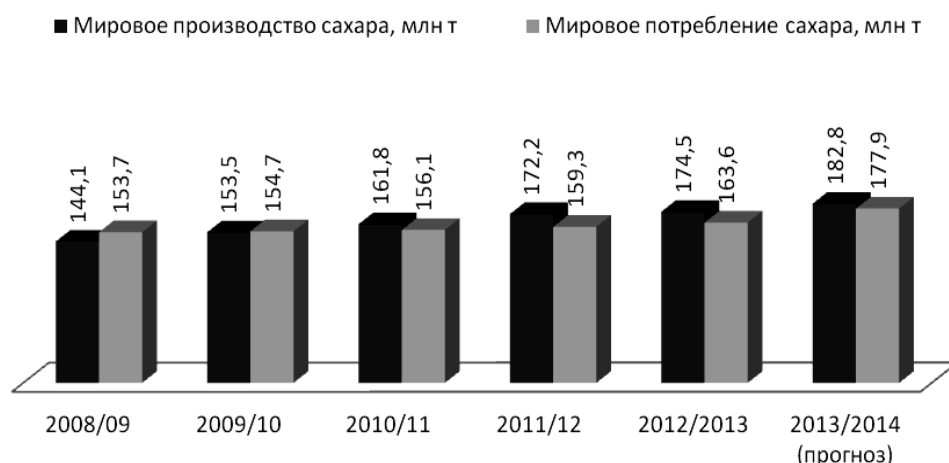


Рисунок 2. Динамика мирового производства и потребления сахара (собственная разработка на основе [2])

По прогнозным оценкам, в 2013-2014 хозяйственном году мировое производство сахара достигнет 182,8 млн т, причем, весь прирост будет обеспечен за счет тростникового сахара в объеме 148,5 млн т. Выпуск свекловичного сахара снизится на 8,3 % и составит 34,3 млн т [3].

Максимальный прирост потребления сахара в 2014 г., прогнозируемый на уровне 8,7 %, обеспечит его мировой расход в объеме 177,9 млн т и годовой профицит в объеме 4,9-5,2 млн т, который еще больше усилит давление на рынок. К 2020 году мировое потребление рассматриваемого продукта прогнозируется на уровне 212 млн т, а к 2030 г. спрос поднимется до 257 млн т [4]. Основными мировыми импортерами сахара выступают страны ЕС (8 % от мирового объема импорта сахара), Индонезия (7 %), Китай (6 %), Алжир (6 %), США (5 %).

Сложившиеся тренды развития мирового сахарного рынка дают основание утверждать, что увеличение потребления сахара будет обеспечиваться в первую очередь за счет роста экономик Китая, Индии, стран Африки и Латинской Америки. С учетом этого крупнейший мировой производитель сахара – Бразилия за 20 лет планирует увеличить его выпуск на 45 млн т, что практически полностью покроет дополнительный спрос.

Более пристальное рассмотрение объемов потребления сахара в динамике позволяет говорить о вырисовывающейся тенденции замедления темпов его роста, что обусловлено, во-первых, низким уровнем доходов населения развивающихся стран, обеспечивающих прирост потребления, во-вторых, растущим использованием альтернативных подсластителей в развитых странах.

Падение цен на сахар в условиях скопившихся запасов поставило в сложные экономические условия производителей свекловичного сахара, поскольку в силу природно-климатических, агротехнических и технологических факторов стоимость производства сахара из сахарной свеклы выше, чем из тростника. Например, в Бразилии стоимость тонны сахара составляет 275 долл. США, в России такое его количе-

ство обходится в 587 долл. США [5]. В результате экономические факторы повлияли на изменение структуры сахарного сырья. Если в конце XX столетия доля сахара, произведенного из сахарного тростника, составляла 70 %, то в 2012 г. этот показатель приблизился к 80 %.

Вместе с тем, в интересах обеспечения национальной продовольственной безопасности правительства многих государств, и в первую очередь европейских, вклю-

чая Беларусь и Россию, в последние годы оказывали серьезную поддержку отечественным производителям посредством мер экономического регулирования, способствующих формированию инвестиционной привлекательности сахарной индустрии. Государственная аграрная политика стран, располагающих мощной сахарной промышленностью, нацелена на то, чтобы полностью обеспечить внутренний спрос на сахар за счет собственного производства и отказаться от импортных поставок, подверженных ощутимым ценовым колебаниям.

Наиболее действенным инструментом защиты собственных производителей является применение импортных пошлин на ввозимый дешевый сахар. Страны Единого экономического пространства применяют таможенные пошлины на сахар сырец, ввозимый на общую таможенную территорию, размер которых находится в обратной зависимости от уровня цен на сырье. Такой механизм призван предотвращать ситуацию, когда себестоимость отечественного сырья может оказаться выше цены на ввозимый сырец. С целью поддержания отечественных производителей и создания равных конкурентных условий при переработке отечественного и импортного сырья ставки таможенных пошлин периодически пересматриваются. С начала 2014 г. указанная ставка составляет 171 долл. США за тонну.

Сахарная промышленность Республики Беларусь, представленная четырьмя сахарными заводами, обеспечивает внутренние потребности в сахаре и осуществляет экспортные поставки. В результате поэтапной модернизации сахарных заводов в настоящее время их мощность достигла 32,7 тыс. т переработки сахарной свеклы в сутки. В 2013 г. в Беларуси было произведено 852,7 тыс. т сахара, в том числе 603 тыс. т свекловичного. Внутренняя годовая потребность в сахаре составляет около 400 тыс. т, остальная продукция поставляется зарубежным потребителям (табл. 1).

Основные объемы белорусского экспорта сахара (94 % в 2010 г. и 99 % в 2013 г.) локализуются в пределах СНГ, причем доля российского рынка за рассматриваемый период возросла с 41 до 73 %. В 2013 г. практически все указанные в таблице страны СНГ (за

Таблица 1. Показатели экспорта сахара Республикой Беларусь, тыс. т

Годы	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Экспортировано сахара – всего	493,40	396,20	451,20	516,10
в том числе:				
страны СНГ	465,40	388,10	439,20	511,40
из них:				
Россия	189,50	192,90	243,70	373,60
Казахстан	62,40	52,90	59,00	46,00
Кыргызстан	41,70	58,40	43,00	27,30
Молдова	1,00	18,40	17,90	33,80
Узбекистан	35,40	3,50	48,70	25,20
Украина	95,70	37,50	0,30	0,70
Таджикистан	20,00	20,90	14,00	4,80
Туркменистан	19,70	3,60	12,60	–
страны вне СНГ	28,00	8,20	12,10	4,70
из них:				
Грузия	20,50	7,30	6,20	1,50
Литва	0,60	0,40	1,50	0,60
Латвия	–	0,30	1,00	1,00
Польша	–	–	0,50	1,20

Примечание: Собственная разработка на основе [6].

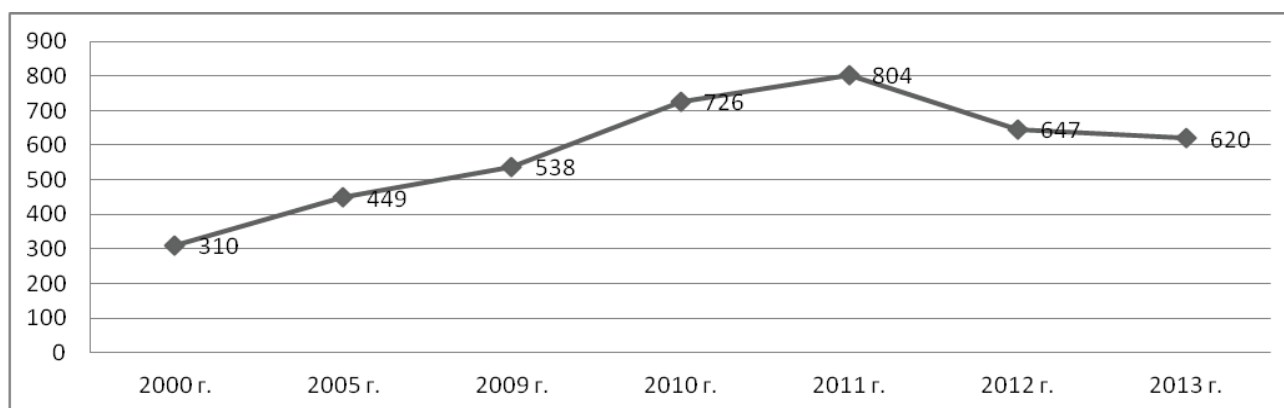


Рисунок 3. Динамика экспортной цены 1 т белорусского сахара, долл. США (собственная разработка на основе [6])

исключением России и Молдовы) значительно сократили импорт белорусского сахара. Снижение интереса к белорусскому продукту со стороны покупателей было обусловлено прежде всего тем, что производители тростникового сахара имеют возможность предложить свой продукт по более низким ценам. Кроме того, на рынках Казахстана, Таджикистана и Туркменистана белорусскую продукцию существенно потеснил сахар, поставляемый из России.

Давление растущих мировых запасов сахара оказало существенное влияние на снижение цены, что привело к сокращению экспортной выручки белорусских предприятий на фоне растущих поставок сахара за рубеж (рис. 3). В 2013 г. по сравнению с 2010 г. был обеспечен прирост физического объема экспорта сахара на 4,7 %, а выручка за этот период сократилась на 10,7 % и составила 319,94 млн долл. США [6].

В 2013 г. по сахарной отрасли был получен чистый убыток, эквивалентный 4,7 млн долл. США [7]. Поскольку такая ситуация не может быть признана удовлетворительной, Республике Беларусь при фор-

мировании экспортной политики в условиях неблагоприятной ценовой конъюнктуры на мировом рынке сахара необходимо принимать в расчет стратегические планы основных стран-импортеров белорусского сахара по наращиванию собственного производства.

В Российской Федерации свеклосахарному подкомплексу в последнее десятилетие серьезное внимание уделяется как со стороны государства, так и со стороны частных инвесторов. В течение 2010–2012 гг. в эту отрасль было инвестировано 2 млрд долл. США государственных средств и около 1 млрд долл. США частных. Ежегодное производство сахара в России составляет 7,5 млн т (в том числе 4–5 млн т свекловичного) при внутренней потребности в 5,5 млн т. В 2011 г. экспорт российского сахара составил 197,3 тыс. т, в 2012 г. – 95,3 тыс. т, причем, 90 % экспорта российского сахара приходится на Казахстан, Таджикистан и Туркменистан [8]. Доктриной продовольственной безопасности России определено, что удельный вес российского свекловичного сахара должен составлять 93,2 %.

Существенное снижение цен на сахарную свеклу в Республике Казахстан, обусловленное падением мировых цен на сахар, привели в последние годы к резкому сокращению объемов ее производства в стране. Доля импортного сахара на казахстанском рынке в 2013 г. достигла 90 %, тогда как в 2012 г. она составляла 64,8 %. В этой связи Казахстан начал прилагать усилия для реанимирования собственной сахарной промышленности, загрузки сахарных заводов и сокращения импорта белого сахара. ТОО «Центральноазиатская сахарная корпорация», объединяющая все шесть сахарных заводов страны, в качестве главной задачи рассматривает не только расширение присутствия на внутреннем сахарном рынке, объем которого составляет 450 тыс. т, но в перспективе и экспортные поставки. На фоне убыточности собственного свекловичного сырья в 2014 г. основная ставка была сделана на импортный тростниковый сахар-сырец, ввоз которого решением правительства страны осуществляется на беспощинной основе для внутреннего потребления. По оценкам экспертов, казахстанские заводы могут работать круглосуточно и выпускать при этом по 650-800 т сахара ежедневно.

Кыргызстан заинтересован обеспечивать себя собственным сахаром. В 2013 г. по сравнению с 2012 г. его производство увеличилось в два раза и составило 29 тыс. т. В целях защиты внутреннего рынка в конце 2013 г. министерством экономики Кыргызстана было принято решение о введении таможенных пошлин на ввоз белого сахара в страну.

Украина, потеряв значительную часть внешних рынков сахара вследствие низкой доходности экспортных сделок, сократила посевные площади под сахарную свеклу с 1605 тыс. га до 623 тыс. га и, соответственно, объемы производства корнеплодов с 44,3 до 15,5 млн. т. Несмотря на это, местная сахарная промышленность полностью обеспечивает внутреннюю потребность на уровне 1800-1850 тыс. т в год.

Принимая во внимание вышеизложенное, важно реально оценить возможности присутствия белорусской продукции на внешнем рынке в условиях его перенасыщения. Неблагоприятная рыночная конъюнктура ставит отечественных экспортеров в худшие условия по сравнению с производителями тростникового сахара и способствует сокращению экспортных доходов. Белорусское государство, исключив в начале 2014 г. сахар из перечня социально значимых товаров, предоставило возможность его производителям определять собственную политику в области ценообразования на внутреннем рынке. Однако дальнейшее повышение цен на сахар, рассматриваемое в качестве инструмента компенсации потерь от экспорта, снизит конкурентоспособность белорусской кондитерской отрасли и приведет к переориентации покупателей на более дешевую импортную продукцию.

Заключение

Результаты проведенного исследования дают основание сделать следующие выводы по рассматриваемой проблеме:

1. Сложная экономическая ситуация, когда уровень затрат производителей и продавцов не вписывается в мировые цены, вынуждает к поиску мер, которые обеспечат сокращение мировых запасов сахара. Следует выделить ряд направлений, способствующих активизации этого процесса. Во-первых, излишние запасы сахара в ближайшее время могут быть использованы на производство этанола, заявление в этом направлении все более активно звучат со стороны стран, где эти запасы максимальны. Во-вторых, производители сахарного тростника, не желающие сокращать площадь его плантаций, скорее всего, примут разумное экономическое решение в пользу увеличения доли тростника, направляемого на получение энергоносителей. В-третьих, рост доходов населения в Китае, Индии будет способствовать увеличению спроса на сахар в этих странах, и если Индия прирост спроса способна удовлетворить за счет собственных ресурсов, то дополнительную потребность Китая в сахаре будут покрывать импортные поставки. В-четвертых, в сложных экономических условиях государства, где сахарная промышленность получила широкое развитие, будут оказывать поддержку собственным производителям с использованием экономических, а, возможно, и административных мер краткосрочного характера. Приведенные доводы позволяют сделать осторожный прогноз в отношении роста мировых цен на сахар в среднесрочной перспективе.

2. Владельцы сахарного бизнеса серьезно обеспокоены тем, что низкие цены на сахар, минимизируя норму доходности на вложенный капитал, блокируют инвестиции в отрасль, что ведет к снижению стоимости отраслевых активов. В этой связи Международная организация по сахару (МОС), членами которой являются 86 стран, на долю которых приходится 85 % мирового производства, 68 % мирового потребления, 46 % импорта и 95 % экспорта сахара, с целью оживления процесса инвестирования в отрасль, должна активизировать применение имеющихся в ее арсенале инструментов, обеспечивающих сокращение мировых запасов сахара.

3. В сложившихся условиях Республике Беларусь экономически целесообразно осуществлять производство сахара в таких объемах, которые полностью покроют внутренние потребности страны, а экспортные поставки не должны приводить к убыточности отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таможенный союз: рынки сырья и продовольствия / З.М. Ильина [и др.]; под общ. ред. З.М. Ильиной. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2013. – 199 с.
2. Статистические годовые отчеты ФАО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>. – Дата доступа: 24.09.2014.
3. Мировое производство сахара превысит спрос на 3,9 млн т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://latifundist.com/novosti/14920-mirovoe-proizvodstvo-sahara-prevysit-spros-na-39-mln-t>. – Дата доступа: 26.09.2014.

4. Эксперты прогнозируют увеличение мирового потребления сахара на 53 % за 20 лет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.bigmir.net/business/341616>. – Дата доступа: 26.09.2014.

5. Гуляева, Т.И. Повышение эффективности свеклосахарного производства: монография / Т.И. Гуляева, Т.А. Власова. – Орел: ГАУ, 2011. – 236 с.

6. Внешняя торговля Республики Беларусь: стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://belstat.gov.by/bgd/public_compilation/index_527/. – Дата доступа: 27.09.2014.

7. Половине сахарных заводов Беларуси в 2013 году пришлось несладко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agronews.by/news/finansy/8447.html>. – Дата доступа: 27.09.2014.

8. Российский рынок сахарной свеклы и сахара в 1990-2013 гг., январе-апреле 2014 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ab-centre.ru/articles/rossiyskiy-rynok-sahara-i-saharnoy-svekly-proizvodstvo-sahara-import-sahara-eksport-sahara-ceny-na-sahar>. Дата доступа: 21.09.2014.

УДК 338.48– 44(1– 22)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.10.2014

СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В КОНТЕКСТЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Л.В. Корбут, канд. экон. наук, доцент (БГЭУ)

Аннотация

В статье показана объективная необходимость активизации использования рекреационных ресурсов сельских территорий Беларуси. Особое внимание уделено перспективам развития сельского туризма как одному из направлений диверсификации сельской экономики.

The article shows the objective necessity of strengthening the use of recreational resources in rural areas of Belarus. Particular attention is paid to the development prospects of rural tourism of the rural economy diversification.

Введение

Все возрастающий в последнее время научный интерес к проблеме рекреации объясняется спецификой труда и отдыха современников. С одной стороны, многочисленные стрессы, большие объемы информации, загрязнение окружающей среды (особенно в городах) требуют предотвращения ухудшения физического и психического здоровья. С другой стороны, увеличение доходов, изменение предпочтений, желание вести здоровый образ жизни диктуют необходимость повышения ее качества путем использования соответствующих ресурсов – рекреационных.

Основная часть

Качество жизни населения, как известно, определяется многими факторами. Доминирующим из них в последнее время стала среда жизни. В свою очередь, эта среда формируется из двух составляющих: социальной и экологической. Исходя из целей исследования, обратимся к последней. Так, С. Л. Тимошек основными элементами качества окружающей среды считает природно-климатические условия, качество атмосферного воздуха, общую техногенную нагрузку, качество питьевой воды и условия рекреации [1]. Термин «рекреация» происходит от латинского «rekreatio» – восстановление, отдых. Справедливости

ради стоит отметить, что, к сожалению, в экономической литературе до сих пор нет однозначного понимания ни этого термина, ни термина «рекреационные ресурсы». Так, изначально в Новой истории в научный оборот слово «рекреация» было введено в конце 19 в., и связывали его с нормированным рабочим днем, вторым выходным днем, летним отпуском. Впоследствии появились другие подходы, основанные как на отождествлении рекреации и отдыха (в строгом соответствии с переводом с латинского языка), так и на их различии. Авторы, исследующие эту проблему, считают рекреацию и видом деятельности, и отдельной функцией деятельности, и расширенным воспроизводством физических, эмоциональных, а также интеллектуальных сил, и даже массивом времени, требуемым для восстановления. Е.Н. Игонина, белорусский исследователь, правомерно считает рекреацию собирательным понятием [2]. Производное от «рекреации» понятие «рекреационные ресурсы» также характеризуется неоднозначностью, в т.ч. в силу различного толкования исходного понятия. Обратимся к определению, данному в 2013 г. российским ученым М.В. Радчук: рекреационные ресурсы – это совокупность природных и искусственно созданных человеком объектов, пригодных для создания рекреационного продукта и используемых в оздоро-

лица, постоянно проживающие в сельской местности, малых городских поселениях и ведущие личное подсобное хозяйство, а также сельскохозяйственные организации – юридические лица, основным видом деятельности которых являются производство (выращивание) и (или) переработка сельскохозяйственной продукции, выручка от реализации которой составляет не менее 50 % от общей суммы выручки [4].

пространственные пределы сельсоветов, за исключением территорий поселков городского типа (городские поселки, курортные поселки и рабочие поселки) и городов районного подчинения, а под малыми городскими поселениями понимаются поселки городского типа, города районного подчинения с численностью населения до 20 тыс. человек.

Агроэкотуристическая деятельность может осуществляться физическими лицами без государственной регистрации в качестве индивидуальных предпринимателей, сельскохозяйственными организациями – при



Уделим в статье больше внимания весьма актуальной сегодня теме, связанной с использованием рекреационных ресурсов, – проблеме развития сельского туризма, а конкретнее – аграрного и экологического. В Беларуси в соответствии с законодательством эти два вида туризма объединены в один – агроэкологический. Считаем, что несмотря на частое сочетание этих видов (что и обусловило, наряду с аналогичной зарубежной законодательной практикой, их объединение), каждый из них является самостоятельным видом туризма, самостоятельным направлением диверсификации сельской экономики и заслуживает отдельной строчки в классификации, что и показано ранее на рисунке 1.

условии ведения раздельного учета доходов, получаемых от данного вида деятельности, и доходов, получаемых от реализации произведенной и переработанной сельскохозяйственной продукции, других видов хозяйственной деятельности, не запрещенных законодательством.

Субъекты агрозкотуризма могут осуществлять деятельность по оказанию услуг в сфере агрозкотуризма при наличии в совокупности следующих условий:

– жилого дома (квартиры в жилом доме) или нескольких жилых домов (квартир в жилых домах), расположенных в сельской местности, малых городских поселениях, принадлежащих на праве собственности физическому лицу – субъекту агроэкотуризма и (или) члену его семьи либо сельскохозяйственной организации, отвечающих установленным санитарным и техническим требованиям и благоустроенных применительно к условиям данного населенного пункта;

– свободных жилых комнат в жилом доме (части жилого дома) для размещения агроэкотуристов;

- осуществлении субъектами агроэкотуризма деятельности по производству и (или) переработке сельскохозяйственной продукции;

- возможностей для ознакомления агроэкотуристов с природными и архитектурными объектами, национальными культурными традициями соответствующей местности [4].

Субъекты агроэкотуризма вправе оказывать следующие виды услуг в сфере агроэкотуризма:

- предоставление жилых комнат для размещения агроэкотуристов, причем число таких комнат не должно превышать десяти. При оказании услуг в сфере агроэкотуризма с использованием более десяти комнат эта деятельность признается предпринимательской;

- обеспечение агроэкотуристов питанием (как правило, с использованием продукции собственного производства);

- организация познавательных, спортивных и культурно-развлекательных экскурсий и программ;

- иные услуги, связанные с приемом, размещением, транспортным и иным обслуживанием агроэкотуристов (т.е., исчерпывающего перечня видов услуг, оказываемых субъектами агроэкотуризма, не установлено; этот перечень является открытым – автор).

Анализ экономических и социальных предпосылок развития агроэкотуризма, носящих международный масштаб, применительно к Беларуси позволил определить предпосылки развития агроэкотуризма в сельской местности Беларуси, к числу которых следует отнести:

- выгодное географическое положение (Беларусь является транспортным и коммуникационным звеном между Россией и Западной Европой);

- довольно низкую конкурентоспособность некоторых видов сельскохозяйственной продукции как в Беларуси, так и на международном рынке в целом;

- необходимость реструктуризации сельскохозяйственного производства с целью повышения его эффективности;

- наличие глобальных и региональных экологических проблем;

- наличие нерентабельных сельскохозяйственных организаций и, как следствие, низкая заработная плата;

- живописные естественные ландшафты;

- разнообразный животный и растительный мир;

- самобытность народных традиций и обычаев, ремесел и промыслов, а также фольклора;

- большое количество памятников археологии, истории и культуры, природы. Так, в настоящее время в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь включено 5379 недвижимых объектов наследия, среди них 2350 – памятники археологии, 1763 – архитектуры, 1191 – истории, 60 – искусства, 11 – градостроительства, 4 – заповедные места. В республике насчитывается 882 памятника природы, особо охраняемой природной территории, 76 объектов духовных (нематериальных) историко-культурных ценностей (гербы, фольклорные традиции др.), 77 объектов движимых историко-культурных ценностей (предметы антиквариата, кла-

ды, книги, иконы, картины и др.). Кроме того, 4 объекта историко-культурного наследия страны включены в список Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО (национальный парк «Беловежская пуца», замковый комплекс «Мир», архитектурно-культурный комплекс бывшей резиденции Радзивиллов в г. Несвиже, Дуга Струве). Сопоставление региональных особенностей сети агроусадоб и географии локализации памятников истории и культуры Беларуси позволяет сделать вывод о большом значении культурно-исторического потенциала для разработки и продвижения конкурентоспособного дифференцированного по содержанию турпродукта агроусадоб в регионах [5].

Согласно исследованиям Всемирного совета по туризму и путешествиям (WTTC), в Беларуси в 2012 году доля туристского сектора в ВВП составила 2,1 %, реальный рост рынка туристских услуг отмечается на уровне 11,5 %, доля экспорта туристских услуг в общем объеме экспорта составила 1,8 %, всего 2,2 % от общего объема инвестиций направлено на развитие туристского сектора страны [6].

Состояние рассматриваемого агроэкотуристского рынка в 2009-2013 гг. свидетельствует о том, что он является одним из наиболее динамично развивающихся (табл. 1).

На протяжении последних лет количество субъектов агроэкотуризма в Беларуси постоянно увеличивалось. Численность туристов, воспользовавшихся услугами данных структур, за рассматриваемый период увеличилась в 299,9 раза и составила 271,7 тыс. человек, а объем приносимой предприятиями рассматриваемой сферы выручки составляет 73,2 млрд р. Его существенное увеличение было обусловлено естественным ростом цен на предлагаемые туристам услуги, а также расширением ассортимента последних. Вместе с тем следует отметить, что продолжительность пребывания туристов в отечественных агроусадобах остается низкой. Так, с 2011 г. по 2013 г. среднее значение данного показателя сократилось в 1,4 раза – от 7,2 до 5 дней.

Динамика численности субъектов агроэкотуризма в разрезе областей Беларуси за 2006–2013 гг. свидетельствует о существенном росте количества агроусадоб во всех областях (Брестская – 4 и 253, Витебская – 5 и 449, Гомельская – 5 и 289, Гродненская – 11 и 246, Минская – 7 и 482, Могилевская – 2 и 162 в 2006 г. и 2013 г. соответственно).

Как видим, больше всего этих субъектов в Минской, Витебской и Гомельской областях (соответственно 25,6 %, 23,9 % и 15,4 % от общего количества), существенно меньше – в Брестской, Гродненской и Могилевской (соответственно 13,4 %, 13,1 % и 8,6 %). При этом следует отметить, что Брестская и Гродненская области имеют меньшие площади территории, чем иные регионы страны.

В региональном разрезе средний темп роста количества субъектов агроэкотуризма в 2009-2013 гг. также различался. В Брестской области значение данного показателя составило 114,7 %, Витебской – 113,2 %, Гомельской – 112,5 %, Гродненской – 111,8 %, Минской – 111,2 %, Могилевской – 110,7 %.

Таблица 1. Динамика развития агроэкотуризма в Беларуси (2009-2013 гг.)

Показатели	Годы					Среднегодовой темп роста, %
	2009	2010	2011	2012	2013	
Число субъектов агроэкотуризма, ед.	927	1247	1576	1775	1881	119,4
Численность туристов, воспользовавшихся услугами агроэкотуризма, чел.	70001	119214	144851	222600	271716	140,4
Количество агроэкотуристов, обслуженных одним субъектом агроэкотуризма за год, чел	75,5	95,6	91,9	125,4	144,5	117,6
Средняя продолжительность пребывания агротуристов, дн.	3	3	7	4	5	13,6
Количество туродней пребывания агроэкотуристов, тыс. ед.	210,0	357,6	1014,0	890,3	1358,6	159,5
Выручка от оказания услуг в сфере агроэкотуризма в сопоставимых ценах 2009 г., млн р.	5261	10015	7825	15278	20967	141,3
Выручка от оказания услуг в сфере агроэкотуризма в сопоставимых ценах 2009 г. в расчете на 1 субъекта агроэкотуризма, тыс. р.	5675,3	8031,3	4965,3	8607,3	11146,7	118,4
Средняя стоимость отдыха в агроусадьбе в сопоставимых ценах в расчете на одного агроэкотуриста, тыс. р.	75,2	84,0	54,0	68,6	77,2	100,7

Примечание: источник – собственная разработка на основе [7, 8].

Гомельской – 148,1 %, Гродненской – 112,1 %, Минской – 122,5 %, Могилевской – 120,0 %. Отметим, что темп роста количества субъектов агроэкотуризма постепенно замедлялся (как в регионах, так и в целом по стране).

Сравнительный анализ показывает, что в Беларуси ежегодный доход от рассматриваемого вида деятельности составляет менее 1 % от ВВП, тогда как, например, в Греции, известной успехами в этой сфере, значение данного показателя достигает 4 %. Незначительность доходов отечественных субъектов агроэкотуризма обусловлена, во-первых, небольшой продолжительностью пребывания посетителей, во-вторых, преобладанием в их числе граждан Беларуси и России. В относительном исчислении количество иностранных агротуристов (стран вне СНГ) на протяжении 2009-2013 гг. осталось на прежнем уровне. Так, за рассматриваемый период удельный вес туристов из этих стран находится на уровне 1,5 %.

В целом агроусадьбы страны посетили граждане более чем 50 стран. Среди иностранных туристов белорусские агроусадьбы чаще всего посещают жители России (11,5 %), Украины (0,5 %) и Польши (0,4 %). Доля граждан Республики Беларусь в общем числе агроэкотуристов в 2013 г. составила 86,3 % и была значительно меньшей, чем в 2009 г. (93,2 %). Для данной отрасли увеличение притока иностранных туристов является одним из приоритетов. Приведенные выше цифры позволяют констатировать, что в настоящее время процесс развития отечественного агроэкотуризма имеет преимущественно экстенсивный характер.

За рубежом в качестве субъектов агроэкотуризма наибольшее распространение получили профильные структуры, имеющие вид малых гостиничных хозяйств

семейного типа; крупных и средних частных объектов (агротуристских деревень и комплексов, культурно-этнографических центров); государственных и частных сельскохозяйственных тематических парков.

Подобная ситуация сложилась и в Беларуси. Многие субъекты отечественного агроэкотуризма представляют собой малые семейные гостиничные хозяйства. К таковым относятся агроусадьбы «Жуков Луг» Горецкого района, «Млынок» Каменецкого района, «Хмелья» Логойского района, «Кролова хата» Россонского района, «Райский уголок» Поставского района и другие. В список крупных и средних частных объектов входят агротуристские комплексы «Гарадзенскі маёнтак «Каробчыцы» (Гродненский район) и «Соловьиная роща» (Поставский район). Крупнейшие в Беларуси агроэкотуристические структуры созданы на базе сельскохозяйственных производственных кооперативов. Таковыми являются СПК «Полесская Нива» (Столинский район), СПК «Первомайский и К» (Смолевичский район) и ряд иных. Укажем, что в числе субъектов отечественного агроэкотуризма доля сельскохозяйственных предприятий составляет менее 2 %. Многие из них ведут аграрное производство, а также научно-исследовательскую и селекционную работу, оставаясь при этом привлекательными туристскими объектами и постоянно действующими выставочно-экспозиционными центрами.

Для современного этапа развития отечественных агроусадоб характерна специализация. Одни из них оказывают преимущественно оздоровительные услуги, другие пропагандируют нематериальное национальное наследие (народные традиции и обряды), третьи раскрывают секреты национальной кухни, четвертые специализируются на традиционных ремеслах. Часто имеет место кооперация между усадь-

бами. Использование кластерной системы организации деятельности позволяет предлагать клиентам комплексные услуги и продукты, увеличивая тем самым доходы. Чтобы стать успешными, сельские туристические центры должны привлекать, интриговать, обучать и радовать своих посетителей [9].

Авторитет Беларуси на мировом рынке агротуристских услуг подтверждается ее участием в таких международных организациях, как ECEAT (Европейский центр экологического и агротуризма), TIES (Международное общество экотуризма), Eurogites (Европейская федерация фермерского и сельского туризма).

Следует отметить, что белорусская туриндустрия становится более технологичной и современной. Ее атрибутами уже стали интернет-реклама, аудиогиды, онлайн-бронирование, приложения для мобильных телефонов, предназначенные для поиска вариантов загородного отдыха в Беларуси, в том числе в агроусадьбах. Дальнейшее развитие данного направления будет способствовать продвижению агроэкотуризма как на внутреннем, так и на международном туристских рынках.

Несмотря на определенные успехи, развитие агроэкотуризма в Беларуси происходит еще недостаточно динамично. Основными факторами, сдерживающими данный процесс, кроме факторов институционального характера, являются:

- психологическое неприятие сельскими жителями работы в сфере обслуживания;
- отсутствие единой стратегической концепции развития рассматриваемой отрасли;
- недостаточное количество агроусадоб, их неравномерное размещение.

Отметим, что значительная часть жителей Беларуси, являющихся основными потребителями агротуристских услуг, предпочитает альтернативные формы отдыха, отличающиеся простотой организации и являющиеся наиболее приемлемыми в финансовом плане. К таковым относится проведение свободного времени на садово-дачных участках, отдых в деревнях у родственников старшего поколения, организация пикников (возможная благодаря общедоступности земельных угодий, бесплатно используемых в рекреационных целях). Тем не менее, процесс урбанизации, сопровождающийся накоплением экологических проблем, уменьшением численности сельского населения и ростом количества заброшенных деревень, в ближайшее время может ускорить развитие агроэкотуризма.

Существуют и иные факторы, ограничивающие развитие рассматриваемых структур. Прежде всего, это – усложненность процедур выделения и оформления земельных участков, регистрации строящихся объектов, определения трудового стажа сотрудников, найма рабочей силы, установки информационных указателей, использования природоохранных зон, а также недостаточная развитость туристской инфраструктуры и невысокая инвестиционная привлекательность сельских территорий.

Анализ процессов создания и функционирования субъектов агроэкотуризма выявляет необходимость благоустройства ряда усадеб и улучшения качества предоставляемых ими услуг. Части данных структур необходима реконструкция, позволяющая улучшить их санитарно-гигиеническое состояние. Как правило, хозяева данных объектов имеют незначительный опыт приема посетителей (в особенности зарубежных), зачастую не владеют иностранными языками, недостаточно дифференцируют различные категории отдыхающих. Нередко деятельность подобных предприятий имеет сезонный характер.

Проанализировав условия и результаты развития агроэкотуризма в нашей стране, можно прийти к выводу, что на современном этапе больше внимания необходимо уделять не количественным показателям, а повышению качества и расширению ассортимента предлагаемых услуг, развитию в данной сфере кластерных моделей организации деятельности, увеличению количества инновационных региональных туристических продуктов, дальнейшей специализации сельских усадеб. Все это будет содействовать увеличению продолжительности пребывания в Беларуси зарубежных туристов [10].

Принимавшихся до настоящего времени мер по развитию в Беларуси туристской индустрии оказалось недостаточно для формирования конкурентоспособного туристского рынка. В связи с этим в рассматриваемой сфере необходимо реализовать комплекс мероприятий. По нашему мнению, таковыми могут стать: повышение роли интернет-технологий в продвижении туристских услуг; расширение международного сотрудничества; развитие международной электронной базы данных об агротуристских услугах; проведение маркетинговых исследований; активизация пропаганды здорового образа жизни и отдыха; проведение мероприятий по развитию в сельской местности туристской и социальной инфраструктуры.

Реализация перечисленных мер позволит отечественным предприятиям, работающим в сфере агроэкотуризма, более эффективно использовать ресурсы, успешно работать с зарубежными клиентами, реализовать природный, климатический, культурный и экологический потенциал Республики Беларусь, а также сделать агроэкотуризм одной из значимых составляющих отечественной экономики.

Таким образом, в настоящее время уровень развития агроэкотуризма в Беларуси не поддается однозначной оценке. С одной стороны, налицо существенный количественный рост числа профильных структур, разнообразие моделей их развития (в том числе и инновационных), поддержка со стороны государства, с другой – данный сектор экономики не полностью реализует свой потенциал, особенно экспортный. Неспособность отечественных субъектов агроэкотуризма предоставлять конкурентоспособные на международном рынке агротуристские услуги обусловлена рядом объективных и субъективных причин, которые в среднесрочной перспективе необходимо устранить.

ЛИТЕРАТУРА

Результаты данного исследования позволяют заключить, что именно сельский туризм находится в числе основных решений проблемы диверсификации сельской экономики. В соответствии с программой социально-экономического развития Республики на 2011-2015 годы он назван одним из направлений, которое должно получить приоритетное развитие [11]. Благо, для этого есть у кого поучиться – и у зарубежных коллег, и у соотечественников. Особо следует сказать о том, что в нашей стране производятся продукты, отличающиеся своей оригинальностью как в масштабе страны, так и европейском, мировом масштабах. Возможно, также имеет смысл, используя практику зарубежных стран в части развития сельских территорий, а именно терруаров, создать подобные образования. В переводе с французского «terroir» и означает сельскую территорию, местность. Под «terroir» подразумевается территория, на которой производится продукция, оригинальность которой обусловлена сочетанием характерных только для этой местности факторов. Разумеется, территориально эти образования в нашей стране существуют, существуют и продукты, которыми славится конкретная местность. Но, к сожалению, заметного влияния на развитие населенного пункта или региона они не оказывают. Как известно, терруары, в которых производится обладающий яркой индивидуальностью продукт, способствуют притоку инвестиций, повышению имиджа региона, повышению качества жизни местного населения. Конечно, только название «терруар» или нечто аналогичное ничему не поспособствует, т.к. не территория сама по себе делает продукт известным во всем мире (во всяком случае, на первых порах). Речь идет о сложной работе, требующей особых знаний, энтузиазма, значительных финансовых ресурсов. Мы обязаны возрождать то, что создали предки, и развивать то, что производят современники. Не последняя роль принадлежит здесь как раз сельскому туризму [12].

Заключение

Интенсивное развитие отрасли сельского туризма позволило бы «оживить» личные подсобные хозяйства, строительство, торговлю, возродить культурные традиции и известные в прошлом, но несправедливо почти забытые народные ремесла, создать рабочие места для работников различной квалификации, пополнить местные бюджеты. Имея роскошную природу, удивительный фольклор, уникальные памятники истории и зодчества, и, что самое важное, – людей, желающих работать в данной сфере, – следует активизировать деятельность по дальнейшему развитию сельского туризма. Именно эта отрасль способна и призвана, с одной стороны, помочь белорусским и иностранным туристам «узнать» страну, регион, а с другой стороны, став полноправным элементом гармоничной структуры сельской экономики, укрепить их социально-экономические позиции.

1. Тимошек, С.Л. Социально-экологическая оценка качества жизни населения / С.Л. Тимошек // Актуальные питання сучасної науки: зб. наук. прац / рідкал. В.В. Бушчык (адк. рід.), В.Д. Старычонок, І.С. Ташлыкоў і інш. – Мінск: БДПУ, 2009. – С. 218– 222.
2. Игонина, Е.Н. Курортно-рекреационные ресурсы Беларуси / Е.Н. Игонина // Актуальные питання сучасної науки: зб. наук. прац / рідкал. В.В. Бушчык (адк. рід.), В.Д. Старычонок, І.С. Ташлыкоў і інш. – Мінск: БДПУ, 2009. – С. 208– 214.
3. Радчук, М.В. Тенденции развития рынка рекреационных ресурсов: автореф. ... дисс. канд. экон. наук: 08.00.01 / М. В. Радчук; Саратовский госуд. соц– экон. университет. – Саратов, 2013. – 20 с.
4. О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 2 июня 2006 г., № 372 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2006. – № 1/7647.
5. Соболев, К.Н. Предпосылки и значение развития агроэкотуризма / К.Н. Соболев // НИРС БГЭУ: сб. науч. ст. – Минск: РИВШ, 2013. – Вып. 3. – С. 218– 221.
6. Belarus Economic Impact Report [Electronic resource] / WTTC. – 2013. – Mode of access: <http://www.wttc.org/research/economic-impact-research/country-reports/b/belarus/>. Date of access: 10.06.2013.
7. Туризм и туристские ресурсы в Респ. Беларусь: стат. сборник / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Минск: [б. и.], 2014. – 105 с.
8. Шевченко, С.А. О результатах работы субъектов агроэкотуризма в 2013 году / С.А. Шевченко // Налоги Беларуси, 2014. – №7. – С. 12– 14.
9. Соболев, К.Н. Развитие агроэкотуризма в Республике Беларусь: достижения и проблемы / К.Н. Соболев // НИРС– 2013: материалы Международной науч.– практич. конф., посвященной году экологии, Кизляр, 15– 20 апреля 2013 г. / Дагестанский гос. ун– т; под ред. И.А. Абдулаевой. – Махачкала, 2013. – С. 19– 23.
10. Корбут, Л. Агроэкотуризм как перспективное направление развития сельских территорий / Л. Корбут, К. Соболев // Аграрная экономика, 2013. – № 12. – С. 58– 63.
11. Об утверждении программы социально– экономического развития Республики Беларусь на 2011– 2015 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 11 апреля 2011 г., № 136 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2011. – № 1/12462.
12. Корбут, Л.В. О некоторых аспектах развития сельского туризма в регионах / Л.В. Корбут // Предпринимательство и региональное развитие. – Минск: УП «Энциклопедикс», 2013. – С. 52– 54.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА» В 2014 ГОДУ

№ 1/2014

Л.А. СИВАЧЕНКО, М.А. КИРКОР	Оборудование для получения добавок к комбикормам
В.С. КОРКО, П.В. КАРДАШОВ, И.Б. ДУБОДЕЛ, С.А. КОЗАР	Стимулирование всхожести семян электроактивированными водными растворами
Д.Н. ЛЫСЕНКО	Теоретические основы фракционирования листостебельчатой массы изменением параметров слоя на штифтовых барабанах
П.В. ЗАЯЦ	Экономическая и энергетическая эффективность использования комбинированного агрегата для сбора колорадского жука при возделывании экологически чистого картофеля
А.М. МАЗУР	Научно-практические основы замачивания ржи при производстве ржаного солода
Л.В. САФРОНЕНКО, Н.К. ЖАБАНОС, Н.Н. ФУРИК, Е.В. САФРОНЕНКО	Подбор пробиотических микроорганизмов по основным производственно-ценным свойствам, предназначенных для производства продуктов детского питания
В.П. СТЕПАНЦОВ	Сравнительная оценка энергетической эффективности модернизации осветительных установок
А.И. ШАКИРИН	Использование метода электротепловой аналогии для моделирования процессов теплопередачи электрическими цепями с нелинейными резистивными элементами
И.В. ПРОТОСОВИЦКИЙ, А.И. ЗЕЛЕНЬКЕВИЧ, Д.А. КУЛАКОВСКИЙ, А.И. НАУМЕНКО	Анализ и прогнозирование отказов в распределительных сетях
Р.Г. ДУБАС	Организация реабилитации отдельных категорий земель лесного фонда, загрязненных радионуклидами
Л.М. АКУЛОВИЧ, Д.Б. ЕРМАШКЕВИЧ	Методические основы интеграции систем автоматического проектирования технологических процессов резки заготовок из листа и их механической обработки

№ 2/2014

Г.А. РАДИШЕВСКИЙ, Н.П. ГУРНОВИЧ, Г.Н. ПОРТЯНКО, С.Р. БЕЛЫЙ, В.Н. ЕДНАЧ	Повышение эффективности работы приемной части картофелеуборочных машин
В.С. ЛАХМАКОВ	Применение комбинированного гребнеобразователя в технологии производства картофеля
В.С. СЫМАНОВИЧ, Е.И. КОМИССАРЧУК	Разработка многофункционального измельчителя малой мощности
В.В. ПОЛЕГЕНЬКИЙ, А.С. ВОРОБЕЙ, И.А. ТАРАСЕВИЧ	Влияние конструктивно-технологических параметров машины на качество сухой очистки клубней картофеля
В.А. ЛЮНДЫШЕВ	Применение в зерносмеси различных доз комплексной минерально-витаминной добавки при дорацивании молодняка крупного рогатого скота
Ж.В. КОШАК, Е.М. МИНИНА, А.Э. КОШАК, Н.А. ДУКТОВА	Химический состав зерна твердых сортов пшеницы, районированных в Республике Беларусь
М.А. ПРИЩЕПОВ, Е.С. ПАШКОВА, И.Е. ДАЦУК, Л.А. РАСОЛЬКО, П.В. РУБЛИК, Д.О. РАЧЕК, М.С. БОРИСОВА	Направления использования нанотехнологий в упаковке продовольствия
В.Я. ТИМОШЕНКО, Г.Ф. ДОБЫШ, А.В. НОВИКОВ, Д.А. ЖДАНКО	Совершенствование подходов к организации технического обслуживания машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий
С.А. ВОРСА	Вибрационно-частотные динамометры малых усилий
ОДОКО ДАН	Экономика Нигерии: состояние и возможности роста
Н.Ф. КОРСУН	Факторы повышения конкурентоспособности предприятий

	АПК Беларуси на внешних рынках
Л.П. КВАЧУК, И.В. КУЛАГА	Модернизация как национальный проект современного этапа социально-экономического развития Республики Беларусь
В.М. СИНЕЛЬНИКОВ	Возможности развития картофелепродуктового подкомплекса на основе кооперации и интеграции

№ 3/2014

А.А. ПОПКОВ, Я.М. ШУПИЛОВ, А.А. ЗЕЛЕНОВСКИЙ	Прогнозирование уплотнения торфяно-болотной почвы при проведении полевых механизированных работ
В.П. БОЙКОВ, А.И. БОБРОВНИК, С.А. ДОРОХОВИЧ	Применение электронных систем курсовой устойчивости на современных тракторах
Н.И. ЗЕЗЕТКО	Садоводческий колесный трактор класса 1,4
А.И. БОБРОВНИК, Ю.И. ТОМКУНАС, А.А. ГОНЧАРКО, В.Н. КЕЦКО, Т.А. ВАРФОЛОМЕЕВА	Воздействие ходовых систем мобильных агрегатов на почву и экологию лугов, пастбищ, озимых
М.Л. ЗЕНЬКОВА, Е.Н. УРБАНЧИК, О.О. НАЗАРОВА	Разработка технологии консервированных продуктов из пророщенного зерна пшеницы и тритикале
Л.В. САФРОНЕНКО, Н.К. ЖАБАНОС, Н.Н. ФУРИК, Е.В. САФРОНЕНКО	Подбор пробиотических микроорганизмов по основным медико-биологическим свойствам, предназначенных для производства продуктов детского питания
А.А. ПОПКОВ, А.П. ШПАК	Основные направления экономических исследований в аграрном секторе Беларуси
И.В. КУЛАГА, Л.П. КВАЧУК	Развитие первой сферы картофелепродуктового подкомплекса как предпосылка эффективной работы картофелеперерабатывающих предприятий
Л.А. КАЗАКЕВИЧ	Управление текучестью кадров в организациях АПК
А.А. БУРАЧЕВСКИЙ	Влияние дополнительных отраслей на эффективность функционирования специализированных сельскохозяйственных организаций
Е.В. ПОЗДНЯКОВА	Оценка риска хозяйственной деятельности мясоперерабатывающих предприятий

№ 4/2014

Н.И. ЗЕЗЕТКО	Методы оценки потребительских свойств колесных тракторов семейства «БЕЛАРУС»
Е.М. БУРЛАЦКИЙ, В.Д. ПАВЛИДИС, М.В. ЧКАЛОВА	Практическая реализация методики определения характеристик случайных процессов в условных зонах рабочей камеры молотковой дробилки
Т.В. КУЛАКОВСКАЯ, М. RINNE	Научно-практические результаты исследований в области силосования: обзорная информация докладов XVI международной конференции по силосу
В.А. ЛЮНДЫШЕВ, В.Ф. РАДЧИКОВ, В.К. ГУРИН, В.П. ЦАЙ	Использование органического микроэлементного комплекса в составе комбикорма КР-1 для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо
А.Н. ЦЕРЕНЮК, А.В. АКИМОВ	Воспроизводительные качества чистопородных и двухпородных свиноматок
В.В. ЛИТВЯК, А.И. ЕРМАКОВ	Способ получения модифицированного крахмала
Г.И. ЯНУКОВИЧ, В.М. ЗБРАДЫГА, Н.Г. КОРОЛЕВИЧ, А.Ю. ТУНИК	Повышение качества электроэнергии с помощью нового симметрирующего устройства
И.И. ГИРУЦКИЙ, А.А. ЖУР, А.Г. СЕНЬКОВ	Оценка энергозатрат на раздачу жидких кормов различной влажности свиньям
Ю.А. СИДОРЕНКО	Алгоритм автоматического управления процессом сушки зерна зерновых сушилок по влажности зерна на выходе
О.Ю. ШАНЬКО	Методика оценки эффективности маркетингово-сбытовой деятельности на предприятиях плодоовощного подкомплекса
А.А. БЕВЗЕЛЮК, А.П. ШКЛЯРОВ	Анализ методов оценки эффективности инвестиций

Н.Т. СОРОКИН, Н.Н. ГРАЧЕВ, А.В. ДЕНИСОВ	Организационно-экономические условия регулирования системы охраны труда на предприятиях АПК России
Г.И. ГАНУШ, И.М. МОРОЗОВА	Экономические знания как императив эффективности управления производством

№ 5/2014

И.Н. ШИЛО	БГАТУ – инновации, качество, перспектива
Н.С. ЯКОВЧИК	Слово об учителе
И.А. КОЛТОВИЧ	Исследование процесса буксования колесных тракторов
Г.Я. БЕЛЯЕВ, С.Ю. КОТОВ	Триботехнические характеристики многоэлементных многокомпонентных PVD и металлосодержащих DLC покрытий
И.И. ГИРУЦКИЙ, А.А. ЖУР, Н.М. МАТВЕЙЧУК	Энергосберегающий потенциал интеллектуального управления раздачей жидких кормов на свиноводческих комплексах
В.А. ЛЮНДЫШЕВ, В.Ф. РАДЧИКОВ, В.К. ГУРИН, В.П. ЦАЙ	Эффективность использования органического микроэлементного комплекса в составе комбикорма КР-3 в III периоде выращивания молодняка крупного рогатого скота на мясо
О.В. ГОРДЕЕНКО, И.С. КРУК, Т.П. КОТ, Д.Р. МАЛЬЦЕВ, Э. КАМИНСКИЙ, В. РОМАНИЮК	Методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в подвижной воздушной среде
Ю.В. ЧИГАРЕВ, И.С. КРУК, Ф.И. НАЗАРОВ	Некоторые подходы в моделировании эффективности технологических операций и технологий в растениеводстве
Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ, И.А. ЦУБАНОВ	К расчету коэффициента теплопередачи кожухотрубчатых теплоутилизаторов в отопительно-вентиляционных системах сельскохозяйственных производственных помещений
Л.А. КАЗАКЕВИЧ, Л.В. САФРОНЕНКО	Новый продукт как фактор конкурентоспособности предприятия
И.Г. ШАШКОВА, Н.И. ДЕНИСОВА, С.И. ШАШКОВА, И.Н. ГОРДЕЕВ	Анализ инвестиционной привлекательности Рязанской области
О.Ю. ШАНЬКО	Сравнительная эффективность каналов сбыта плодоовощной продукции

№ 6/2014

И.Н. ШИЛО, Н.Н. РОМАНИЮК, А.Н. ОРДА, В.А. ШКЛЯРЕВИЧ, А.С. ВОРОБЕЙ	Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники
Д.А. ЖДАНКО, В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, А.А. ЗЕНЬКО	Стабилизация частоты вращения вала отбора мощности трактора
В.М. КЮРЧЕВ	Проблемы кинематического несоответствия в приводе ходовой системы пахотно-пропашного трактора
И.С. КРУК	К обоснованию силового воздействия капли пестицида на обрабатываемую поверхность
А.В. ЗАХАРОВ, А.В. ВАЩУЛА, И.О. ЗАХАРОВА	Подбор комплектации трактора и плуга для симметричного их расположения в агрегате
Н.Л. РАКОВА, Т.В. БОЙКО, И.А. ТАРАСЕВИЧ, А.С. ВОРОБЕЙ	Снижение величины движущего момента в приводах возвратно-поступательно движущихся рабочих органов уборочных машин
А.В. МУЧИНСКИЙ, В.А. ЛЮНДЫШЕВ	Технологический расчет внутрихозяйственной специализации молочного скотоводства на примере ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района
М.А. ПРИЩЕПОВ, Л.А. РАСОЛЬКО, Е.С. ПАШКОВА, В.В. МАРКЕВИЧ	К вопросу о целесообразности производства пищевых органических продуктов
Н.М. МАРКУСЕНКО	Тенденции мирового рынка сахара и оценка перспектив развития белорусской сахарной отрасли
Л.В. КОРБУТ	Современные и перспективные возможности использования рекреационных ресурсов в контексте диверсификации сельской экономики

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

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

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

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

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания; д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

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

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

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевой бумаге размером не менее 9х12 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, организации, предприятия, колхоза и т. д., 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-опрыскивателя 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

Тип системы

Тип датчиков

Диапазон измерения, м

Погрешность измерения расстояния между штангой и обрабатываемым объектом, м

Время готовности системы к работе, мин.

Напряжение питающей сети, В

Масса, кг, не более

Гидравлический

Микропроцессорная

Ультразвуковые

0,4 – 2,0

0,040

до 1

=12±2,5

40

