



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 5 - октябрь 2011

В номере:

Конструкции двигателей мобильных энергосредств для снижения уплотнения почв

Моделирование переходных процессов мально-трепального агрегата линии первичной переработки льна

Расширение спектральной области поглощения фуллерена C_{60} – акцепторного компонента гетероперехода органических солнечных фотоэлементов

Профессиональный отбор операторов мобильной сельскохозяйственной техники как метод предупреждения производственного травматизма в АПК



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе Международной научно-технической конференции «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК», которая состоится в Белорусском государственном аграрном техническом университете.

Основные направления работы конференции:

- *Энергообеспечение АПК*
- *Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии в АПК*
- *Электротехнологии и электрооборудование АПК*
- *Автоматизация технологических процессов АПК*

24-25 ноября 2011 г.

*г. Минск, пр-кт Независимости, 99, корп. 1,
Агроэнергетический факультет*

Контактные телефоны: (8-017) 267-33-83, 267-41-16

E-mail: prof. aef@batu.edu.by,

www.batu.edu.by

АГРОПАНОРАМА 5 (87) октябрь 2011

Издается с апреля 1997 г.

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

Учредитель

Белорусский государственный
аграрный технический университет

Главный редактор

Николай Владимирович Казаровец

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

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

В.Г. Леван – ответственный секретарь
Н.И. Цындрина – редактор

Компьютерная верстка
В.С. Медведев

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, д.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.99/1, к. 333, 324
Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14

Факс (017) 267-25-71

E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 21.10.2011 г. Зак. № 927 от 21.10.2011 г.

Дата выхода в свет 31.10.2011 г.

Печать офсетная. Тираж 500 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.

Цена журнала на 2-ое полугодие 2011 года:

для индивидуальных подписчиков - 35580 руб.;

ведомственная - 69999 руб.;

Цена журнала - 10730 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, В.А. Агейчик, Ю.В. Чигарев
Конструкции двигателей мобильных энергосредств для
снижения уплотнения почв.....2

А.В. Кузьмицкий, Г.Ф. Громыко, П.В. Авраменко
Моделирование внесения консерванта в пневмокормовой
поток на кормоуборочном комбайне.....9

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

А.В. Крутов, М.А. Бойко, В.В. Боровская
Обеззараживание дренажных вод при выращивании
овощей способом малообъемной гидропонии.....13

Е.К. Стецкевич
Особенности роста тёлков, полученных разными
биотехнологическими методами в постнатальный период.....16

Технологии переработки продукции АПК

Н.В. Казаровец, Л.А. Расолько, Е.С. Пашкова
О требованиях стандарта к свежей моркови.....21

Н.А. Равинский, В.А. Дайнеко
Моделирование переходных процессов мяльно-трепального
агрегата линии первичной переработки льна.....23

Энергетика. Транспорт

О.И. Родькин, В.А. Пашинский, А.А. Бутько
Оценка выработки электроэнергии ветроэнергетической
установкой ВЭУ-6.....28

В.А. Чернявский, И.В. Станишевский, С.М. Арабей
Расширение спектральной области поглощения фуллерена
C₆₀ – акцепторного компонента гетероперехода
органических солнечных фотоэлементов.....33

М.А. Прищепов, В.В. Чумаков
К вопросу использования композиционных топливных
гранул на основе соломы.....38

Технический сервис в АПК. Экономика

Н.К. Довнар
Применение маржинального анализа в оценке
эффективности производства яиц.....41

Аграрное образование

Л.В. Мисун, А.Н. Гурина, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун
Профессиональный отбор операторов мобильной
сельскохозяйственной техники как метод предупреждения
производственного травматизма в АПК.....45

КОНСТРУКЦИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГОСРЕДСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВ

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент, В.А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ); Ю.В. Чигарев, докт. физ.-мат. наук, профессор (БГАТУ); Западнопоморский технологический ун-т, г. Щетин, Республика Польша)

Аннотация

Рассматриваются вопросы уплотнения почв пневмоколесными двигателями. Предложены конструкции двигателей, позволяющие повысить проходимость мобильного энергосредства и снизить уплотнение почвы.

The issues of consolidation of soils pneumowheel motors are considered. Design of the motors are offered, allowing to raise passing ability of mobile power and to lower soil consolidation.

Введение

При рассмотрении вопроса уплотнения почв двигателями мобильных энергосредств, прежде всего важно знать, как влияет механическое уплотнение на урожайность сельскохозяйственных культур, которая является основным критерием, характеризующим всю совокупность агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы, т.е. условий, в которых растение растет, развивается и созревает.

По мнению многих ученых, за счет обработки почвы может формироваться до 25% урожая. Это один из самых трудоемких агротехнических приемов, на проведение которого затрачивается около 40% энергетических и 25% трудовых ресурсов, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур [1]. Процесс обработки почвы должен быть направлен на регулирование ее плотности, зависящей не только от ее гранулометрического состава, но и от выращиваемой культуры. Доказано, что оптимальная плотность пахотного горизонта для большинства культур находится в пределах 1100-1300 кг/м³ [2].

При выполнении различных сельскохозяйственных операций, площадь, покрываемая колесами машинно-тракторных агрегатов (МТА), превышает площадь самого поля. Без учета уборочно-транспортных работ при возделывании озимой пшеницы, площадь, покрываемая колесами МТА на 1 га, достигает в среднем 22-26 тыс. м², при возделывании кукурузы – 18-30 тыс. м², сахарной свеклы – 30-32 тыс. м². Однако количество проходов по одному и тому же месту поля неодинаково. При возделывании озимой пшеницы свыше 30% площади поля подвергается двукратному воздействию ходовыми системами МТА, 20% – шестикратному и 2% – восьмикратному. Не уплотняется лишь 10% площади поля. Поворотные полосы прикатываются колесами и

гусеницами сельскохозяйственной техники до 20 раз в течение одного года [3].

С повышением удельной энергонасыщенности МТА, происходит усложнение машин и их функциональных возможностей, которое приводит к увеличению числа их узлов и массы, необходимой для развития требуемого тягового усилия. Повышение скорости движения, переезд тракторов поперек периодически повторяющихся борозд поля приводит к увеличению в 2-2,9 раза вертикальных вибродинамических нагрузок (по сравнению со статическими), которые передаются через двигатели на почву. При этом нагрузки возрастают с большими ускорениями, достигающими 0,1-0,4g [3, 4]. Возросшие нагрузки приводят к дополнительному сдвигу, переупаковке частиц, разрушают структуру почвы, увеличивают ее плотность и количество пылевидных фракций.

Переуплотненные участки почвы создают повышенное сопротивление при последующих обработках, что ведет к увеличению расхода топлива и снижению производительности МТА. Разрушенная структура почвы не восстанавливается полностью, в результате чего интенсивно обрабатываемая почва с течением времени деградирует, и в конечном итоге всё это ведёт к нарушению экологии агроландшафтов.

Целью данных исследований явилось повышение проходимости мобильных энергосредств и снижение уплотнения почвы за счет совершенствования конструкций пневмоколесных двигателей.

Основная часть

Качение пневмоколесного двигателя по деформируемой почве можно представить в виде эквивалентных колебательных систем: двухмассовой – при наличии подвески (рис. 1 а) и одномассовой – без подвески (рис. 1 б).

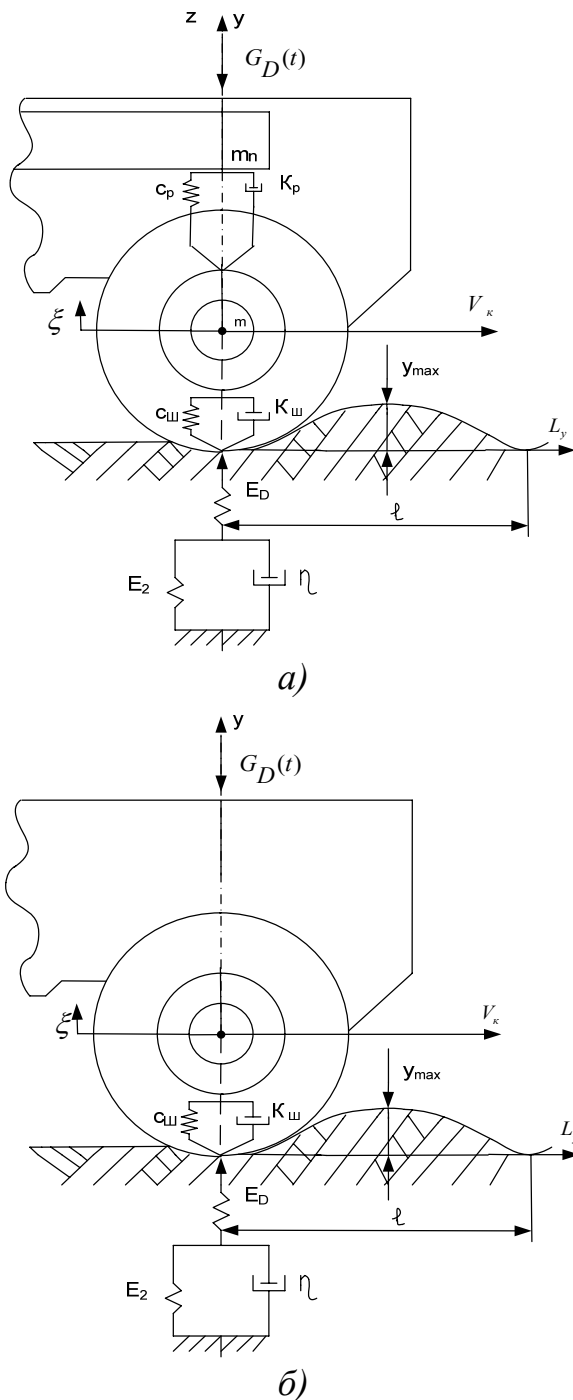


Рис. 1. Взаимодействие пневмоколесного движителя в виде эквивалентной двухмассовой (а) и одномассовой (б) колебательных систем с почвой

Оптимизация конструктивных параметров и режимов работы тракторов, сельскохозяйственных машин и МТА определяется, в первую очередь, выбором механико-математических моделей почв, которые достаточно точно описывали бы свойства почв и их деформирование.

Установлено [5-8], что модель Кельвина (рис. 1) наиболее точно описывает напряженное и деформированное состояние почв от действующих вертикальных вибродинамических нагрузок пневмоколесных движителей.

Сжатие пружины 1, модуль упругости которой E_D (Па) физически выражает деформацию, связанную со сжатием цементирующих пленок солей и водных пленок, расположенных между отдельными частицами почвы. Процесс сжатия пружины 1 обратим. Деформация пружины 2 (модуль упругости E_2 , Па) и демпфера (коэффициент вязкости η , Па·с) выражает смещение частиц почвы, их переупаковку. После снятия нагрузки частицы почвы не возвращаются к исходному положению. Это объясняется тем, что воздух, заключенный в порах, сжимается лишь на несколько процентов и не в состоянии при снятии нагрузки преодолеть силы трения между частицами и вернуть почву к начальному объему.

Связь между прикладываемой нагрузкой (напряжением) и деформацией почвы имеет вид

$$\mu\varepsilon + \dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{E_D} + \frac{\mu\sigma}{E_C}, \quad (1)$$

где ε , $\dot{\varepsilon}$ – относительная деформация почвы и скорость ее распространения, c^{-1} ;

σ , $\dot{\sigma}$ – нормальное напряжение и скорость его распространения, Па, Па/с;

E_D – динамический модуль упругости почвы, который связан со статическим E_C следующим выражением: $1/E_D + 1/E_2 = 1/E_C$, Па; $\mu = E_D E_C / ((E_D - E_C)\eta)$ – параметр вязкости почвы, c^{-1} .

Вертикальное вибродинамическое воздействие колеса на почву носит сложный характер, который трудно описать математически.

Для упрощения применения математического аппарата нагрузки от пневмоколесных движителей на почву можно представить как:

- ударные (импульсные), возникающие при движении на каменистых полях или при переезде поперек борозд;
- периодические (синусоидальные), возникающие при движении на выровненных полях.

При ударной нагрузке, возникающей при падении колеса с некоторой высоты, изменение относительной деформации почвы имеет вид [5]

$$\varepsilon(t) = -\frac{D_0}{\mu} - \frac{B_0}{\mu^2}(\mu t - 1) + C_0 e^{-\mu t}, \quad (2)$$

$$B_0 = \frac{\mu\sigma_m}{E_C\theta}, c^{-2}; D_0 = \frac{\sigma_m}{E_D\theta} \left(1 - \frac{E_D}{E_C} \mu\theta\right), c^{-1};$$

$$C_0 = \frac{\sigma_m}{E_D} + \frac{D_0}{\mu} - \frac{B_0}{\mu^2} - \text{коэффициенты.}$$

где σ_m – максимальное напряжение в пятне контакта движителя с почвой, Па;

θ – полупериод колебаний, с;

При движении трактора по периодически повторяющимся неровностям, изменение относительной деформации почвы от действующих синусоидальных нагрузок движителей определяется по зависимости [5]

$$\varepsilon(t) = \frac{K}{\lambda^2 + \mu^2} (\lambda \sin \lambda t + \mu \cos \lambda t) + \frac{L}{\lambda^2 + \mu^2} (\mu \sin \lambda t - \lambda \cos \lambda t) + C e^{-\mu t}, \quad (3)$$

где $\lambda = 2\pi/T$ – угловая частота вынужденных колебаний, c^{-1} ;

T – период вынужденных колебаний, с;

$$K = \frac{\sigma_m \lambda}{E_D}, c^{-1}; \quad L = \frac{\mu \sigma_m}{E_c}, c^{-1};$$

$$C = \frac{\sigma_m}{E_D} + \frac{L\lambda - K\mu}{\lambda^2 + \mu^2} - \text{коэффициенты.}$$

Максимальное напряжение в пятне контакта движителя с почвой σ_m зависит от мгновенного значения вертикальной вибродинамической нагрузки $G_D(t)$, приходящейся на ось колеса [4, 5]

$$G_D(t) = M(g \pm \ddot{\xi}), \quad (4)$$

где M – масса, нагружающая ось колеса, кг;

$g, \ddot{\xi}$ – ускорение свободного падения и значение вертикального ускорения колебаний оси колеса трактора, соответственно, m/c^2 .

Примем, что силы сопротивления в подвеске пропорциональны скорости колебаний остова трактора.

Ускорение колебаний оси колеса $\ddot{\xi}$ зависит от параметров эквивалентной колебательной системы, геометрических характеристик рельефа опорной поверхности и находится из уравнений:

– при наличии подвески (рис. 1 а):

$$\begin{cases} \ddot{z} + 2h_n \dot{z} + \omega_n^2 z - 2h_n \dot{\xi} - \omega_n^2 \xi = 0; \\ \ddot{\xi} + 2h_n \dot{\xi} + \omega_n^2 \xi - 2h_{но} \dot{z} - \omega_{но}^2 z = Q_y / m = \\ = 2h_{ш} \dot{y} + \omega_{ш}^2 y, \end{cases} \quad (5)$$

где z, \dot{z}, \ddot{z} – амплитуда, скорость и ускорение вертикальных колебаний поддрессоренной массы, соответственно, $m, m/c, m/c^2$;

$\xi, \dot{\xi}, \ddot{\xi}$ – амплитуда, скорость и ускорение вертикальных колебаний оси колеса, соответственно, $m, m/c, m/c^2$;

$$h_n = K_p / (2m_n), \quad h_H = (K_p + K_{ш}) / (2m),$$

$h_{ш} = K_{ш} / (2m)$ – коэффициент затухания вертикальных колебаний поддрессоренной, неподдрессоренной масс и шины, соответственно, c^{-1} ;

$K_p, K_{ш}$ – коэффициент демпфирования подвески и шины, соответственно, $H \cdot c / m$;

m_n, m – поддрессоренная и неподдрессоренная массы, соответственно, кг;

$\omega_n = \sqrt{C_p / m_n}, \omega_H = \sqrt{(C_p + C_{ш}) / m}, \omega_{ш} = \sqrt{C_{ш} / m}$ – частота вертикальных колебаний поддрессоренной, неподдрессоренной масс и шины, соответственно, c^{-1} ;

$C_p, C_{ш}$ – коэффициент жесткости подвески и шины, соответственно, H / m ;

$$h_{но} = K_p / (2m) - \text{коэффициент затухания, } c^{-1};$$

$$\omega_{но} = \sqrt{C_p / m} - \text{частота колебаний, } c^{-1};$$

Q_y – возмущающая сила со стороны неровностей поверхности поля, H ;

– без подвески (рис. 1 б):

$$\ddot{\xi} + 2h_{ш} \dot{\xi} + \omega_{ш}^2 \xi = Q_y / M = 2h_{ш} \dot{y} + \omega_{ш}^2 y, \quad (6)$$

где $h_{ш} = \frac{K_{ш}}{2M}$ – коэффициент затухания вертикальных колебаний шины, c^{-1} ;

$$\omega_{ш} = \sqrt{\frac{C_{ш}}{M}} - \text{частота свободных (собственных)}$$

колебаний шины, c^{-1} .

Для нахождения силы Q_y , являющейся следствием кинематического возбуждения со стороны поля, формирующегося за счет движения колеса по неровностям, необходимо знать закон изменения профиля поля. Чаще всего для его описания используются периодические функции [5]:

$$y = y_{\max} \sin \lambda t, \quad (7)$$

где y_{\max} – максимальная высота неровности поверхности, m ;

$\lambda = \frac{2\pi}{T_\lambda} = \frac{2\pi V_K}{l}$ – угловая частота вынужденных колебаний, c^{-1} ;

$$T_\lambda - \text{время переезда одной неровности, с;}$$

$$V_K - \text{скорость движения колеса, м/с;}$$

l – половина длины волны неровности поверхности, м.

Снижение вибродинамического воздействия со стороны почвы на энергетические средства сельскохозяйственных агрегатов является важной научно-технической задачей, решение которой позволит существенно повысить производительность труда и долговечность мобильных сельскохозяйственных агрегатов, улучшить условия работы тракториста.

Анализ формул (2) – (7) показывает, что добиться снижения уплотнения почвы можно за счет выравнивания рельефа, увеличения упругих свойств опорной поверхности, что весьма проблематично, а также выбора оптимальных параметров эквивалентной колебательной системы трактора (демпфирующих и жесткостных характеристик подвески и шины).

Решение указанной проблемы с помощью различных систем поддрессирования и связанных с ними автоматических систем регулирования приведет к увеличению массы и габаритов сельскохозяйственной техники, повышению стоимости, что снизит их надежность и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

Для снижения уплотнения почв мобильными энергетическими средствами, уменьшения вертикальных вибродинамических нагрузок на элементы ходовой части, в Белорусском государственном аграрном техническом университете разработаны и запатентованы конструкции колес низкого давления и повышенного демпфирования (рис. 2) [9].

К ступице 1 присоединены спицы 2, охваченные по периферии ободьями 3, соединенными ложементами 4 с присоединенным к ним с внутренней стороны диском 5. Диск 5 охватывает по контуру камеру 6 и шину 7. На внутренней стороне ложементов 4 с помощью болтов 8 с гайками 9 и диска 5 закреплены грунтозацепы 10. Камера 6 разделена на секторы герметичными перегородками 11.

В плоскости симметрии диска 5 имеются радиальные отверстия 12, с закрепленными в них дросселирующими трубками 13, каждая из которых соединена с пневматическим демпфером 14, включающим закрепленный на диске 5 корпус 15, присоединенную к дросселирующей трубке 13 своим ближайшим к диску 5 неподвижным основанием 16 сильфонную камеру 17 и установленные на ее подвижном основании 18 наружные тарельчатые пружины 19 с расположенной внутри них цилиндрической пружиной сжатия 20, упирающиеся в нажимной диск 21, положение которого относительно корпуса 15 регулируется винтом 22.

В зависимости от микрорельефа опорной поверхности, пневматический демпфер 14 настраивают на определенное давление срабатывания за счет изменения усилия тарельчатых пружин 19 и цилиндрической пружины сжатия 20, величина которого регулируется винтом 22. Цилиндрическая пружина сжатия 20 создает дополнительную жесткость и одно-

временно стабилизирует положение тарельчатых пружин 19 относительно их оси симметрии.

Количество пневматических демпферов 14 равно числу секторов камеры 6.

Колесо низкого давления и повышенного демпфирования работает следующим образом.

При наездах на препятствия и колебаниях мобильного средства, часть воздуха из взаимодействующего с препятствием сектора камеры 6 через отверстие в дросселирующей трубке 13 поступает в сильфонную камеру 17, которая увеличивается в объеме. Усилие через подвижное основание 18 передается тарельчатым пружинам 19 и цилиндрической пружине сжатия 20, сжимая их.

Уменьшение объема воздуха во взаимодействующем с препятствием секторе камеры 6 приводит к увеличению пятна контакта колеса с опорной поверхностью, а, следовательно, к повышению его демпфирующих свойств, т.е. способности гасить ударные воздействия неровностей микропрофиля опорной поверхности и, таким образом, уменьшать колебания неподдрессированных масс за счет повышенной деформации шины (уменьшаются вертикальные перемещения и ускорения колебаний оси колеса).

После преодоления препятствия, тарельчатые пружины 19 и цилиндрическая пружина сжатия 20 разжимаются, сильфонная камера 17 уменьшается в объеме и воздух через отверстие в дросселирующей трубке 13 поступает обратно в соответствующий сектор камеры 6.

Дросселирование воздуха создает необходимые энергетические потери, а включение в работу тарельчатых пружин 19 и цилиндрической пружины сжатия 20 ведет к снижению частоты собственных колебаний мобильного средства, а, следовательно, и уменьшению вертикальных вибродинамических нагрузок на элементы ходовой части, что ведет к снижению уплотнения почвы.

В БГАТУ разработана также конструкция колесного движителя [10], позволяющая повысить проходимость техники на рыхлых, слабонесущих почвах (рис. 3).

Колесный движитель содержит пневматическую шину 1, обод 2, грунтозацепы-толкатели 3, диск 4, на поверхности которого концентрично относительно его центра, на расстоянии a от наружной окружности движителя симметрично расположены пальцы 5. Каждый грунтозацеп-толкатель 3 состоит из серги 6 для шарнирного крепления к пальцу 5, штанги 7 и башмака для взаимодействия с опорной поверхностью 8.

Грунтозацепы-толкатели 3 расположены под углом β к осевым линиям колеса и имеют длину, большую, чем величина a . Каждый грунтозацеп-толкатель 3 подпружинен относительно диска 4 колеса при помощи пружины 9 и может поворачиваться относительно пальца 5 в плоскости диска 4 на угол, величина которого ограничена возвратным действием пружины 9. На штанге 7, внутри башмака 8, разделяя его на две одинаковые части, установлен в вертикальной плоскости с

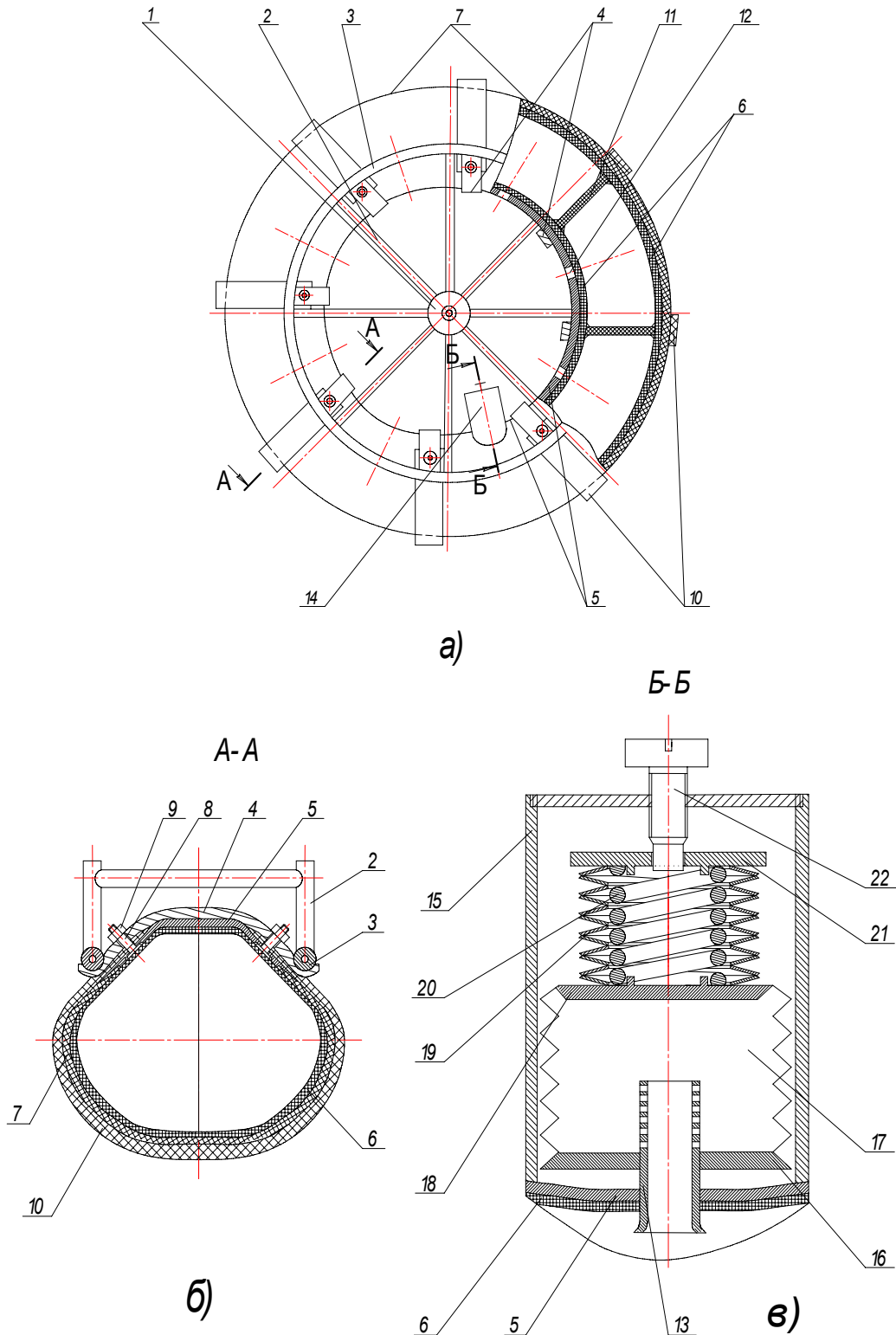


Рис. 2. Колесо низкого давления и повышенного демпфирования:
 а) – общий вид колеса сбоку, выполненный с разрезом; б) – разрез А-А; в) – разрез Б-Б;
 1 – ступица; 2 – спицы; 3 – ободья; 4 – ложементы; 5 – диск; 6 – камера; 7 – шина; 8 – болт; 9 – гайка; 10 – грунтозацепы; 11 – перегородка; 12 – радиальное отверстие; 13 – дросселирующая трубка; 14 – пневматический демпфер; 15 – корпус; 16 – неподвижное основание; 17 – камера сифонная; 18 – подвижное основание; 19 – тарельчатые пружины; 20 – цилиндрическая пружина сжатия; 21 – нажимной диск; 22 – винт

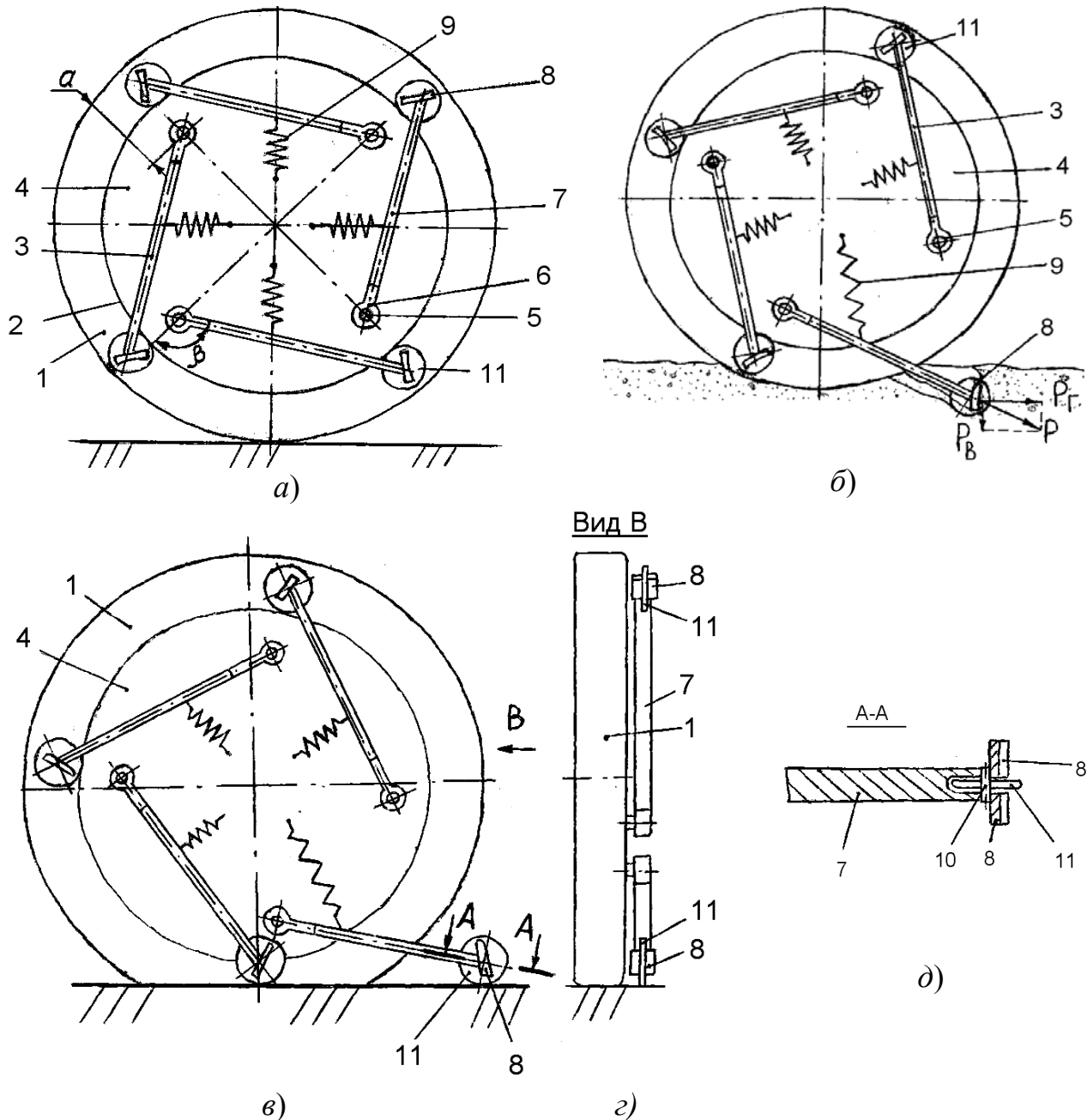


Рис. 3. Колесный движитель:

а) – в неактивном состоянии, при движении по дорогам с твёрдым покрытием с малой деформацией шины, вид сбоку; б) – в движении по слабонесущим почвам, вид сбоку; в) – при движении по дорогам с твёрдым покрытием с большой деформацией шины, вид сбоку; г) – вид В; д) – разрез А-А

возможностью вращения на оси 10 малый диск 11, диаметр которого больше высоты башмака 8 и охватывает его в вертикальной проекции по контуру.

Колесный движитель работает следующим образом.

При движении по твердой поверхности дорожного покрытия при достаточном давлении в шинах 1 каждый грунтозацеп-толкатель 3 при помощи пружины 9 находится в неактивном состоянии так, что

башмак 8 и малый диск 11 не контактируют с поверхностью. При движении в полевых условиях при выполнении различных сельскохозяйственных операций колесный движитель погружается в почву на определенную глубину таким образом, что при повороте колеса башмак 8 также погружается в почву. При этом малый диск 11 в силу своей незначительной толщины не препятствует этому. В случае начала

буксования за счет увеличения окружной скорости колесного движителя грунтозацеп-толкателя 3 получает дополнительный момент и погружается на большую глубину. При дальнейшем повороте колесного движителя почва под башмаком 8 уплотняется и препятствует дальнейшему движению грунтозацеп-толкателя 3, тем самым создается необходимая опора для толкающего действия грунтозацеп-толкателя 3, получив которую, мобильное средство за счет действия реакции на горизонтальную составляющую P_T от силы P приостанавливает буксование и движется вперед. При дальнейшем повороте колесного движителя за счет того, что грунтозацеп-толкателя 3 может поворачиваться относительно пальца 5, в плоскости, параллельной плоскости диска 4, действие силы P_T продолжается до тех пор, пока следующий грунтозацеп-толкателя 3 не получит опору.

После этого наступает момент, когда действие удерживающей силы ослабевает настолько, что силы возвратного действия пружины 9 и реакции на вертикальную составляющую P_B действия силы P_T заставляют грунтозацеп-толкателя 3 вернуться в нерабочее состояние.

При движении по дороге с твердым покрытием, при недостаточном давлении в шинах 1, малые диски 11, контактируя с твердой поверхностью, перекатываются по ней, препятствуя контакту с ней башмаков 8 и предотвращая повреждение ими твердого покрытия.

Выводы

1. Анализ математической модели «пневмоколесный движитель – почва», учитывающей параметры колебательной системы мобильного средства, реологические свойства почвы и неровности рельефа опорной поверхности, показывает, что снизить негативное воздействие МТА на почву можно за счет совершенствования демпфирующих свойств шины.

2. Предложенные конструкции колесных движителей позволяют повысить плавность хода, снизить частоту собственных колебаний, уменьшить вибродинамические нагрузки на элементы ходовой части, увеличить проходимость мобильных энергосредств за счет увеличения пятна контакта колеса с опорной поверхностью, снизить уплотнение почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пищик, С.А. Ресурсосберегающая система обработки почвы – залог повышения ее плодородия / С.А. Пищик, А.В. Мучинский, В.С. Бобер // Агроба-

норама. – 2007. – №2. – С. 28–31.

2. Роль оптимизации физических свойств почв Белоруссии в повышении урожайности сельскохозяйственных культур / Н.И. Афанасьев [и др.]. – Минск: БелНИИТИ, 1985. – 35 с.

3. Кушнарев, А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарев, В.И. Кочев. – Киев: Урожай, 1989. – 144 с.

4. Бахтеев, Р. Х. Влияние колебаний колёсного трактора на величину давлений шины на почву: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Р. Х. Бахтеев. – М., 1985. – 167 л.

5. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01 / Н.Н. Романюк. – Минск, 2008. – 206 л.

6. Czigarew, Y. Dynamiczne oddziaływanie kola na glebę o właściwościach sprężysto-lepkich / Y. Czigarew, M. Romaniuk, R. Nowowiejski // Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej w aspekcie przystosowania do programów badawczych w UE : VII Międzynarodowa Konferencja naukowa, Polanica Zdrój, 11-14 czerwca 2002 r. – Polanica Zdrój, 2002. – P. 85-88.

7. Chigarev, Ju. V. Obliczanie ugniatania gleby podczas obciążania agregatami maszyno-wymi / Ju. V. Chigarev, I. N. Shilo, N. N. Romanjuk // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnienia ochrony środowiska i standardów UE : materiały na konferencje, Warszawa, 25-26 wrzesnia 2007r. – Warszawa, 2007. – P. 303-310.

8. Чигарев, Ю. В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю. В. Чигарев, Н. Н. Романюк // Весці акадэм. аграр. навук Респ. Беларусь. – 1997. – № 3. – С. 68-70.

9. Колесо низкого давления и повышенного демпфирования: пат. 12456 С2 Респ. Беларусь, МПК В60С11/02 / И.Н.Шило, Ю.В.Чигарев, Н.Н.Романюк, К.В. Сашко, М.Г. Мелешко, А.Д. Кузнецов, И.Н. Усс, В.Г. Ермаленок, Н.Н. Стасюкевич // заяв. Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20070717; заявл. 12.06.07; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – № 5. – С.70.

10. Колесный движитель : пат. 6150 U Респ. Беларусь, МПК В60В15/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заяв. Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20090797; заявл. 30.09.09; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №2. – С. 184.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТА В ПНЕВМОКОРМОВОЙ ПОТОК НА КОРМОУБОРОЧНОМ КОМБАЙНЕ

А.В. Кузьмицкий, докт. техн. наук (БГАТУ); Г.Ф. Громько, канд. физ.-мат. наук (Ин-т математики НАН Беларуси); П.В. Авраменко, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с численным моделированием движения капель жидкого консерванта в пневмокормовом потоке с учетом неоднородности свойств воздушной и кормовой среды вдоль силосопровода, а также дополнительного влияния сил электростатического поля. Предлагается программа визуализации движения капель для анализа места впрыска консерванта.

In the article the issue of equations of numerical modeling of the drops liquid preservative movements in a pneumthe fodder flow taking into account heterogeneity of the air and fodder environment properties lengthways of silage tube, and also additional influence of electrostatic field forces is considered. The program of drops movements visualization for the analysis of a preservative introduction place is offered.

Введение

В современном кормопроизводстве применение жидких консервантов при заготовке силоса является одной из главных технологических составляющих, позволяющее получать высококачественный корм. При этом наиболее перспективным способом их дозирования является внесение жидких консервантов на кормоуборочных комбайнах [1, 2].

С целью управления процессом внесения, а также выбором оптимальных технологических параметров (для снижения неравномерности и потерь при внесении), места впрыска, необходимо учитывать основные закономерности процесса движения капель жидкого консерванта в движущемся корме (пневмокормовой поток).

Существующие исследования по моделированию проникновения жидкого консерванта в измельченный растительный материал основываются на аналитических моделях внесения в неизмельченный поток растительного материала при формировании рулона [3] в насыпной измельченный растительный материал, при закладке на хранение, а также при инъекционном внесении в корм на прицепах [4].

В работах [5, 6] впервые предложена модель внесения жидкого консерванта в пневмокормовой поток измельченной растительной массы, учитывающая как структурные свойства пневмокормового потока измельченной растительной массы, так и законы движения и поглощения капель консерванта.

В настоящей работе предлагается математическая модель движения капель жидкого консерванта в пневмокормовом потоке силосопровода кормоуборочного комбайна, учитывающая дополнительное влияние электростатического поля при новом способе внесения [7, 8], свойства пневмокормовой среды.

Основная часть

Постановка задач

Для исследования процесса движения и проникновения жидкого консерванта выделим область силосопровода с распылительной форсункой, установленной на высоте H_{ϕ} (рис. 1).

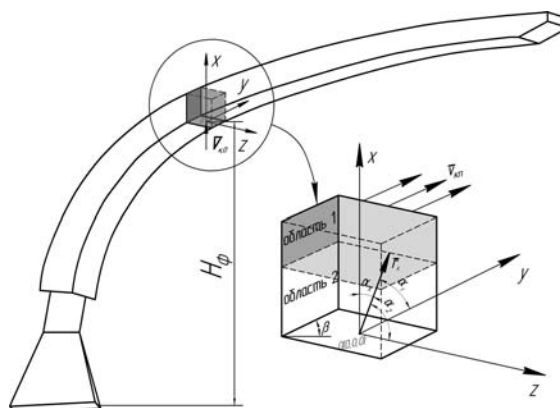


Рис. 1. Расчетная область процесса внесения жидкого консерванта в силосопровод

Особенность внесения консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна состоит в том, что рабочая жидкость диспергируется распылителем, и образовавшиеся капли консерванта движутся первоначально в воздушном потоке силосопровода до тех пор, пока не достигнут пневмокормового потока. Капли, попавшие в пневмокормовой поток, проникают вглубь него и движутся вместе с ним. Поэтому исследуемый процесс движения капли консерванта и ее проникновение в кормовой поток целесообразно разделить на две задачи:

Задача 1. Движение капли консерванта в воздухе (вдоль нижней грани боковой поверхности силосопровода – область 1). Искомым решением этой задачи является скорость капли и координаты ее центра тяжести в момент столкновения с пневмокормовым потоком.

Задача 2. Движение капли консерванта в измельченной силосной массе (верхняя часть силосопровода – область 2). Искомым решением этой задачи является скорость, координаты центра тяжести, глубина проникновения и снос капли.

Математическое моделирование движения каплей жидкого консерванта в пневмокормовом потоке силосопровода

Для расчета *области 1* будем полагать, что на протяжении всей длины силосопровода сечение имеет постоянный размер. К нижней части желоба прикреплена форсунка (распылитель), через которую впрыскивается консервант. Положим, что в начальный момент времени $t_0=0$ распылитель находится в начале координат $O(0,0,0)$, направление оси O_x совпадает с направлением струи консерванта, направление оси O_y совпадает с направлением кормового потока, который движется вдоль боковой поверхности, а ось O_z – перпендикулярно выбранным плоскостям (рис. 1).

Положение капли консерванта будем определять по координатам ее центра тяжести. Текущее положение частицы в пространстве $\vec{r}_k = \vec{r}_k(t)$, как функции от времени t , определяется полем скоростей

$$d\vec{r}_k/dt = \vec{v}_k,$$

где $\vec{r}_k = (x_k, y_k, z_k)$ и $x_k = x_k(t)$, $y_k = y_k(t)$, $z_k = z_k(t)$ – функции от времени.

Зададим направление впрыска консерванта через углы к соответствующим координатным осям: α_x , α_y и α_z ,

$$\text{где } \cos^2 \alpha_x + \cos^2 \alpha_y + \cos^2 \alpha_z = 1.$$

Тогда вектор начальной скорости частиц консерванта имеет следующий вид:

$$\vec{v}_{k,0} = v_{k,0}(\cos \alpha_x, \cos \alpha_y, \cos \alpha_z).$$

Движение частицы, т.е. путь, пройденный каплей жидкого консерванта, как и ее траектория, зависит от величины и направления приложенных к ней сил, и определяется их суммарным воздействием. Поэтому закон баланса приложенных к капле сил имеет вид:

$$m_k d\vec{v}_k/dt = \sum \vec{F}_k, \tag{1}$$

где m_k – масса капли консерванта, кг;

$\vec{v}_k = (v_{k,x}, v_{k,y}, v_{k,z})$ – вектор скорости капли (центра капли), м/с;

$\sum \vec{F}_k$ – силы, действующие на каплю, находящуюся в движущемся потоке газа, Н;

t – время движения капли, с.

Рассмотрим характер сил, действующих на каплю консерванта, под действием которых она перемещается в направлении к пневмокормовому потоку.

Согласно [9, с. 274], на каплю жидкого консерванта действуют следующие силы:

$$\sum \vec{F}_k = \vec{F}_g + \vec{F}_э + \vec{F}_E + \vec{F}_c,$$

где $\vec{F}_g, \vec{F}_э, \vec{F}_c$ – силы (тяжести, Кулона, сопротивления среды), Н;

\vec{F}_E – сила, обусловленная неравномерным распределением напряженности электрического поля, Н.

Составим уравнения движения капли консерванта под действием приложенных сил. Для этого рассмотрим проекции сил в выбранной системе координат, связанной с поверхностью силосопровода и местом ввода консерванта (рис. 2, 3):

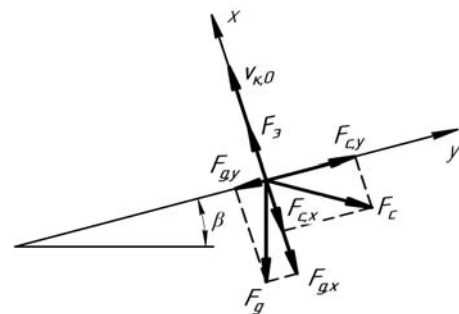


Рис. 2. Силы, действующие на каплю консерванта (XOY)

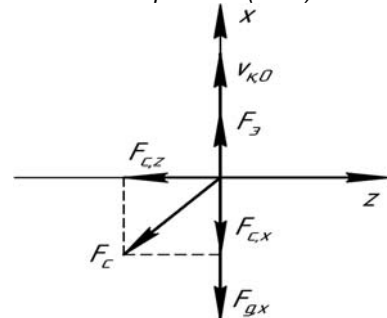


Рис. 3. Силы, действующие на каплю консерванта (XOZ)

а) сила тяжести

$$\vec{F}_g = m_k g \tag{2}$$

в декартовой системе координат определяется вектором $\vec{F}_g = (F_{gx}, F_{gy}, 0)$,

$$\text{где } F_{gx} = 0, F_{gy} = -m_k g, F_{gz} = 0.$$

В новой системе координат имеем следующие составляющие вектора силы тяжести:

$$F_{gx} = -m_k g \cos \beta, F_{gy} = -m_k g \sin \beta.$$

Тогда выражение для силы тяжести (2) примет вид:

$$\vec{F}_g = -m_k g \cdot (\cos \beta, \sin \beta, 0); \tag{3}$$

б) сила, обусловленная действием электрического поля на заряженную каплю, определяется через заряд капли q_k и напряженность электрического поля \vec{E} , в этом случае равна

$$\vec{F}_g = q_k \vec{E} = (q_k E, 0, 0) \quad (4)$$

и направлена перпендикулярно граням силосопровода, на которых размещены электроды;

в) сила, обусловленная неравномерностью распределения напряженности электрического поля F_E .

Результаты оценки соотношения сил F_g и F_E показывают, что силою F_E для практических случаев пренебрегают, т.к. $F_E < 0,01F_g$, при $E \geq 1$ кВ/см [9, с. 274]. В связи с этим, для дальнейших расчетов можно принять напряженность электрического поля постоянной ($E = const$);

г) сила аэродинамического (лобового) сопротивления \vec{F}_c , препятствующая движению капли в среде. Данная сила возникает по причине разницы скорости капли и среды, в которой движется. Определяется по формуле [10, стр. 54]:

$$\vec{F}_c = C_D S_k (\vec{v}_g - \vec{v}_k) |\vec{v}_g - \vec{v}_k| / 2,$$

где $S_k = \pi d_k^2 / 4$ – площадь миделева сечения сферической частицы, м²;

v_k, v_g – скорость движения капли, воздуха, м/с;

C_D – коэффициент аэродинамического сопротивления капли, который определяется как $C_D = (24/Re) C(Re)$.

Поправочная функция $C = C(Re)$ в соответствии с [10, с. 55] имеет вид:

$$C = C(Re) = \begin{cases} 1 & Re < 1 \\ 1 + Re^{2/3} / 6 & \text{при } 1 \leq Re < 10^3 \\ 0.11 Re / 6 & Re \geq 10^3 \end{cases}$$

и зависит от критерия Рейнольдса Re , который рассчитывается исходя из определения относительной скорости $|\vec{v}_g - \vec{v}_k|$ капли консерванта:

$$|\vec{v}_g - \vec{v}_k| = \sqrt{(v_{g,x} - v_{k,x})^2 + (v_{g,y} - v_{k,y})^2 + (v_{g,z} - v_{k,z})^2},$$

тогда в новой системе координат для скорости газа имеем: $\vec{v}_g = (v_g, 0, 0)$, где неизвестные компоненты вектора скорости капли консерванта обозначим через $v_{k,x}$, $v_{k,y}$ и $v_{k,z}$. Тогда модуль относительной скорости капли консерванта примет следующий вид:

$$|\vec{v}_g - \vec{v}_k| = \sqrt{v_{k,x}^2 + (v_g - v_{k,y})^2 + v_{k,z}^2}.$$

Обозначим через $\tilde{C}_D(Re)$ следующее выражение:

$$\tilde{C}_D(Re) = C_D S_k |\vec{v}_g - \vec{v}_k| / 2.$$

Тогда в новой системе координат уравнения движения одиночной капли консерванта (1) в проекциях на соответствующие оси имеют вид:

$$m_k dv_{k,x} / dt = -\tilde{C}_D(Re) v_{k,x} - m_k g \cos \beta + q_k E, \quad (5)$$

$$m_k dv_{k,y} / dt = \tilde{C}_D(Re) (v_g - v_{k,y}) - m_k g \sin \beta, \quad (6)$$

$$m_k dv_{k,z} / dt = -\tilde{C}_D(Re) v_{k,z}. \quad (7)$$

Система уравнений (5) – (7) – это система дифференциальных уравнений первого порядка относи-

тельно компонент скорости капли консерванта $v_{k,x}$, $v_{k,y}$ и $v_{k,z}$. Она нелинейная, поскольку коэффициент $C_D(Re)$ зависит от скорости капли, которая является неизвестной. Поэтому для решения задачи будем использовать неявные разностные схемы, реализация которых проводится с помощью итерационного процесса типа Ньютона [11–13].

Для **области 2** будем считать, что в начале зоны обработки, скорость частиц консерванта и место их входа уже определены, т.е. $\vec{v}_{k,ex}$ и $\vec{r}_{k,ex}$ – найдены.

Моделирование пневмокормового потока, в котором движется капля консерванта, приведено в работе [5], где была предложена структурная модель, элементами которой являлись круговые цилиндры, диаметр основания которых соответствует среднему диаметру частиц, причем элементы в пространстве располагаются равномерно и одинаково во всех направлениях. Предложенная модель позволяет определить структурный параметр пневмокормового потока a_{kn} .

Аналогично предыдущему разделу, для оценки движения консерванта воспользуемся балансом количества движения (1) при $t > t_{ex, kn}$.

По аналогии с задачей 1, находим силы, действующие на каплю консерванта: F_g – по формуле (3), F_g – по формуле (4).

Силу сопротивления среды, которая представляет движущийся пневмокормовый поток со скоростью v_{kn} , определим согласно [14], используя введенный структурный параметр

$$F_c = -C_D (v_k - v_{kn}),$$

где $C_D = b/a_{kn}^n$, a_{kn} – структурный параметр;

b и n – постоянные.

С учетом рассмотренных сил, система уравнений движения капли консерванта (1) в проекциях на оси выбранной системы координат для $t > t_{ex}$ переписывается в виде:

$$m_k dv_{k,x} / dt = -C_D v_{k,x} - m_k g \cos \beta + q_k E,$$

$$v_{k,x} |_{t=t_{ex}} = v_{k,x,ex}; \quad (8)$$

$$m_k dv_{k,y} / dt = C_D (v_{kn} - v_{k,y}) - m_k g \sin \beta,$$

$$v_{k,y} |_{t=t_{ex}} = v_{k,y,ex}; \quad (9)$$

$$m_k dv_{k,z} / dt = -C_D v_{k,z}, \quad v_{k,z} |_{t=t_{ex}} = v_{k,z,ex}. \quad (10)$$

В общем случае, найти аналитическое решение уравнений (5) – (10) трудно, т.к. масса капли консерванта непостоянна по причине впитывания и изменяется по экспоненциальному закону в зависимости от структурного параметра пневмокормового потока a_{kn} . Поэтому уравнения (8) – (10) решаются по аналогии с уравнениями (5) – (7).

Для численного решения уравнений (5) – (10), учитывая ранее предложенную методику расчета и оценки технологических параметров процесса внесения [15], предлагается программа «Konservant-Silosoprovod». Программа реализована на языке Fortran, эксплуатируется на персональном компьютере типа IBM PC и работает под

управлением операционной системы Microsoft Windows XP и позволяет рассчитать скорость пневмокормового потока, скорость, координаты движения и глубину проникновения каплей жидкого консерванта и др., на основе чего производится выбор места впрыска и оптимальных технологических параметров.

Например, для входных данных, соответствующих техническим характеристикам кормоуборочного комбайна КВК-800, были получены графические зависимости (рис. 4), позволяющие определить макси-

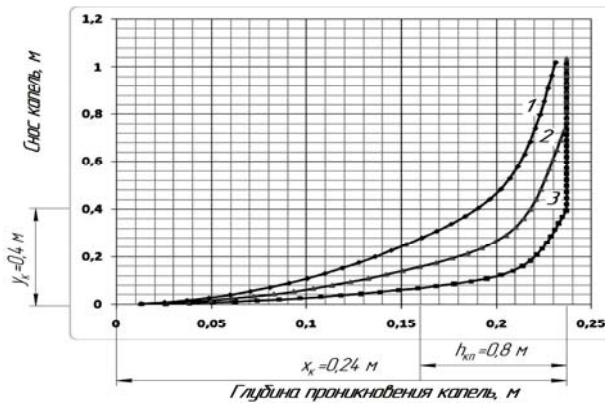


Рис. 4. Траектории проникновения жидкого консерванта в пневмокормовой поток при высоте установки распылительной форсунки на силосопроводе: 1 – 2,78 м; 2 – 2,86 м; 3 – 2,94 м

мальную глубину проникновения каплей консерванта ($x_k=0,24$ м) и их снос ($y_k=0,4$ м), на основании чего определено, что минимальное расстояние форсунки от направляющего козырька силосопровода должно составлять: $y_{k,min}=y_k=0,4$ м.

Заключение

Получены уравнения движения каплей жидкого консерванта в силосопроводе кормоуборочного комбайна, учитывающие дополнительное влияние электростатического поля, а также свойства пневмокормовой среды, в которой происходит движение и распространение каплей жидкого консерванта.

Разработана программа «Konservant-Silosoprovod», позволяющая проводить анализ и обоснование места впрыска жидкого консерванта в зависимости от различных технических характеристик кормоуборочных комбайнов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качество силоса в зависимости от способа внесения консервантов / М.Б. Сабиров [и др.] // Кормопроизводство. – 1987. – № 9. – С. 13–16.
2. Кузьмицкий, А.В. Особенности внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах / А.В. Кузьмицкий, П.В. Яровенко, П.В. Авраменко // Молодежь и инновации: матер. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 3–5 июня 2009 г. / Белорус. гос. сельхоз. акад.; редкол.: А.П. Курдеко [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 3–5.

3. Гвоздев, А.В. Разработка внутрикамерного процесса и обоснование параметров устройства для внесения жидких консервантов при формировании растительной массы в рулоны: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Гвоздев. – Глеваха, 1990. – 192 л.
4. Грачев, А.В. Способы и технические средства повышения эффективности обработки силосуемой массы химическими консервантами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Грачев. – Москва, 1987. – 167 л.
5. Кузьмицкий, А.В. Механико-технологические основы внесения консервантов в силосуемые корма: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Кузьмицкий. – Горки, 2001. – 380 л.
6. Дремук, В.А. Повышение эффективности заготовки силоса внесением жидких консервантов смесителем-разравнивателем в траншейном силосохранилище: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.А. Дремук. – Горки, 2000. – 130 л.
7. Способ внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу в кормоуборочном комбайне и устройство для его осуществления: пат. 12378 Респ. Беларусь, МПК А 23К 3/00 / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко, И.М. Лабозкий, А.Л. Зиновенко; заявит. Белор. гос. аграрн. техн. ун-т. – № а 20061344; заявл. 27.12.06; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 42.
8. Устройство для внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу на кормоуборочном комбайне: пат. 7370 Респ. Беларусь, МПК А 23К 3/03 / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко, Р.В. Новиков, Н.И. Ануфриев; заявит. Белор. гос. аграрн. техн. ун-т. – № и 20101003; заявл. 12.01.11; опубл. 30.06.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3. – С. 167–168.
9. Электрофизические основы техники высоких напряжений: учеб. для вузов / И.М. Бортник [и др.]; под ред. И.П. Верещагина, В.П. Ларионова. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 543 с.
10. Вараксин, А.Ю. Столкновения в потоках газа с твердыми частицами / А.Ю. Вараксин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 312 с.
11. Годунов, С.К. Разностные схемы (введение в теорию) / С.К. Годунов, В.С. Рябенский. – М.: Наука, 1973. – 400 с.
12. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
13. Гусак, А.А. Справочник по высшей математике / А.А. Гусак, Г.М. Гусак. – Мн.: Навука и тэхніка, 1991. – 480 с.
14. Кузьмицкий, А.В. Моделирование процесса внесения жидких консервантов в кормовой поток / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко // Агропанорама. – 2006. – № 5. – С. 4–7.
15. Кузьмицкий, А.В. Обоснование технологических параметров оборудования для внесения жидких консервантов на кормоуборочном комбайне / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко // Агропанорама. – 2010. – № 5. – С. 11–15.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВОЩЕЙ СПОСОБОМ МАЛООБЪЁМНОЙ ГИДРОПОНИКИ

А.В. Крутов, канд. техн. наук, доцент, М.А. Бойко, ст. препод.; В.В. Боровская, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

В статье приводятся результаты исследований по обеззараживанию сточных вод тепличных комбинатов продуктами электрохимической активации. Анализируется эффективность обеззараживания дренажа другими способами, в частности, ультрафиолетом.

The article deals with the results of the researches on the decontamination of wastewater at greenhouse complex by products of electrochemical activation. The article analyzes the effectiveness of decontamination of drainage in different ways, particularly by using ultraviolet.

Введение

В последние годы передовые тепличные комбинаты перешли на выращивание овощей малообъемным гидропонным способом с использованием минеральной ваты и других субстратов. Преимущества малообъемной гидропоники заключаются в возможности автоматизации управления выращиванием овощей с помощью компьютера. При этом поддерживаются заданные значения питательного раствора и его pH, оптимизируется расход воды и удобрений, улучшается контроль за ростом растений. Это позволяет снизить трудозатраты, повысить качество плодов и получать более высокий урожай (35-50 кг/м²) по сравнению с грунтовым способом (25-30 кг/м²). Такой способ выращивания требует высоких первоначальных затрат на оборудование и материалы по сравнению с производством овощей в закрытом грунте. Однако экономическая эффективность гидропонных технологий намного выше.

К вновь строящимся и действующим тепличным комплексам предъявляются экономические санкции со стороны экологических организаций за сброс дренажных вод в окружающую среду без предварительной их очистки и обеззараживания. Поэтому наиболее целесообразно применять повторное использование дренажа для приготовления питательных растворов. Это позволяет существенно экономить воду и удобрения, и дренажную воду необходимо обеззараживать.

Основная часть

В овощеводстве представляют опасность инфекционные заболевания растений. К ним относят вирусные болезни, бактериальные и грибные. При гидропонном способе выращивания растений эти болезни могут передаваться через стоки дренажа, а их возбудители обитать в самом субстрате.

Вирусные болезни растений делят на мозаики и желтухи (мозаичные болезни растений и желтуха растений). Мозаичная группа вирусных болезней характери-

зуется пестрой (мозаичной) расцветкой пораженных органов (главным образом листьев и плодов, чередованием пятен разнообразной величины и формы, имеющих зеленую окраску различной интенсивности. При этом заболевании меняется форма листовой пластинки, растение отстает в росте. Из мозаичных болезней растений наиболее вредоносны мозаика томата, зеленая мозаика огурца и обыкновенная огуречная мозаика и другие. При желтухе растений больные растения вырастают карликовыми, цветки у них с удлинненными чашелистиками, позеленевшими деформированными венчиками и завязью, произрастающей в листочки.

Бактериальный рак томата вызывается бактерией *Clavibacterium michiganense*. Поражает плоды, стебли, сосудистую систему. Сопровождается увяданием отдельных ветвей и листьев, на плодах мелкие округлые пятна с темным центром («птичий глаз»).

Грибные болезни растений, вызываемые фитопатогенными грибами (паразитами и полупаразитами), наиболее распространенные и вредоносные болезни сельскохозяйственных растений. Под воздействием грибов-возбудителей болезней в растениях возникают патологические процессы, сопровождающиеся нарушением структуры и физиологических функций растения или отдельных его частей. Внешне грибные болезни растений характеризуются местным (пятнистости, грибные налеты, язвы, пустулы) или общим (увядание растений) типом поражения. Подобные болезни растений (кладоспориозы, септориозы, серая гниль и др.) вызываются несовершенными грибами рода *Cladosporium*, *Septoria*, *Botrytis*. Например, в теплицах томаты поражают возбудители *Cladosporium fulvum*, *Septoria lycopersici*, плоды и листья огурца – *Cladosporium cucumerinum*, *Botrytis cinerea* [1].

Для борьбы с инфекционными заболеваниями растений применяются различные гербициды и профилактические меры. Не исключаются и электрофизические методы обеззараживания стоков и субстрата.

В настоящее время для обеззараживания дренажа в основном используются термический способ или ультрафиолетовая (УФ) обработка дренажных вод. Однако эти способы имеют ряд недостатков. Первый – весьма энергозатратный, так как для обеззараживания необходимо большие объемы воды нагревать до 95°C. В летний период, когда не работают котельные, этот способ требует использования электронагрева, наличия мощных электронагревателей. Обработка ультрафиолетовым излучением имеет изменяющуюся во времени эффективность обеззараживания. По мере образования отложений на колбе ультрафиолетовой лампы, обеззараживающее действие снижается. КПД ультрафиолетового обеззараживания составляет 8,5-10% [2]. В УФ-установках должна предусматриваться очистка кварцевых чехлов, не вынимая их из камеры обеззараживания, т.к. в процессе их работы накапливаются отложения органического и минерального происхождения. На практике применяются специальные системы очистки двух типов: механическая и химическая. В первом случае специальная муфта из фторопласта, приводимая в движение специальным механизмом и плотно облегающая кварцевый чехол, периодически скользя по нему. Ее основным недостатком является низкая надежность и небольшая долговечность. Химическая очистка является простым и эффективным методом. Она осуществляется путем циркуляции через установку воды с добавлением небольших доз пищевых кислот при помощи промывочного насоса, который должен входить в комплектацию УФ-установки. Кроме того, для повышения прозрачности обеззараживаемой среды дренажную воду разбавляют чистой, так называемой, подпиточной. А это снижает производительность УФ-обеззараживания.

Опыты по обработке сточных вод, загрязнённых бактерицидной и вирусной микрофлорой, показали положительные результаты после их обеззараживания продуктом электрохимической активации – анолитом [3]. Технологическая схема получения анолита и католита известна и проста. Главное устройство в ней – электроактиватор. Электроактиватор представляет собой электрохимическую систему с катодом и анодом, в которой камера, заполняемая обрабатываемой водой, разделена на два объёма (катодный и анодный) с помощью полупроницаемой перегородки. В анодной камере образуется анолит, в катодной – католит. В анодной камере кислотность воды увеличивается с образованием различных кислот, а также перекиси водорода. Анолит отличается более высокой электропроводностью. При анодной обработке вода насыщается высокоактивными окислителями (хлор, озон, перекись водорода, хлорноватистая кислота и др). В присутствии этих окислителей происходит электрокаталитическое окисление органических примесей воды, их деструкция и уничтожение микроорганизмов. Это говорит о том, что анолит обладает бактерицидными свойствами.

На кафедре электротехники Белорусского государственного аграрного технического университета были проведены исследования по обеззараживанию дренажа теплиц при выращивании растений по техно-

логии с малообъемной культурой субстрата. Цель исследований – снизить себестоимость выращиваемых в теплицах овощей, экологическую нагрузку на окружающую среду, расход энергетических, водных и минеральных ресурсов путем использования для приготовления питательных растворов, обеззараженных электрохимическим способом дренажных вод. В задачи исследования входило, оценить эффективность обеззараживающего действия продуктов электрохимической активации анолита кислого (рН 2,5...3,5) и анолита нейтрального (рН 6,0... 7,0).

Способ обеззараживания анолитом заключается в следующем. Для получения анолита слабоминерализованный водный раствор хлорида натрия (5-7 мг/л) был обработан в диафрагменном электрохимическом реакторе. Диафрагма в виде пористой диэлектрической перегородки между электродами реактора препятствует смешиванию объемов воды (растворов) в анодной и катодной камерах. В то же время она обеспечивает ионный обмен между этими объемами. В результате обработки в катодной камере реактора, вода насыщается продуктами катодных электрохимических реакций, обычно гидроксидами металлов, образовавшимися из растворенных солей, гидроксид-ионами, водородом. При анодной обработке – вода в анодной камере насыщается продуктами окисления, в том числе кислотами, синтезированными из растворенных солей, кислородом, хлором. В нашем опыте концентрация активного хлора в анолите достигала 4250 мг/л, показатель рН анолита, в зависимости от электрического заряда, доводился в одном случае от 2,5 до 3,5, в другом – от 5,5 до 7,0. С учетом того, что поливная вода не должна содержать в своем составе более 50 мг/л хлора [4], полученный анолит разбавляли послед дренажной водой в пропорции 1:100.

Активированное состояние воды и растворов в результате униполярной электрохимической обработки проявляется в аномальной реакционной способности католита и анолита в окислительно-восстановительных реакциях, в их каталитической, биокаталитической активности, в аномальной физико-химической активности при взаимодействиях на границе раздела фаз. При этом изменяются такие параметры раствора, как рН, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), поверхностное натяжение, диэлектрическая проницаемость, электропроводность. Известны три основных фактора, обуславливающие физико-химическую активность анолита и католита [5].

Первый из них – образование щелочей, кислот, других стабильных продуктов электрохимических реакций в католите и анолите, которые не только заменяют традиционные химические добавки, но и обеспечивают достижение лучших результатов при использовании католита и анолита вместо химических растворов. Второй – образование высокоактивных неустойчивых (метастабильных) продуктов электрохимических реакций (например, свободных радикалов), время жизни которых ограничено несколькими часами. Они значительно усиливают проявление кислотных, окислительных, щелочных и восстановительных свойств анолита и католита. Получить их в воде путем растворения химических

реагентов, как правило, невозможно. Третий – возникновение и существование в течение некоторого времени диссипативных структур, сформированных в области объемного заряда у поверхности электродов, как свободных, так и в виде гидратных оболочек ионов, молекул, радикалов, атомов, что придает анолиту и католиту свойства катализатора самых различных химических реакций, в том числе биохимических. Также происходит изменение активационных энергетических барьеров между взаимодействующими компонентами.

На установке электрохимической активации воды (рис. 1) были приготовлены образцы католита (pH=12,8),



Рис. 1. Общий вид установки электрохимической активации слабых растворов соли

анолита (pH= 6,02) из исходного слабого раствора поваренной соли с концентрацией хлора – 5%, а также образцы другого качества (католит с pH=12,03, анолит с pH= 2,95). Исходный раствор NaCl содержал 4% хлора. Образцы анолита и католита были приготовлены с целью определения их антимикробной активности в микробиологической лаборатории.

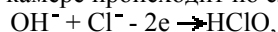
Испытания вышеназванных образцов электрохимической активации проводились в период с 15 по 23 декабря 2009 года согласно общепринятым методикам и указаниям по исследованию действия на различные микроорганизмы антисептиков и дезинфицирующих средств (инструкция БелСЭС №11-20-2004). Данная методика основана на ингибировании (подавлении) роста тест-культур микроорганизмов.

В качестве тест-штаммов использовались коллекционные тест-штаммы *Esherichia coli* ATCC 1129, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15412, *Candida albicans* ATCC 10231, т.е. штаммы микроорганизмов, встречающиеся в сточных водах. Образцы дезинфектанта использовались в на-

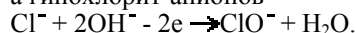
тивных концентрациях. Продолжительность обработки (экспозиция) во всех случаях составляла 10 мин. При определении антимикробной активности образцов католита и анолита методом объемной противомикробной обработки в лабораторных условиях на керамической поверхности расход рабочего раствора составлял 30 мл/м³, экспозиция – 30 мин. В целом, в ходе лабораторных испытаний образцов дезинфектантов, приготовленных методом электрохимической активации, установлены следующие основные результаты. Католит с pH=12,03 (4% Cl) по отношению к грам-отрицательным бактериям *Esherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* имеет факторы редукции RF>5 с белковой нагрузкой и без нее, что соответствует СанПиН 21-112-99г. Полученные данные свидетельствуют о высокой антимикробной активности этого образца католита в отношении грам-отрицательной флоры. Анолит кислый с pH=2,95 (4% Cl) имеет высокий антимикробный эффект по отношению к грам-положительным бактериям *Staphylococcus aureus*. Здесь факторы редукции также RF>5 с белковой нагрузкой и без нее, что соответствует СанПиН 21-112-99г.

Достаточно сильное обеззараживающее действие анолита на вышеперечисленные тест-штаммы микроорганизмов было проявлено и при больших значениях pH, близких к 7,0. В этом случае концентрации гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты примерно одинаковы, а расход количества электричества – минимальный.

Прямой синтез хлорноватистой кислоты в анодной камере происходит по следующей схеме:



а гипохлорит-анионов



Общее микробное число (титр КОЕ) в 1 мл приготовленного по вышеизложенной методике питательного раствора было равно нулю уже при концентрации активного хлора – 5 мг/л и pH анолита, равном 6,5. Однако авторам публикации не удалось получить положительные результаты при применении продуктов электрохимической активации для обеззараживания штаммов микроорганизмов грибкового происхождения.

Заключение

В результате проведенных исследований и полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Для обеспечения эффективности обеззараживания с помощью ультрафиолетового излучения необходимо проведение постоянного технологического обследования системы обеззараживания и обслуживания УФ ламп.

2. Способ обеззараживания дренажных стоков продуктами электрохимической активации имеет высокий антимикробный эффект по отношению к грам-отрицательным бактериям *Esherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и к грам-положительным бактериям *Staphylococcus aureus*.

3. Обеззараживание продуктами электрохимической активации штаммов микроорганизмов грибкового происхождения показало их низкую антимикробную эффективность (факторы редукции RF<3, что не соот-

ветствует СанПиН 21-112-99г.). Для подавления микроорганизмов грибкового происхождения следует использовать другие, более эффективные методы обработки, например, электроимпульсное обеззараживание.

По предварительным расчетам, ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии антивирусного и антибактериального обеззараживания дренажных вод продуктами электрохимической активации составляет 28900,0 тыс. руб. на 1 га теплиц в год (в ценах на 01.01.2011г.). Срок окупаемости новой технологии на 12 га теплиц – 3,5 года. Внедрение ресурсосберегающей технологии снизит себестоимость производства овощей на 12...15 процентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство: большой энциклопед. словарь / Редкол.: В.К. Месяц (гл. ред.) и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 656 с.: ил.

2. Ульянов, А.Н. Ультрафиолетовое обеззараживание дренажной воды [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.svarog-uv.ru/drainage.htm>. – Дата доступа: 22.06.2011.

3. Крутов, А.В. Обеззараживание дренажа тепличных комбинатов продуктами электрохимической активации/ А.В. Крутов, В.В. Боровская//Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: матер. междунар. научн.-технич. конф., Минск, 23-24 октября 2009 г.: в 2-х ч. /М.А. Прищепов [и др.], ч. 1; под ред. М.А. Прищепова – Мн.: БГАТУ, 2009. – С. 140-142.

4. Веремейчик, Л.А. Основы питания томатов, выращиваемых в малообъемной культуре: ISBN 985-655-219-2/ Л.А. Веремейчик. – Мн.: БГАТУ, 2002. – 349 с.

5. Бахир, В.М. Пути создания эффективных и безопасных антимикробных жидких средств и эволюция общественного восприятия дезинфекционных мероприятий/ В.М. Бахир// Дезинфекционное дело. – №3, 2004. – С. 22-26.

УДК 636.2.62.64.089.67

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.08.2011

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ТЁЛОК, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Е.К. Стецкевич, мл. научн. сотр. (ГГАУ)

Аннотация

В статье изложены результаты научно-хозяйственного опыта по изучению особенностей роста тёлочек, родившихся от нетелей отечественной чёрно-пёстрой породы, осеменённых спермой быков-производителей белорусской и канадской селекции, от нетелей, завезённых из Венгрии, а также тёлочек-трансплантантов, полученных при пересадке эмбрионов, импортированных из Канады. Установлено, что импортные генотипы голштинской породы характеризуются более высоким продуктивным потенциалом. Это проявилось уже во внутриутробном периоде развития, следствием чего явилась более высокая крупноплодность новорожденных телят, полученных от животных зарубежной селекции. Условия среды на стадии постэмбрионального онтогенеза внесли свои коррективы в особенности роста подопытных животных. Тем не менее, и в этом периоде превалировало влияние генотипа животных на процесс их роста.

This article presents the results of scientific experience in studying the peculiarities of the growth characteristics in heifers born from heifers of black-motley domestic breed, inseminated with sperm of bulls of the Belarusian and Canadian breeds; from heifers imported from Hungary; and from transplant heifers, obtained by embryos transplantation, which has been imported from Canada. It was established, that the imported Holstein genotypes have a higher productive potencial. This fact was already evident in utero development, and, as a consequence, newborn calves, derived from foreign animal breeds, had bigger fetus. The environmental conditions, present during the post-embryonic ontogeny, brought some changes in the growth characteristics of experimental animals. However, in this period, the genotype of animals had the prevalent influence on their growth.

Введение

В соответствии с Государственной программой развития животноводства в Беларуси, к 2015 году планируется повысить валовой надой молока до 10 млн. тонн, а среднюю продуктивность дойного стада увеличить примерно на 30% и довести до 6,3 тыс. кг молока от одной коровы в год. Выполнение этой задачи во многом зависит от организации биоло-

гически полноценного кормления и создания стад с высоким генетическим потенциалом по молочной продуктивности. В нашей республике, как и в других странах мира с высокоразвитым скотоводством, основные пути ускоренного прогресса генетического потенциала молочной продуктивности скота – это использование для искусственного осеменения коров высококлассных быков-улучшателей как белорусской,

так и зарубежной селекции, трансплантация эмбрионов от элитных матерей и отцов, а также импорт высокопродуктивных животных из-за рубежа [1-3]. Всё более широкое применение в животноводстве достижений современной биотехнологии ставит задачу о необходимости всестороннего изучения и разработки наиболее оптимального и экономически эффективного метода совершенствования племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота, полученного разными биотехнологическими методами. По данным ряда авторов, известно, что у потомства от скрещивания различных популяций чёрно-пёстрого скота с голштинским, повышается молочная продуктивность, живая масса изменяется в зависимости от степени участия голштинов, исходных качеств материнского стада и уровня кормления [1, 4].

Изучение интенсивности и динамики роста молодняка в стадах с генетическим потенциалом продуктивности от 6000 до 11000 кг молока поможет совершенствованию существующих систем направленного выращивания ремонтных тёлочек для получения крепких высокопродуктивных животных, приспособленных к длительной эксплуатации [4, 5]. В связи с этим, исследование особенностей роста крупного рогатого скота разных генотипов в условиях Республики Беларусь имеет большое практическое значение в развитии молочного скотоводства страны.

Целью описываемых исследований являлось изучение роста тёлочек, полученных разными биотехнологическими методами, от рождения до 18 месяцев.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в условиях СПК «Агрофирма Малеч» Берёзовского района Брестской области. С целью проведения исследования, в данном хозяйстве были сформированы 4 группы животных по 10 голов: I (контрольная) группа – тёлочки, полученные от нетелей белорусской селекции, искусственно осеменённых спермой отечественных быков-производителей; II группа – помесные тёлочки, полученные от осеменения белорусских чёрно-пёстрых тёлочек спермой быков-производителей голштинской породы канадской селекции; III группа – тёлочки, полученные методом трансплантации заморожено-оттаянных эмбрионов голштинской породы, импортированных из Канады; IV группа – тёлочки, полученные от нетелей голштинской породы, завезённых из Венгрии. Содержание и кормление тёлочек всех опытных групп было одинаковым, осуществлялось по технологии, принятой в данном хозяйстве. Телят отбирали после рождения по принципу аналогов с учётом происхождения и возраста. Контрольные взвешивания производили по схеме: при рождении, в возрасте 3, 6, 9, 12, 15 и 18 месяцев. Полученные данные обработаны биометрически с использованием компьютерной программы M. Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Как свидетельствуют результаты исследований, приведённые в табл. 1, подопытный молодняк разли-

Таблица 1. Возрастная динамика живой массы тёлочек, полученных разными биотехнологическими методами от рождения до 18 мес

Возраст, мес		Группы			
		I-контр.	II-опытная	III-опытная	IV-опытная
При рождении	Живая масса, кг (x ± m)	26,1±1,32	26,8±0,87	29,6±1,12	31,6±0,95**
	Cv, %	16,0	10,2	11,9	9,5
3 мес	Живая масса, кг (x ± m)	91,2±4,02	92,40±2,75	96,9±2,99	104,5±3,45*
	Cv, %	13,9	9,4	9,8	10,5
6 мес	Живая масса, кг (x ± m)	171,1±4,84	175,5±3,04	178,9±2,95	185,6±4,87
	Cv, %	9,0	5,5	5,2	8,3
9 мес	Живая масса, кг (x ± m)	242,3±7	249,1±3,52	253,5±4,22	259,6±5,59
	Cv, %	9,1	4,5	5,3	6,8
12 мес	Живая масса, кг (x ± m)	306,9±9,31	316±4,18	332±4,22*	341,4±4,73**
	Cv, %	9,6	4,2	4,0	4,4
15 мес	Живая масса, кг (x ± m)	354,0±9,74	368,4±6,52	386,1±5,46*	396,2±4,36**
	Cv, %	8,7	5,6	4,5	3,5
18 мес	Живая масса, кг (x ± m)	392,2±7,19	422,5±4,28**	436,2±5,02***	448,8±4,9***
	Cv, %	5,8	3,2	3,6	3,5

* P - < 0,05; ** P - < 0,01; *** P - < 0,001

чался по живой массе уже при рождении. Явным преимуществом характеризовались импортные генотипы. Причем наиболее крупноплодными оказались телки венгерской селекции. По этому признаку они превосходили сверстниц всех других групп на 2,0-5,5 кг или на 6,8-21,1% ($P < 0,01$).

Обращает на себя внимание преимущественное влияние породы матерей на живую массу новорожденных телят. В частности, телята I (контрольной) и II (опытной) групп, полученные от коров одной и той же породы, при рождении незначительно различались по живой массе. И это несмотря на то, что их отцами являлись быки разных пород. Если контрольные телки родились от коров, осемененных спермой быков белорусской черно-пестрой породы, то телята третьей опытной группы – от коров той же белорусской черно-пестрой породы, но осемененных спермой канадских быков голштинской породы.

В то же время телята-трансплантаты оказались более крупноплодными, чем молодняк контрольной и второй опытной групп. Произошло это потому, что и отцовская и материнская часть наследственности этими телятами получена от канадских голштинов. Генетически обусловленная способность к быстрому росту этих животных обеспечила достижение телятами-трансплантатами более высокой живой массы в пренатальный период онтогенеза, несмотря на то, что внутриутробное развитие этих телят проходило в теле коров белорусской черно-пестрой породы. Считается, что живая масса при рождении положительно сказывается на ее приросте в процессе последующего вы-

рашивания животных. Так, крупноплодные при рождении телки венгерской селекции сохранили свое преимущество по живой массе над животными других групп во все периоды выращивания. В результате, к 18-месячному возрасту этот молодняк достиг живой массы – 449 кг, что было больше, чем у чистопородных сверстниц белорусской черно-пестрой породы (I контрольная) и помесных животных (II опытная группа) соответственно на 57 и 26 кг или на 14,5% ($P < 0,001$) и 6,2% ($P < 0,01$). Межгрупповая разница по живой массе между телками венгерской селекции и телятами, полученными при пересадке канадских эмбрионов, оказалась менее существенной и составила в конце выращивания 12,6 кг или 2,9% ($P > 0,05$).

В то же время чистопородные телки белорусской черно-пестрой породы при рождении уступали по живой массе не только тяжеловесным сверстницам венгерской селекции и телятам-трансплантатам, но и помесному молодняку, полученному от сочетания коров черно-пестрой породы с канадскими быками на 30 кг или 7,65%, причём разница была статистически достоверной ($P < 0,01$). И это несмотря на то, что при рождении телята этих двух групп по крупноплодности практически не различались.

Следовательно, на динамике живой массы телят в послеутробный период онтогенеза сказались, наряду с крупноплодностью, их генотипические особенности.

Указанные возрастные изменения живой массы подопытных телок явились следствием неодинаковых ее приростов, о чём свидетельствуют данные табл. 2. Исследования показали, что в период интенсивного

Таблица 2. Абсолютный прирост живой массы тёлочек, полученных разными биотехнологическими методами по возрастным периодам

Возраст, мес		Группы			
		I-контр.	II-опытная	III-опытная	IV-опытная
0-3 мес	Абсолютный прирост, кг ($\bar{x} \pm m$)	65,1±2,85	65,6±2,2	67,3±2,19	72,9±3,24
	Cv,%	13,9	10,6	10,3	14,1
3-6мес	Абсолютный прирост, кг ($\bar{x} \pm m$)	80,9±2,15	83,1±3,24	82,0±3,71	81,1±4
	Cv,%	8,4	12,3	14,3	15,6
6-9мес	Абсолютный прирост, кг ($\bar{x} \pm m$)	71,2±6,78	73,6±3,58	74,6±2,5	74,0±7,3
	Cv,%	30,1	15,4	10,6	31,18
9-12 мес	Абсолютный прирост, кг ($\bar{x} \pm m$)	64,6±6,29	66,9±3,49	78,5±1,96*	81,8±2,02**
	Cv,%	30,8	16,5	7,9	7,8
12-15 мес	Абсолютный прирост, кг ($\bar{x} \pm m$)	47,1±2,69	52,4±5,04	54,1±2,69	54,8±4,65
	Cv,%	18,1	30,4	15,7	26,8
15-18 мес	Абсолютный прирост, кг ($\bar{x} \pm m$)	38,2±4,03	54,1±3,86*	50,1±0,87*	52,6±1,71**
	Cv,%	33,4	22,6	5,5	10,3

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

роста, до достижения возраста 12 месяцев, наиболее высокий прирост живой массы получен от молодняка зарубежной селекции. В частности, абсолютный прирост венгерских телок в этом периоде составил 309,8 кг, а трансплантантов – 302,4 кг. Это было больше, чем в контроле на 28 и 20,6 кг или на 9,9 и 7,3% соответственно. Помесный молодняк, полученный от коров белорусской черно-пестрой породы, осемененных спермой канадских быков, также рос быстрее чистопородных контрольных сверстников. Однако межгрупповая разница по величине прироста оказалась менее высокой и составила всего лишь 7,4 кг или 2,6%. В возрасте с 12 до 18 месяцев приросты живой массы подопытных животных несколько выровнялись. Тем не менее, и в этом возрастном периоде от чистопородных телок белорусской черно-пестрой породы получено всего 85,3 кг прироста живой массы, что было меньше, чем от телок венгерской селекции на 25,9%, телок-трансплантантов – на 22,2 и помесных телок – на 24,9%. Причём, разница абсолютного прироста у телок в возрасте 15-18 месяцев между телками контрольной и 2 группы составляла 15,9 кг или 41,6% ($P < 0,05$), между особями 1 и 3 группы – 11,9 кг или 31,2% ($P < 0,05$), между телочками 1 и 4 групп – 14,4 кг или 37,7% ($P < 0,01$).

Как свидетельствуют данные рис. 1, наиболее высокой скоростью роста характеризовались телки венгерской селекции. По величине среднесуточного прироста живой массы они превосходили сверстниц других групп, причем более существенно – телок белорусской черно-пестрой породы. Межгрупповая разница по этому признаку за весь период выращивания составила 91 г или 13,4%. Телята, полученные в результате осеменения коров белорусской черно-пестрой породы спермой канадских быков, росли быстрее чистопородного черно-пестрого молодняка на 54 г или 8%. Однако и они уступали венгерским телкам по величине среднесуточного прироста живой массы на 37 г или 5%. Быстрым ростом характеризовались чистопородные телата-трансплантанты.

Среднесуточный прирост живой массы этих телят составил 754 г. Тем не менее, это было меньше, чем у венгерских телок. Разница составила 16 г или 2,1%.

Следует отметить, что указанные различия в скорости роста подопытных животных отчетливо проявились уже в самом начале постэмбрионального развития, а именно: в первые три месяца жизни. С возрастом межгрупповая разница по величине среднесуточного прироста живой массы становилась все более отчетливой. Так, если в первые три месяца жизни венгерские телки превосходили молодняк белорусской черно-пестрой породы на 86,7 г или 12%, то к концу выращивания эта разница увеличилась до 91 г или 13,4%. Межгрупповая разница по величине среднесуточного прироста живой массы между по-

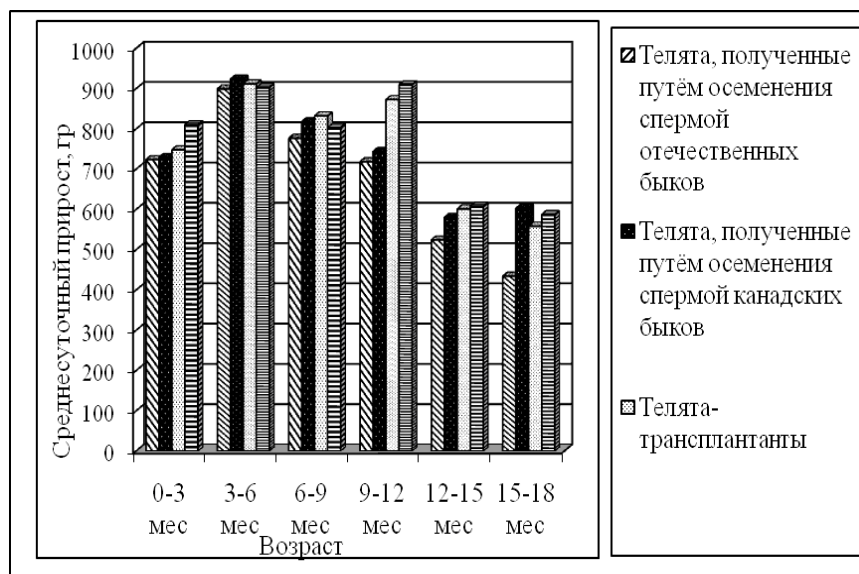


Рис. 1. Динамика среднесуточных приростов живой массы телок, полученных разными биотехнологическими методами, по возрастным периодам

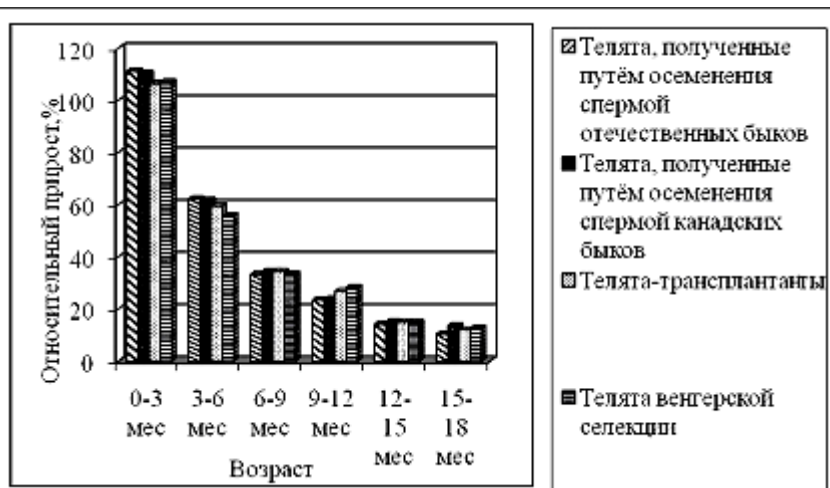


Рис. 2. Относительная скорость роста телок, полученных разными биотехнологическими методами по возрастным периодам

месным молодняком и телятами белорусской черно-пестрой породы до 3-месячного возраста составляла 5,4 г или 0,8%, а в конце опыта увеличилась до 54 г, или 8%. Превосходство телят-трансплантантов над молодняком контрольной группы по величине среднесуточного прироста возросло с 24,4 г или 3,4% в первые три месяца постэмбрионального онтогенеза до 75 г или 11,1% к концу выращивания. Причём, разница среднесуточного прироста в возрасте 15-18 месяцев между тёлками 1 и 2 групп была равна 68 г или 15,7% ($P < 0,05$); между животными 1 и 3 групп – 75 г или 17,3% ($P < 0,05$); между тёлочками 1 и 4 групп – 91 г или 21% ($P < 0,05$).

О характере роста животных судят не только по скорости этого процесса, характеризуемой абсолютным приростом, но и по его напряженности, отражением чего является кратность увеличения первоначальной живой массы животных. Такой рост рассчитывают по процентному отношению абсолютного прироста к усредненной живой массе животных, применяя формулу С. Броуди, и называют относительным ростом. Следовательно, на величине относительного роста сказывается не только его скорость, но и начальная живая масса животного. Нередко молодняк с низкой живой массой характеризуется более высоким относительным ростом по сравнению с более тяжеловесными особями. И это притом, что по скорости роста маловесные особи могут уступать более крупноплодному молодняку.

Аналогичная тенденция проявилась и в условиях опыта. Как свидетельствуют данные рис. 2, по относительному росту выгодно отличался молодняк белорусской черно-пестрой породы. Напряженность роста этих животных оказалась наиболее высокой. Незначительно уступали им помесные телки, полученные с участием генетического материала канадских быков. Но это превосходство отчетливо проявилось на начальных этапах онтогенеза. С возрастом относительный рост подопытного молодняка снижался, причем более резко снижался рост телят контрольной группы и помесного молодняка. В результате, в возрасте 9-12 месяцев этот показатель, наоборот, по сравнению со II опытной группой, стал выше у тёлочек-трансплантантов на 14,5% ($P < 0,05$) и у тёлочек венгерской селекции – на 20,4% ($P < 0,05$). В итоге, за весь период выращивания, с момента рождения до достижения 18-месячного возраста, межгрупповая разница по этому показателю практически исчезла.

Заключение

Анализ динамики живой массы тёлочек от рождения до 18 месяцев позволил определить влияние генотипа на наращивание живой массы.

Установлено, что живая масса при рождении и интенсивность постнатального роста тёлочек в большей степени обусловлены их происхождением, и не зависят от биотехнологического метода получения. Импортные генотипы голштинской породы характеризуются более высоким продуктивным потенциалом. Это проявилось уже во внутриутробном периоде развития, следствием чего явилась более высокая крупноплодность новорожденных телят, полученных от животных зарубежной селекции. Наиболее высокая живая масса при рождении наблюдалась у тёлочек венгерской селекции, что на 2-5,5 кг (6,8-21,1%) выше, чем у сверстниц всех других групп ($P < 0,01$).

По результатам исследования установлено, что наиболее высокий прирост живой массы от рождения до 12-месячного возраста получен от молодняка зарубежной селекции. Так, абсолютный прирост венгерских тёлочек в этом периоде составил 309,8 кг, а трансплантантов – 302,4 кг, что было выше, по сравнению с контролем на 28 и 20,6 кг или на 9,9 и 7,3% соответственно. В результате, к 18-месячному возрасту молодняк венгерской селекции достиг живой массы 449 кг, что было больше, чем у чистопородных сверстниц белорусской черно-пестрой породы (I контрольная) и помесных животных (II опытная группа) соответственно на 57 и 26 кг или на 14,5% ($P < 0,001$) и 6,2% ($P < 0,01$).

Межгрупповая разница по живой массе между телками венгерской селекции и животными, полученными при пересадке канадских эмбрионов, оказалась менее существенной и составила в конце выращивания 12,6 кг или 2,9% ($P > 0,05$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Самбуров, Н. Особенности роста и развития помесных и чёрно-пёстрых тёлочек / Н. Самбуров // Молочное и мясное скотоводство. – 2000. – № 4. – С. 30-31.
2. Мадисон, В.В. Трансплантация эмбрионов на службе животноводства / В.В. Мадисон, Л.В. Мадисон // Зоотехния. – 2005. – № 5. – С. 29-30.
3. Никитина, З. Трансплантация эмбрионов – перспективный путь в селекции скота / З. Никитина, А. Никитин, К. Никитин // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 2. – С. 11-18.
4. Романенко, Л.В. Выращивание молодняка от коров с рекордной молочной продуктивностью / Л.В. Романенко, В.И. Волгин // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 3. – С. 22-25.
5. Романенко, Л.В. Мониторинг выращивания племенных тёлочек чёрно-пёстрой породы голштинского происхождения в племенных хозяйствах / Л.В. Романенко, В.И. Волгин, З.Л. Федорова // Зоотехния. – 2011. – № 4. – С. 9-12.

О ТРЕБОВАНИЯХ СТАНДАРТА К СВЕЖЕЙ МОРКОВИ

Н.В. Казаровец, докт. с.-х. наук, профессор, член-корр. НАН Беларуси, Л.А. Расолько, канд. биолог. наук, доцент, Е.С. Пашкова, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

В статье приводится анализ применяемых в Беларуси двух стандартов по оценке качества моркови, реализуемой в торговой сети и поставляемой для переработки на консервные заводы. На основании проведенных исследований, с учетом зарубежного опыта, предлагается предусмотреть деление моркови на три сорта, и в зависимости от этого она может поставляться в розничную торговлю, использоваться в промышленной переработке и для скармливания животным.

In the article the analysis of two standards applied in Belarus is resulted according to quality of the carrots sold in a distribution network and delivered for processing on canneries. On the basis of the researches, taking into account foreign experience, it is offered to provide division of carrots into three grades, and depending on it they can be delivered in retail trade, and used in industrial processing and for feeding of animals.

Введение

Морковь столовая может быть реализована в свежем виде населению или же направлена консервным предприятиям республики для ее переработки в продукты питания. Чтобы оценить качество моркови и технологическую пригодность для переработки, в Республике Беларусь применяются два межгосударственных стандарта вида «технические условия».

В стандартах вида «технические условия» на продукцию используется номенклатура показателей качества, позволяющих оценить товарный сорт продукции. Из десяти групп показателей качества в стандартах чаще всего применяют (предъявляют) требования к продукту по назначению, безопасности, эстетической привлекательности, транспортабельности, экологическим параметрам. Товарный вид продукции, ее цена и конкурентоспособность более всего связаны с группой показателей назначения. Особенно значима эта группа показателей для консервной отрасли, где овощи подвергаются различным технологическим операциям (мойка, очистка, доочистка, резка) с целью их подготовки к получению конечной пищевой продукции. В торговой сети, где овощи реализуются покупателям, внешний вид товара имеет весьма существенное значение.

Для оценки качества моркови, реализуемой в торговой сети Республики Беларусь, и моркови, поставляемой для промышленной переработки на консервные заводы республики, используются два межгосударственных стандарта: ГОСТ 26767-85 «Морковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия» и ГОСТ 1721-85 «Морковь столовая свежая, заготавливаемая и поставляемая. Технические условия». В каждом из них установлены технические требования к продукту, методы определения качества, правила приемки, упаковки, маркировки, транспортирования и хранения свежей моркови.

Основная часть

ГОСТ 26767-85 по характеристикам и нормам делит морковь свежую на два товарных сорта: «отборная» и «обыкновенная». В стандарте записано: «...отборная морковь должна быть мытой или очищенной от земли сухим способом и фасованной» (п. 1.2). Пункт 1.3 стандарта допускает наличие не более 1% земли от массы, прилипшей к корнеплодам. Для отборной моркови, равно как и для обыкновенной, допускаются некоторые дефекты: неглубокие (2-3 мм) природные трещины, незначительные наросты на корнеплодах и боковые корешки, поломанные осевые корешки. Такие требования к качеству ухудшают конкурентоспособность моркови сорта «отборная».

Если размеры корнеплодов по наибольшему поперечному диаметру моркови сорта «отборная», установленные в стандарте, еще отвечают запросам потребителей, то этого нельзя сказать о длине корнеплодов, которая не нормируется для моркови сорта «обыкновенная». В стандарте нет ограничений по массе единицы корнеплода, что не стимулирует производителя улучшать качество своей продукции. Все это только ухудшает конкурентоспособность свежей моркови в глазах рядового потребителя на рынке сбыта.

Одним из важных показателей, влияющих на внешний вид моркови, является отклонение от установленных по диаметру размеров, а также содержание корнеплодов поломанных, уродливых по форме, с неправильно обрезанной ботвой. Все эти отклонения недопустимы для моркови сорта «отборная», но могут иметь место для моркови обыкновенной. Для моркови сорта «обыкновенная» содержание вышеперечисленных показателей качества нормируется в пределах от 5 до 10% от массы корнеплодов, что отрицательно сказывается на общем впечатлении от внешнего вида продукции.

Содержание корнеплодов с трещинами, длиной не более 2,0 см и глубиной не более 0,5 см для моркови сорта «обыкновенная» не ограничено. Это снижает потребительскую привлекательность корнеплодов. Из показателей безопасности уделяется внимание остаточному количеству пестицидов, нитритов и нитратов, радионуклидов, токсичных элементов, утвержденных в установленном порядке санитарными нормами и правилами, но конкретные данные не приводятся. Так, в источниках [1, 2] сообщается, что допустимое содержание опасных для здоровья веществ в моркови свежей столовой следующее:

– по нитратам – не более 250 мг/кг; пестицидам: гексахлорциклопексан – не более 0,5 мг/кг, а также ДДТ и его метаболиты – не более 0,1 мг/кг;

– по радионуклидам: цезий – 137 не более 130 Бк/кг, стронций – не более 50 Бк/кг.

В ГОСТ 26767-85 требования к показателям безопасности для моркови аналогичны.

Согласно ГОСТ 1721-85 «Морковь столовая свежая, заготавливаемая и поставляемая», свежая столовая морковь, поставляемая для промышленной переработки на консервные заводы Республики Беларусь, не делится на сорта. В табл. 1 стандарта приведены требования к внешнему виду свежей моркови, где дается информация о допустимости неглубоких (2-3 мм) природных трещин, наростов, осевых корешков, отклонений от формы корнеплода. Все это отрицательно сказывается на нормах расхода сырья при переработке моркови в продукты питания. Но, самое неприятное для переработчиков кроется в оценке размера корнеплодов (табл. 1). Там указано, что только для сорта «Шантэнэ 2461» размер по наибольшему поперечному диаметру составляет 3,0-7,0 см, для остальных сортов – 2,5-6,0 см. А если учесть, что допускаются отклонения от установленных размеров на 0,5 см до 10%, то и вовсе получится, что производитель моркови свежей может поставлять на переработку сырье с размером по наибольшему поперечному диаметру от 2,0 см. Причем, как правило, на переработку поступает морковь именно остальных сортов.

Добавим, что в стандарте оговорено содержание корнеплодов поломанных, длиной не менее 7 см, уродливых по форме (до 2 % от массы). Нормируется только длина поломанных и уродливых корнеплодов, для моркови правильной, не уродливой формы, нет нормативов по ее длине. Это приводит к тому, что производитель сырья может сдать консервному заводу на переработку морковь любой длины, например, 2-6 см, которая в процессе технологической обработки уйдет в отход на стадии резки.

Таким образом, морковь столовая свежая, полученная консервным предприятием для промышленной переработки по ГОСТ 1721-85, может быть с отклонениями от формы, природными трещинами и размером от 2,0 см по наибольшему поперечному диаметру, с неустановленной стандартом длиной. Это создает возможность поставки корнеплодов малой (2-3 см) длины. Естественно, что такое сырье обеспечит повышенные нормы расхода в процессе технологической обработки, и особенно – на этапе резки корнеплодов.

Современное технологическое оборудование, например, фирмы ВАЕМА, предназначенное для переработки овощей на продукты питания, ориентировано на использование овощей с более жесткими требованиями по их внешнему виду. Такие требования имеются в стандарте ЕЭК ООН FFV-10, который регламентирует качество моркови, поступающей на европейский рынок.

В отличие от применяемых в республике межгосударственных стандартов (ГОСТ 26767-85 классифицирует морковь по двум сортам, ГОСТ 1721-85 вообще не имеет деления на сорта), европейский стандарт классифицирует морковь на три сорта – высший, первый и второй. Такое деление дает возможность продавать товар высокого качества (применительно к сорту), поддерживая имидж производителя, и стимулирует его на повышение качества продукции.

Высокие требования предъявляются к качеству и внешнему виду всех сортов моркови. По европейскому стандарту морковь должна быть твердой, без боковых корешков, не одеревеневшей, без признаков прорастания, без постороннего запаха и привкуса. Степень развития и состояние моркови должны быть такими, чтобы она могла выдержать погрузку, перегрузку и разгрузку. Этим требованиям нет в применяемых в республике межгосударственных стандартах на морковь.

В европейском стандарте не допускаются трещины в корнеплодах и наросты, наличие прилипшей земли, в то время как ГОСТ 26767 и ГОСТ 1721 допускают корнеплоды с зарубцевавшимися трещинами корковой части, с поломанными осевыми корешками, наростами и прилипшей землей (до 1%), как в отборном, так и в обычном сорте. Согласно европейскому стандарту, морковь должна пройти калибровку, причем указано, что морковь калибруется не только по диаметру, но и по весу. Стандартом также оговорены возможные отклонения в упаковке по диаметру и по весу корнеплодов. Эти отклонения конкретизируются конкретными размерами и весом корнеплодов (в ГОСТ – процентами).

Заключение

Проведенный сравнительный анализ межгосударственных стандартов и стандарта ЕЭК ООН по требованиям к качеству моркови свежей, показывает необходимость их гармонизации с европейским стандартом. Это не только повысит конкурентоспособность отечественной продукции, но и позволит преодолеть технические барьеры в торговле.

Необходимость гармонизации стандартов для предотвращения технических барьеров в торговле обсуждалась в октябре 2010 года на международном семинаре «Использование сельскохозяйственных стандартов качества как инструмента повышения качества и конкурентоспособности пищевых продуктов» [3].

По мнению авторов, необходимо пересмотреть действующие межгосударственные стандарты или разработать СТБ вида «технические условия» на морковь свежую столовую, реализуемую в розничной торговой сети, а также предназначенную к переработке на продукты питания, в котором необходимо предусмотреть:

– деление моркови на три сорта, а именно: 1 сорт – для промышленной переработки и розничной торговли. Морковь этого сорта должна отвечать требованиям сорта «отборный», не иметь дефектов и отклонений по форме и размерам; 2 сорт – морковь с небольшими дефектами формы и размеров корнеплодов. Может быть использована для промышленной переработки и в торговой сети; 3 сорт – морковь с большими отклонениями от формы, размеров и цвета, которая по своим показателям не соответствует 1 и 2 сорту (реализуется для корма животных);
– калибровку для 1 и 2 сорта моркови по наибольшему поперечному диаметру (не менее 3,5 см) и по длине моркови с учетом требований, установленных в ЕЭК ООН FFV-10). Исключить для моркови 1

сорта, а для 2 сорта сократить количество поломанных, с трещинами, уродливых корнеплодов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь № 63 от 09.06.2009.
2. Лежнев, А.В. Питание в условиях радиации/ А.В. Лежнев, А.И. Дадон // Агропанорама, 1998. – №1. – С. 12-14.
3. Костылева, О.Ф. Стандарты качества ЕЭК ООН в странах СНГ/ О.Ф. Костылева // Стандарты и качество, 2011. – №1. – С. 48-50.

УДК 631.361.85

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 1.06.2011

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНОГО АГРЕГАТА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

Н.А. Равинский, аспирант, В.А. Дайнеко, канд.техн.наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Исследованы переходные процессы мяльно-трепального агрегата линии первичной переработки льна. Составлены структурные схемы мяльно-трепального агрегата по управлению частотой вращения трепальных барабанов и скорости движения зажимного транспортера по выходу длинного волокна и заостренности. Произведено моделирование мяльно-трепального агрегата в пакете "Simulink" приложения "Matlab".

Transitional processes of rumple-scutching unit of primary processing of flax line are investigated. Structural diagrams of rumple-scutching unit for rotation frequency control scutching drums and speed clamping transporter for the output of long fiber and weediness are composed. A modeling of rumple-scutching unit in the package "Simulink" of application "Matlab" has been produced.

Введение

В настоящее время Республика Беларусь испытывает дефицит отечественного высококачественного длинного льняного волокна. Низкий выход длинного волокна обусловлен рядом причин, основными из которых являются низкое качество тресты, поступающее на льноперерабатывающие заводы, а также высокая варьированность параметров (влажность, отделяемость, дезориентация стеблей и т.д.) по всей длине рулона. Качество тресты в основном зависит от почв, на которых высеваются семена льна, от самих семян и их подготовки к посеву, ухода за посевами, а также от уборки и подготовки льностресты.

Существующие машины первичной переработки льна, установленные на многих льнозаводах Республики, не предназначены для обработки тресты с хаотически изменяющимися параметрами льностресты в потоке. В результате, при обработке такой тресты, в короткое волокно уходит значительная часть ценного длинного волокна.

Поскольку внедрение зарубежных машин вследствие их высокой стоимости зачастую не под силу многим предприятиям, возникает необходимость совершенствования существующих линий по первичной переработке льна.

Основная часть

Известно, что с целью повышения выхода длинного волокна и его качества, необходимо, в зависимости от основных параметров тресты (влажность, отделяемость), изменять количество воздействий трепальными барабанами на тресту и их интенсивность [1], чего можно достичь, изменяя частоту вращения трепальных барабанов и скорость движения зажимного транспортера при помощи преобразователей частоты соответствующих электродвигателей.

Однако при ступенчатом изменении частоты вращения трепальных барабанов или зажимного транспортера изменение выхода длинного волокна происходит не мгновенно.

Рассмотрим переходной процесс при ступенчатом изменении частоты вращения трепального барабана. Например, при частоте вращения трепальных барабанов $n_1, \text{мин}^{-1}$ участок слоя $\Delta L, \text{м}$ получает K_1 воздействий при прохождении через трепальную секцию длиной $L, \text{м}$, при частоте вращения $n_2, \text{мин}^{-1} - K_2$ воздействий при прохождении через трепальную секцию той же длины (рис. 1).

Если взять участок слоя ΔL , который прошел некоторый участок трепальной секции L_1 от ее начала, то можно полагать, что при частоте вращения трепальных барабанов n_1 на участке L_1 участок ΔL получит $K_1 \cdot L_1 / L$ воздействий (рис. 2). При ступенчатом изменении частоты вращения с n_1 на n_2 участок ΔL , находящийся на расстоянии $L - L_1$ от конца трепальной секции, получит $K_2 \cdot (L - L_1) / L$ воздействий. Общее количество воздействий, воспринятых участком ΔL , составляет $\frac{K_1 \cdot L_1 + K_2 \cdot (L - L_1)}{L}$.

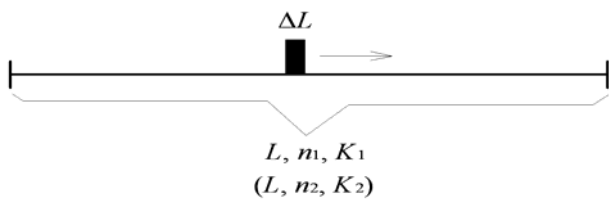


Рис. 1. Участок слоя льнотресты, проходящий через трепальные секции при неизменной частоте вращения трепальных барабанов

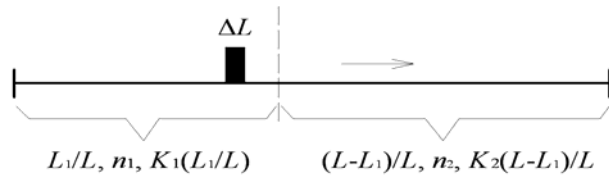


Рис. 2. Участок слоя льнотресты, проходящий через трепальные секции при различных частотах вращения трепальных барабанов

При изменении расстояния L_1 от 0 до L количество воздействий, воспринимаемых материалом, будет линейно изменяться от K_1 до K_2 за время $\tau = L/V_{\text{тр}}$, с, где $V_{\text{тр}}$ – скорость транспортирования сырца, м/с.

Таким образом, выход длинного волокна будет изменяться за время τ от $B_1 = B(W \text{ const}, V \text{ const}, n_1, K_1)$ до $B_2 = B(W \text{ const}, V \text{ const}, n_2, K_2)$, где B_1, B_2 – выход длинного волокна, %, а $B(W, V, n, K)$ – статическая математическая модель выхода длинного волокна в зависимости от влажности W , скорости зажимного транспортера V , частоты вращения трепальных барабанов n и количества воздействий K .

Представим данный переходный процесс в виде структурной схемы. Авторами было установлено, что выход длинного волокна при ступенчатом изменении частоты вращения достигнет своего установившегося значения с запаздыванием, т.е. использовали звено чистого запаздывания $e^{-\tau s}$ [2]. Однако поскольку

установившееся значение выхода длинного волокна не изменится скачком через время τ , а будет линейно изменяться – от исходного до установившегося, необходимо ввести интегрирующее звено $1/s$.

Представим структурную схему мяльно-трепального агрегата по управлению выходом длинного волокна, где управляющим воздействием на объект является частота вращения трепальных барабанов (рис. 3).

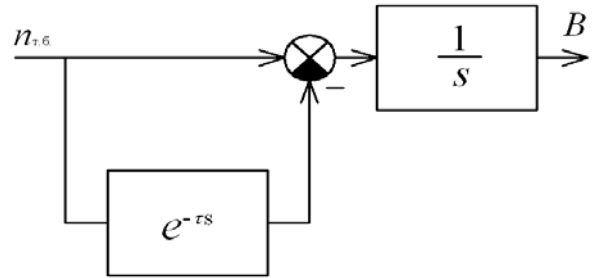


Рис. 3. Исходная структурная схема мяльно-трепального агрегата по управлению выходом длинного волокна с управляющим воздействием на объект – частотой вращения трепальных барабанов

При ступенчатом изменении частоты вращения трепальных барабанов на суммирующий вход сумматора подается измененное значение вышеупомянутой частоты, на вычитающий вход сумматора – значение частоты, которое будет равно начальному значению на протяжении времени τ . В результате, в течение данного времени на выходе сумматора будет наблюдаться разность измененной и начальной частот. При помощи интегрирующего звена данная разность будет линейно изменяться за время τ , по истечении которого на выходе сумматора разность станет равной нулю, действие интегрирующего звена прекратится и измененное значение установится на определенном уровне.

Представим передаточную функцию мяльно-трепального агрегата по выходу длинного волокна с управляющим воздействием на объект – частотой вращения трепальных барабанов в следующем виде:

$$W_y(s) = \frac{B(s)}{n_{\text{т.б.}}(s)} = 1/s \cdot (1 - e^{-\tau s}). \quad (1)$$

Такая функция (1) описывает лишь процесс линейного изменения частоты вращения трепальных барабанов за время τ от частоты n_1 до n_2 . С целью получения переходных характеристик по выходу длинного волокна, необходимо ввести звено $D = 1/\tau$, учитывающее время обработки пренебрежимо малого участка слоя τ , и в качестве выходного звена использовать статическую математическую модель выхода длинного волокна в зависимости от частоты вращения трепальных барабанов n .

Также, для большей точности переходного процесса, в формулу (1) необходимо ввести передаточную функцию асинхронного двигателя трепальных барабанов, поскольку изменение их частоты враще-

ния не происходит мгновенно. Разгонная кривая асинхронного электропривода трепальных барабанов, полученная экспериментально [3], представлена апериодическим звеном второго порядка:

$$W_{э.м.б.}(s) = \frac{n_{м.б.}(s)}{U_{м.б.}(s)} = \frac{1}{T_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{K_{д1}}{T_2 \cdot s + 1}, \quad (2)$$

где $K_{д1}$ – коэффициент передачи электропривода трепальных барабанов, $\frac{1}{B \cdot \text{мин}}$;

T_1, T_2 – постоянные времени, определяемые по разгонной кривой электропривода трепальных барабанов, с.

Необходимо учесть и то, что при изменении частоты вращения трепальных барабанов происходит изменение количества воздействий, воспринимаемых участком слоя, которое можно вычислить по следующей формуле [1]:

$$K = \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot L_6 \cdot n_{м.б.}}{V_{тр}}, \quad (3)$$

где i_1 – число трепальных барабанов, обрабатывающих один конец пряди;

i_2 – число рабочих кромок в барабане;

L_6 – длина рабочей кромки бильной планки, м;

$n_{м.б.}$ – частота вращения трепальных барабанов, об/мин.;

$V_{тр}$ – скорость зажимного транспортера, м/мин.

Статические математические модели имеют следующий вид:

– по выходу длинного волокна:

$$B(W, n, V, K) = a_0 + a_1 \cdot W + a_2 \cdot n + a_3 \cdot V + a_4 \cdot K + a_5 \cdot n \cdot V + a_6 \cdot W \cdot n + a_7 \cdot W \cdot V + a_8 \cdot W \cdot K + a_9 \cdot W^2 + a_{10} \cdot n^2 + a_{11} \cdot V \quad (4)$$

– по заостренности:

$$3(W, n, V, K) = b_0 + \frac{b_1}{W} + \frac{b_2}{n} + \frac{b_3}{V} + \frac{b_4}{K} + \frac{b_5}{n \cdot V} + b_6 \cdot W \cdot n + \frac{b_7}{W \cdot V} + b_8 \cdot W \cdot K + b_9 \cdot W^2 + \frac{b_{10}}{n^2} + \frac{b_{11}}{V^2} + \frac{b_{12}}{K^2}, \quad (5)$$

где $a_0..a_{11}, b_0..b_{12}$ – эмпирические константы.

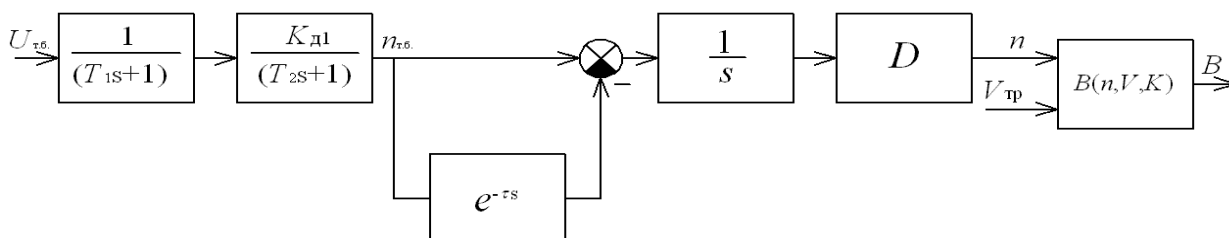


Рис. 4. Структурная схема мально-трепального агрегата по управлению выходом длинного волокна с управляющим воздействием на объект – частотой вращения трепальных барабанов

Поскольку в данном случае скорость транспортера принимается постоянной, то, учитывая вышеизложенные дополнения, полная структурная схема мально-трепального агрегата по управлению выходом длинного волокна с управляющим воздействием на объект – частотой вращения трепальных барабанов будет иметь вид, представленный на рис. 4.

Передаточная функция по управлению выходом длинного волокна с управляющим воздействием на объект – частотой вращения трепальных барабанов, с учетом вышеизложенных дополнений, имеет вид:

$$W_{м.б.}(s) = \frac{B(s)}{U_{м.б.}(s)} = \frac{1}{T_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{K_{д}}{T_2 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{s} \cdot (1 - e^{-\tau s}) \cdot D \cdot B(n, V, K) \quad (6)$$

Наряду с таким параметром как выход длинного волокна, необходимо также учитывать параметр его заостренности, т.е. содержания неотделившейся костры от волокна после прохождения сырца через трепальные барабаны трепальных секций. Если костры в льноволокне выше определенного процентного содержания, то такое волокно переходит в разряд менее качественного, т.е. уменьшается его номер, что в конечном счете сказывается и на уменьшении его ценности и стоимости [4].

Проанализировав вышеприведенный переходной процесс, можно прийти к выводу, что структурная схема и передаточная функция при ступенчатом изменении частоты вращения трепальных барабанов по заостренности, представленные на рис. 5 и формулой (7) соответственно, будут иметь вид, аналогичный структурной схеме и передаточной функции по выходу длинного волокна, с той лишь разницей, что вместо статической математической модели по выходу длинного волокна, необходимо подставить статическую математическую модель по заостренности.

$$W_{м.б.}(s) = \frac{3(s)}{U_{м.б.}(s)} = \frac{1}{T_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{K_{д}}{T_2 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{s} \cdot (1 - e^{-\tau s}) \cdot D \cdot 3(n, V, K) \quad (7)$$

Аналогичные переходные процессы происходят и при ступенчатом изменении скорости движения зажимного транспортера. Для данного процесса отметим следующие отличия. Принимаем постоянной не скорость транспортера, а частоту вращения трепальных барабанов. Опираясь на экспериментальную разгонную кривую асинхронного электропривода зажимного

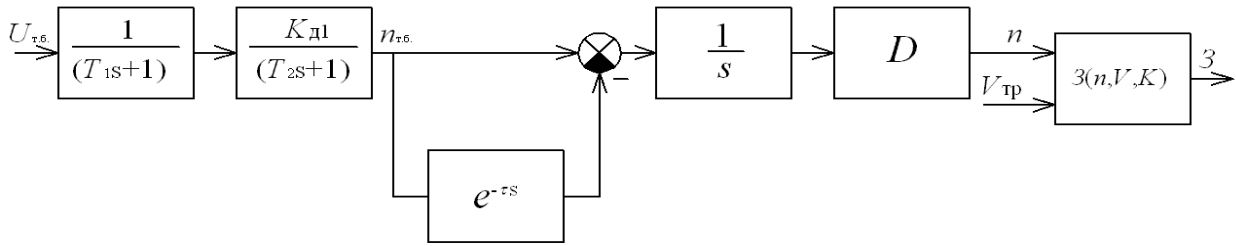


Рис. 5. Структурная схема мяльно-трепального агрегата по управлению закрученностью длинного волокна с управляющим воздействием на объект – частотой вращения трепальных барабанов.

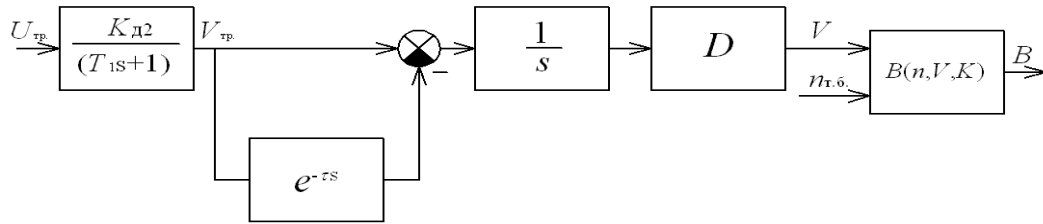


Рис. 6. Структурная схема мяльно-трепального агрегата по управлению выходом длинного волокна с управляющим воздействием на объект – скоростью транспортера

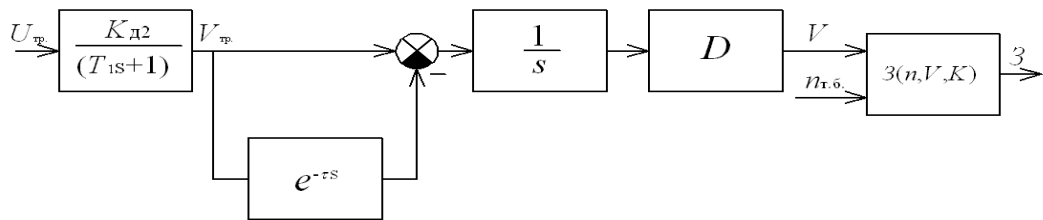


Рис. 7. Структурная схема мяльно-трепального агрегата по управлению закрученностью длинного волокна с управляющим воздействием на объект – скоростью транспортера

транспортера, представим электропривод транспортера аperiodическим звеном первого порядка.

Структурные схемы при ступенчатом изменении скорости зажимного транспортера по выходу длинного волокна и закрученности представлены на рис. 6 и 7 соответственно, передаточные функции по выходу длинного волокна и закрученности – формулами (8) и (9) соответственно, где $K_{д2}$ – коэффициент передачи электропривода зажимного транспортера, $\frac{c}{B \cdot m}$, а V –

условная скорость зажимного транспортера, подставляемая в соответствующую статическую математическую модель, изменяющаяся линейно за время τ от начального значения V_1 до установившегося V_2 , м/с.

$$W_{mp.}(s) = \frac{B(s)}{U_{mp.}(s)} = \frac{K_{д2}}{T_1 \cdot s + 1} \cdot 1/s \cdot (1 - e^{-\tau s}) \cdot D \cdot B(n, V, K) \quad (8)$$

$$W_{mp.}(s) = \frac{3(s)}{U_{mp.}(s)} = \frac{K_{д2}}{T_1 \cdot s + 1} \cdot 1/s \cdot (1 - e^{-\tau s}) \cdot D \cdot 3(n, V, K) \quad (9)$$

По данным передаточным функциям было произведено моделирование мяльно-трепального агрегата в пакете "Simulink" приложения Matlab.

На рис. 8 представлены полученные переходные характеристики выхода длинного волокна и его закрученности при ступенчатых изменениях управляющих сигналов преобразователей частоты электродвигателей трепальных барабанов и зажимного транспортера.

Из полученных переходных характеристик видно, что при ступенчатом изменении сигнала управления электроприводом трепальных барабанов, равным 0,55 В, что в нашем случае соответствует изменению частоты вращения на 22 об/мин, выход длинного волокна изменяется не скачкообразно, а постепенно с 25,7 до 24,8% за время, равное времени прохождения участка слоя льнотресты через всю длину трепальной секции, равное в данном случае 5,5 секундам. За то же время постепенно изменяется и закрученность данного участка льнотресты с 2,3 до 1,1%.

При ступенчатом изменении сигнала управления электроприводом зажимного транспортера, равным 0,75 В, что соответствует изменению скорости движения транспортера на 9 м/мин, выход длинного волокна и закрученность также изменяются не скачкообразно, однако не в сторону уменьшения, а увеличения.

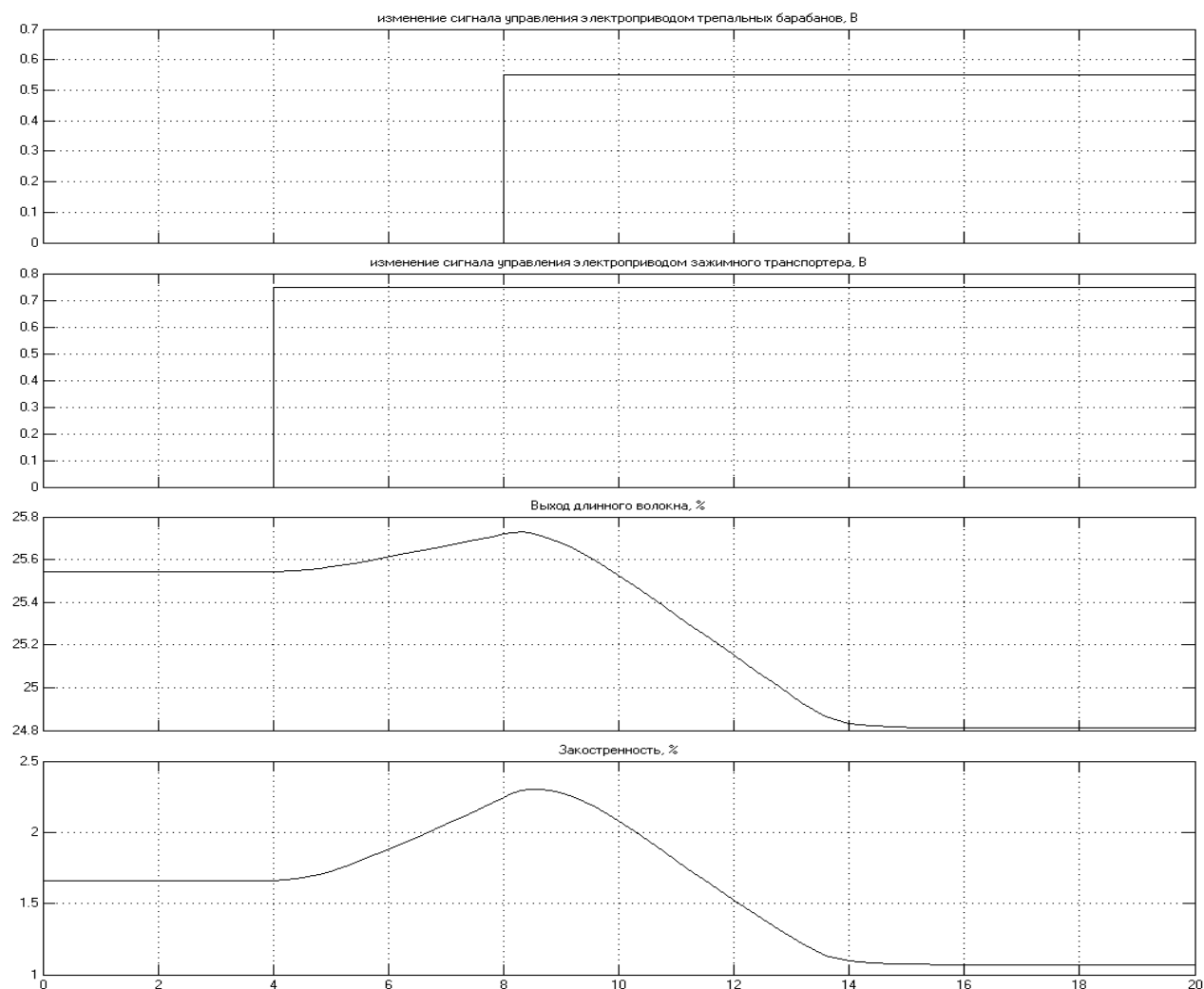


Рис. 8. Полученные переходные характеристики выхода длинного волокна и его закостренности при ступенчатых изменениях управляющих сигналов – преобразователей частоты электродвигателей трепальных барабанов и зажимного транспортера

Заключение

1. В результате моделирования в приложении “Matlab” процесса первичной переработки льнотресты получены переходные характеристики мяльно-трепального агрегата при ступенчатом изменении частот вращения трепальных барабанов и скорости зажимного транспортера.

2. Из переходных характеристик (рис. 8) установлено, что при ступенчатом воздействии на электроприводы трепальных барабанов и зажимного транспортера процент выхода длинного волокна и его закостренности достигают установившегося значения за время, определяемое звеном чистого запаздывания (рисунок 3). Это время тратится на прохождение слоя тресты через трепальные секции.

3. Полученные структурные схемы и переходные характеристики предназначены для создания математических моделей системы управления линией первичной переработки льнотресты по возмущению (на-

пример, возмущающее воздействие по исходной влажности сырья).

ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб, А.И. Льноводство Беларуси / А. И. Голуб, А. З. Чернушок. – Борисов: Борисовская укупрн. типография, 2009. – 243 с.
2. Клюев, А.С. Автоматическое регулирование/ А.С. Клюев. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергия, 1973. – 392с.
3. Петров, С.С. Принципы построения системы получения и обработки видеoinформации о слое стеблей льнотресты перед его механической обработкой/ С.С. Петров, В.Г. Дроздов // Сборник научных трудов молодых ученых КГТУ, вып. 7. – Кострома: КГТУ, 2006. – С. 3-8.
4. Новиков, Э.В. Теоретико-экспериментальные модели для определения выхода длинного волокна при трепании/ Э.В. Новиков, Р.В. Корабельников // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2004. – №9. – 123с.

ОЦЕНКА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ ВЭУ-6

О.И. Родькин, канд. биол. наук, доцент, В.А. Пашинский, канд. техн. наук, доцент, А.А. Бутько, ст. преподаватель (МГЭУ им. А.Д. Сахарова)

Аннотация

В статье представлены результаты прогнозной выработки электроэнергии ветроагрегатом ВЭУ-6, установленным на территории учебно-научного комплекса «Волма» МГЭУ им. А.Д. Сахарова.

The article presents the results of a possible generation of electricity by wind-power plant «WEI-6» which has been installed on the territory of educational and scientific complex «Volma» at the International Sakharov Environmental University.

Введение

На территории учебно-научного комплекса (УНК) «Волма» МГЭУ им. А.Д. Сахарова установлена ветроэнергетическая установка ВЭУ-6, предназначенная для преобразования энергии ветра в механическую энергию вращательного движения, а затем в электрическую энергию. ВЭУ представляет собой комплекс оборудования для аккумуляции производимой ветроагрегатом энергии, и может быть использована в качестве источника электропитания однофазных потребителей, напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

Данная ветроэнергетическая установка оснащена трехлопастным ветроколесом с горизонтальной осью вращения, которое располагается с наветренной стороны опоры.

Преобразование энергии ветрового потока в электрическую энергию происходит за счет появления аэродинамической силы на лопастях турбины. Крутящий момент от аэродинамической силы передается через центральный вал посредством двухступенчатой зубчатой ременной передачи на валы двух генераторов, в качестве которых используются автомобильные генераторы. Установка оснащена центробежной системой регулирования угла поворота лопасти, которая осуществляет разворот лопастей таким образом, чтобы ограничить частоту вращения ветроколеса. Ориентация ветроколеса на ветер обеспечивается применением стабилизатора. Ветроколесо снабжено тормозным устройством, приводимым в действие вручную с земли. Основные технические характеристики установки представлены в табл. 1, а ее мощность, в зависимости от скорости ветра, представлена на рис. 1.

Потребитель, независимо от скорости ветра, имеет мощность, ограниченную мощностью инвертора и емкостью аккумуляторных батарей. Потребители соединены с блоком аккумуляторных батарей через инвертор, который преобразует энергию, запасенную в аккумуляторных батареях (4 последовательно соединенных аккумулятора напряжением 12 В, 180 А/ч), в напряжение 220 В, частотой 50 Гц.

Таблица 1. Основные технические характеристики ВЭУ-6

Наименование параметра	Единица измерения	Величина
Номинальная мощность генератора	кВт	2×3
Максимальная скорость вращения ветроколеса	об/мин	200
Диаметр ветроколеса	м	6
Скорость срагивания с места	м/с	2
Минимальная рабочая скорость ветра	м/с	3
Расчетная скорость ветра	м/с	11
Максимальная рабочая скорость	м/с	25
Буревая расчетная скорость ветра	м/с	45
Уровень шума	дБ	< 80

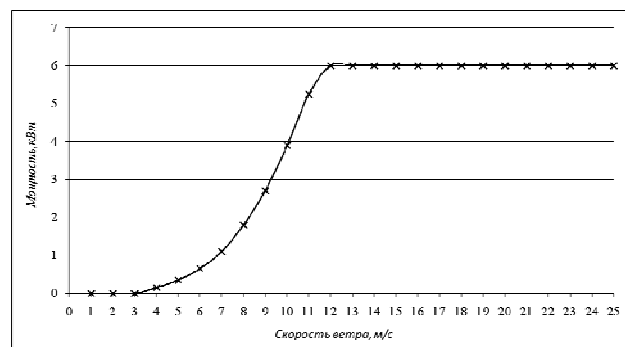


Рис. 1. Характеристика мощности ветроагрегата ВЭУ-6

Основная часть

При проектировании ветроэнергетических установок необходимо производить оценку ожидаемой выработки электроэнергии на основании ветроэнер-

гетического потенциала в местах их предполагаемого размещения.

Наиболее распространенной функцией, отражающей повторяемость скорости ветра по градациям, является распределение Вейбулла, которое описывается следующими выражениями:

– дифференциальная повторяемость [1,2]

$$f(v) = \frac{k}{a} \cdot \left(\frac{v}{a}\right)^{k-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{v}{a}\right)^k\right];$$

– интегральная повторяемость [1,2]

$$F(v) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{a}\right)^k\right], \quad (1)$$

где k – коэффициент, характеризующий форму кривой (параметр формы, $k > 0$);

a – коэффициент, характеризующий масштаб изменения функции распределения по оси скоростей (параметр масштаба, $a > 0$);

v – градация скорости ветра ($v \geq 0$).

Математическое ожидание (среднее арифметическое) и среднеквадратическое отклонение для распределения Вейбулла определяется выражениями [1]:

$$\bar{v} = a\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right);$$

$$\sigma = a\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{1/2}, \quad (2)$$

где $\Gamma(x)$ – гамма-функция, $\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} \exp^{-t} dt$

или $\Gamma(x) = \sqrt{2\pi x} x^{x-1} e^x \left[1 + \frac{1}{12x} + \frac{1}{228x^2} + \dots\right]$ использовать аппроксимационное выражение Стирлинга [1].

Коэффициент, характеризующий форму кривой, определяется по формуле [1]:

$$k = \left(\frac{0,9874}{c_v}\right)^{1,0983}, \quad (3)$$

где $c_v = \frac{\sigma}{\bar{v}}$ – коэффициент вариации; σ – среднеквадратическое отклонение определяется по формуле [3]:

$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (v_i - \bar{v})^2 m_i} \quad \text{или} \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (v_i - \bar{v})^2 p_i}, \quad (4)$$

где n – общее число значений ряда; v_i – среднее значение интервала; m_i – частота градации; p_i – относительная частота (эмпирическая вероятность); \bar{v} – математическое ожидание скорости ветра определяется по формуле [3]:

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i x_i. \quad (5)$$

Мера асимметрии определяется следующим выражением [3]:

$$A(v) = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) - 3\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) + 2\Gamma^3\left(1 + \frac{1}{k}\right)}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{3/2}}. \quad (6)$$

В качестве характеристики крутости используется коэффициент эксцесса, определяемый по формуле [3]:

$$K(v) = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{4}{k}\right) - 4\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)\Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right)}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^2} + \dots$$

$$\dots + \frac{6\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - 3\Gamma^4\left(1 + \frac{1}{k}\right)}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^2} - 3 \quad (7)$$

Коэффициент, характеризующий масштаб изменения функции распределения по оси скоростей, определяется по формуле [4, 5]:

$$a = \frac{\bar{v}}{\Gamma(1+1/k)} \quad \text{или} \quad a = \bar{v} \left(0,568 + \frac{0,434}{k}\right)^{\frac{1}{k}}. \quad (8)$$

Изменение скорости ветра в вертикальном профиле определяется на основании статистических зависимостей, которые описываются аппроксимацией в виде степенной или логарифмической функции:

– функция степенной аппроксимации [5]:

$$v(h_2) = v(h_1) \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^m, \quad (9)$$

где $v(h_1)$ – скорость ветра на высоте регулярных данных наблюдений;

h_2 – расчетная высота оси ветроколеса;

m – степенной коэффициент Хелмана, учитывающий влияние орографии (шероховатости), подстилающей поверхности на скорость ветра, определяется по формуле [5]:

$$m = \frac{1}{\ln \frac{\sqrt{h_1 \cdot h_2}}{z_0}}, \quad (10)$$

где z_0 – коэффициент, характеризующий шероховатость подстилающей поверхности, рассчитываемый по формуле:

$$z_0 = e^{\frac{v(h_1)\ln(h_2) - v(h_2)\ln(h_1)}{v(h_1) - v(h_2)}}; \quad (11)$$

– логарифмическая функция [1]

$$v(h_2) = v(h_1) \frac{\ln\left(\frac{h_2}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{z_0}\right)}.$$

Удельная теоретическая мощность ветрового потока для конкретных градаций скорости ветра определяется по формуле [3]:

$$N_{e(град)} = \frac{1}{2} \rho v^3 f(v), \quad (12)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³;
 v – скорость ветра, соответствующая данной градации, м/с;
 $f(v)$ – относительная (дифференциальная) повторяемость скорости ветра в данной градации.

С целью уточнения расчета удельной теоретической мощности ветрового потока определяется средняя месячная плотность воздуха, которая вычисляется по соответствующим средним значениям давления, температуры и массовой доле водяного пара (удельной влажности) по следующей формуле [3]:

$$\rho = \frac{p}{RT(1 + 0,605s \cdot 10^{-3})}, \quad (13)$$

где p – атмосферное давление, Па;
 R – удельная газовая постоянная сухого воздуха, Дж/кг·К;
 T – абсолютная температура воздуха, К;
 s – массовая доля водяного пара, г/кг, определяется по формуле [7]:

$$s = \frac{621,98e}{p - 0,378e}, \quad (14)$$

где e – парциальное давление, гПа.
При отсутствии фактических данных атмосферного давления и массовой доли водяного пара плотность воздуха определяется по формуле [1, 4]:

$$\rho(h) = \frac{p_0}{RT} \exp\left(\frac{-gh}{RT}\right), \quad (15)$$

где p_0 – стандартное атмосферное давление на уровне моря, соответствующее плотности воздуха – 1,225 кг/м³, Па;

g – ускорение свободного падения, м/с²;
 h – высота над уровнем моря, м.
Общая мощность суммарного (полного) ветрового потока N_n оценивается по формуле [6]:

$$N_n = \frac{1}{2} \rho \bar{v}^3 S, \quad (16)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³;
 \bar{v}^3 – средняя скорость ветра, определяемая по данным наблюдений, м/с;
 S – площадь сечения ветрового потока, м².

Общая (полная) энергия ветра за период T составит [6]:

$$\bar{Q}_n = \frac{1}{2} \rho \bar{v}_n^3 S T. \quad (17)$$

Тогда, средняя производительность ветроагрегата \bar{A} с номинальной мощностью N_e , начальной ско-

ростью ветроколеса v_0 , скоростью регулирования $v_{ном}$ и максимальной скоростью $v_{макс}$ будет равна [6]:

$$\bar{A} = \frac{\bar{v}_{v_0-v_{ном}-v_{макс}}^3}{\bar{v}_{НОМ}^3}. \quad (18)$$

Суммарное время работы ветроагрегата t_p находится по формуле [6]:

$$t_p = \frac{f(v \geq v_0)T}{100}, \quad (19)$$

где $f(v \geq v_0)$ – вероятность превышения начальной скорости ветроагрегата, %;
 T – период превышения, ч (год – 8760, полугодие – 4380, месяц – 720 и т.д.).

Для определения суммарной длительности простоев ВЭУ t_n используется соотношение [6]:

$$t_n = T - t_p. \quad (20)$$

Данные о скорости ветра, полученные на метеорологических станциях, характеризуют режим ветра на площадке, где установлен анемометр. Степень затененности местоположения (степень открытости) определяется по классификации В.Ю. Милевского. Степень открытости станции указывается по всем восьми румбам. Общая степень открытости местоположения рассчитывается как средний балл и называется масштабом класса открытости M [6].

Таким образом, если определен масштаб класса открытости метеостанции с известными ветровыми условиями и масштаб класса открытости участка для ВЭУ, то по полученным зависимостям можно уточнить расчет ожидаемой выработки энергии на предполагаемом месте установки ВЭУ.

На основании регулярных данных скорости ветра за 2006-2010 гг., полученных на метеорологической станции (МС) «Воложин» (54,10° с.ш. и 26,50° в.д., высота над у.м. – 229 м), определены значения параметра формы k , параметра масштаба a и математического ожидания скорости ветра \bar{v} (табл. 2), позволяющие определить дифференциальную (рис. 2) и интегральную (рис. 3) повторяемость скорости ветра на высоте 10 м.

Распределение климатической характеристики ветра по градациям приведено в табл. 3.

Ход температуры воздуха и атмосферного давления атмосферы на МС «Воложин» за анализируемый период представлен на рис. 4, 5.

Расчетные значения плотности атмосферного воздуха на высоте анемометра (239 м над уровнем моря) представлены на рис. 6.

Оценка открытости МС «Воложин» и фактического места установки ВЭУ-6 на УНК «Волма» по классификации В.Ю. Милевского определена визуально и приводится в табл. 4, 5.

Среднее значение масштаба класса открытости в данных условиях по таблицам 3, 4 составляет – 6,6 и 7,5 соответственно.

Зависимость энергетического коэффициента K_e от

Таблица 2. Значения k , a и \bar{v} метеорологической станции «Воложин» за 2006-2010 гг.

месяц	2006			2007			2008			2009			2010		
	k	a	\bar{v}	k	a	\bar{v}	k	a	\bar{v}	k	a	\bar{v}	k	a	\bar{v}
I	1,55	2,48	2,23	1,88	4,60	4,08	2,39	3,82	3,38	1,46	2,37	2,15	1,98	3,36	2,98
II	1,25	2,04	1,90	1,76	2,82	2,51	1,60	3,51	3,15	1,66	2,33	2,08	1,82	2,63	2,34
III	1,23	1,89	1,77	1,57	2,86	2,57	1,75	3,10	2,76	1,41	2,45	2,23	1,86	3,17	2,81
IV	1,41	2,00	1,82	1,50	3,24	2,92	1,64	3,19	2,85	1,52	2,84	2,55	1,65	2,75	2,46
V	1,71	2,84	2,53	1,62	2,78	2,48	1,37	2,63	2,40	1,51	2,92	2,63	1,98	2,71	2,40
VI	1,71	2,06	1,83	1,37	2,35	2,15	1,26	1,97	1,83	1,75	3,08	2,74	1,81	2,75	2,44
VII	1,06	1,77	1,73	1,48	2,66	2,40	1,31	2,26	2,08	1,50	2,02	1,82	1,96	2,40	2,13
VIII	1,38	2,12	1,93	1,56	2,47	2,22	1,43	2,61	2,37	1,44	2,11	1,92	1,49	2,32	2,10
IX	1,05	1,72	1,68	1,42	2,43	2,20	1,71	2,90	2,58	1,27	1,94	1,80	1,79	3,02	2,69
X	1,39	2,09	1,91	1,72	2,56	2,28	1,46	2,71	2,45	1,37	3,16	2,89	1,69	2,69	2,40
XI	1,51	2,46	2,22	1,89	3,00	2,66	1,66	3,19	2,85	1,49	2,88	2,60	—	—	—
XII	1,80	3,54	3,14	1,89	3,21	2,85	1,96	2,94	2,61	1,89	3,20	2,83	—	—	—
год	1,35	2,25	2,06	1,54	2,91	2,61	1,56	2,90	2,61	1,45	2,60	2,35	1,76	2,78	2,47

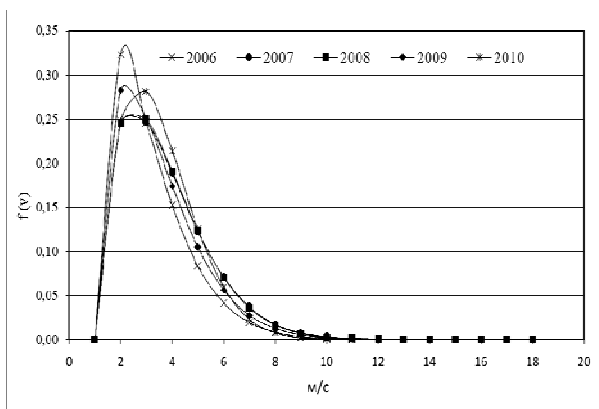


Рис. 2. Дифференциальная повторяемость скорости ветра

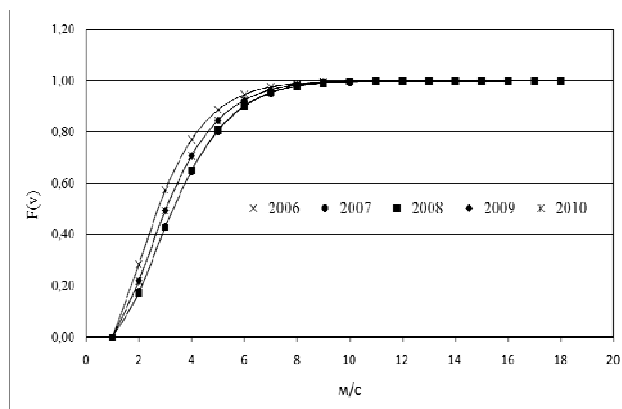


Рис. 3. Интегральная повторяемость скорости ветра

Таблица 3. Климатическая характеристика ветра на МС «Воложин» за 2006-2010 гг

	Градации скорости ветра, м/с									
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	Σ
n	4685	5896	2524	681	84	7	5	0	2	13884
$f(v)$	35,26	42,45	16,86	4,43	0,86	0,13	$16 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-4}$	$13 \cdot 10^{-5}$	100,0
$N_{e(град)}$	0,17	4,14	8,86	6,97	3,02	0,86	0,18	$3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	24,22

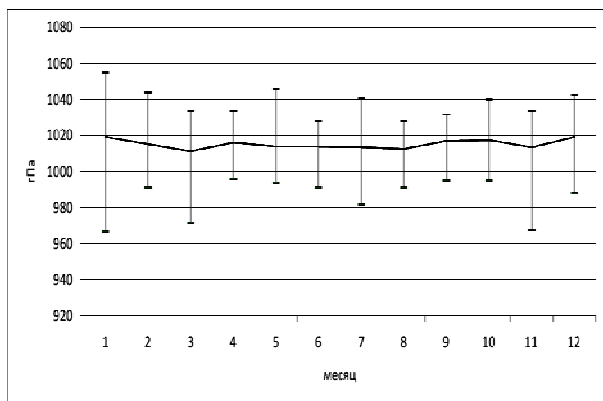


Рис. 4. Ход температуры воздуха

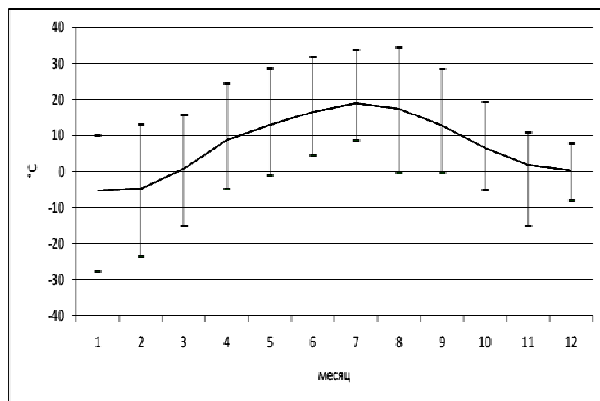


Рис. 5. Ход атмосферного давления

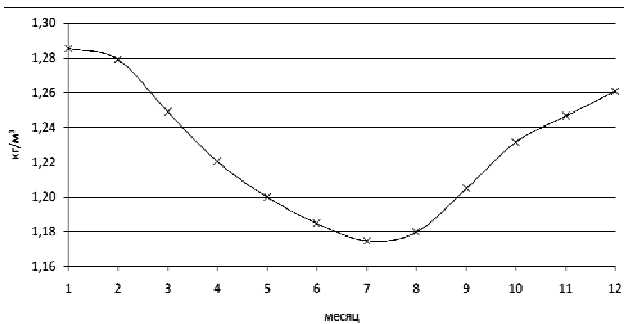


Рис. 6. Значения плотности атмосферы

**Таблица 4. Оценка открытости
МС «Воложин»**

Показатель	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Класс от-крытости	7а	6а	6а	6а	4б	6б	5б	5б
Масштаб открытости	11	8	8	8	1	7	5	5

**Таблица 5. Оценка открытости места
установки ВЭУ-6 на УНК «Волма»**

Показатель	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Класс от-крытости	6в	6в	7а	7а	5б	6б	6б	6б
Масштаб открытости	6	6	11	11	5	7	7	7

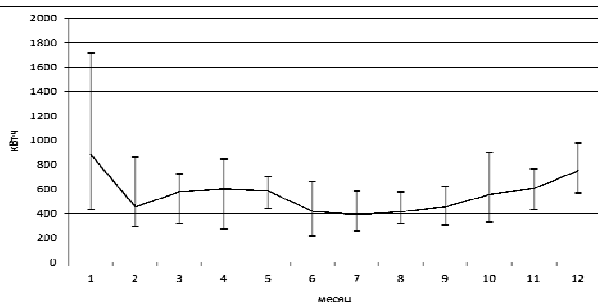


Рис. 7. Средняя месячная выработка энергии ВЭУ-6 в УНК «Волма» за 2006-2010 гг.

масштаба открытости M , при номинальной скорости ветра 11 м/с, характеризующего реальную удельную мощность ветрового потока, описывается уравнением:

$$K_3 = -0,001M^2 + 0,050M + 0,009,$$

где M – среднее значение класса открытости;

K_3 – энергетический коэффициент.

Для масштаба открытости 6,6 и 7,5 при номинальной скорости ветра 11 м/с энергетические коэффициенты равны соответственно – 0,295 и 0,328. Следовательно, расчетная выработка энергии ветроэнергетической установки на выбранной площадке по сравнению с выработкой в условиях метеостанции будет больше в 1,14 раза.

На основании климатической характеристики ветра, орографии и энергетических коэффициентов, ожидаемая средняя месячная выработка ВЭУ-6 за

2006-2010 гг. в УНК «Волма» составляет 575 кВт·ч/месяц, варьируя в диапазоне от 220 до 1763 кВт·ч/месяц (рис. 7), годовая выработка составляет около 6900 кВт·ч/год.

Средняя производительность ветроагрегата \bar{A} за расчетный месяц с номинальной мощностью N_e , начальной скоростью ветроколеса v_0 , скоростью регулирования $v_{ном}$ и максимальной скоростью $v_{макс}$ описывается следующим уравнением:

$$N_{ВЭУ} = 0,082n^6 - 3,459n^5 + 56,67n^4 - 455,9n^3 + 1855n^2 - 3544n + 2998,$$

где n – расчетный месяц года.

Суммарная длительность простоя ветроагрегата t_n в среднем за год составляет 3405 ч. Средний месячный простой ветроагрегата описывается уравнением:

$$t_n = -0,019n^6 + 0,843n^5 - 14,07n^4 + 115,3n^3 - 476,5n^2 + 918,3n - 346$$

Заключение

Полученные результаты за время эксплуатации ВЭУ-6 (октябрь 2006 – ноябрь 2010 гг.) согласуются с теоретической оценкой ожидаемой выработки электроэнергии. Суммарная выработка электроэнергии составила 22,8 МВт·ч, средняя месячная – 575 кВт·ч, что очевидно объясняется тем, что суммарная среднегодовая длительность простоя ветроагрегата – 3405 ч. Годовая экономия топлива составляет – 1,5 т у.т., при этом сокращение эмиссии парниковых газов в пересчете на диоксид углерода составляет около 2,58 т/год.

ЛИТЕРАТУРА

- Burton, T. Wind energy. UK/ T. Burton, D Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi// John Wiley & Sons Ltd, 2001. – P. 643.
- IEC 61400-12-1 Ed.1: Wind turbines – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines.
- Кобышева, Н.В. Климатологическая обработка метеорологической информации/ Н.В. Кобышева, Я.Г. Наровлянский. – Лн.: Гидрометеиздат, 1978. – 292 с.
- Manwell, J.F. Wind energy explained. Theory, design and application. Amherst/ J.V. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers// John Wiley & Sons Ltd, 2002. – P. 590.
- Quaschnig, V. Regenerative Energiesysteme. 3/ V. Quaschnig// Aufl. München: Hanser, 2003. – P. 345.
- Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок. Методические указания: РД 52.04.275-89. – М.: Гос. комитет СССР по Гидрометеорологии, 1989. – 34 с.
- World Meteorological Organization, Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, Appendix 4B, WMO-No. 8 (CIMO Guide), Geneva 2008.

РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНА C_{60} – АКЦЕПТОРНОГО КОМПОНЕНТА ГЕТЕРОПЕРЕХОДА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

В.А. Чернявский, канд. физ.-мат. наук, И.В. Станишевский, канд. физ.-мат. наук, С.М. Арабей, докт. физ.-мат. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Показано, что фуллерен C_{60} может быть использован как компонент гетероперехода органического солнечного фотоэлемента с расширенным диапазоном поглощения интенсивного солнечного облучения, т.е. с расширенной областью спектральной чувствительности акцепторного компонента. Вывод сделан на основании исследований методом пикосекундной кинетической лазерной спектроскопии наведенного синглет-синглетного (в видимой области спектра) и триплет-триплетного (в ближней ИК области спектра) поглощения фуллерена C_{60} в толуольном растворе, а также в нанопористой силикатной гель-матрице.

It is shown that Fullerene C_{60} is used as a heterojunction component of an organic photo-voltaic cell with extending solar energy absorption range, i.e. as an acceptor possessing an extended spectral sensitivity. The conclusion has been made on the basis of the investigation of induced singlet-singlet (in visible spectral range) and triplet-triplet (near IR spectral range) absorption of fullerene C_{60} in toluene and nanoporous silica gel matrices measured by picosecond spectroscopy methods.

Введение

Среди известных источников энергии на Земле особое место занимает Солнце. Это обусловлено рядом причин, среди которых, пожалуй, наибольшее значение имеет факт неиссякаемости его энергии, падающей на поверхность нашей планеты. Ограниченность запасов ископаемых видов топлива, усиливающая проблемы базирующейся на них современной энергетики, стимулирует, особенно в последнее время, поиск и разработку новых способов получения энергии. Именно поэтому во многих странах мира большое внимание уделяется развитию методов использования солнечной радиации, среди которых можно выделить термодинамический (тепловой), химический и фотоэлектрический [1, 2].

Метод преобразования солнечной энергии, использующий фотовольтаический эффект, метод непосредственного прямого преобразования световых квантов солнечной энергии в электрическую энергию солнечными фотоэлементами (СФЭ), имеет одно неоспоримое преимущество: широкий выбор элементной базы на основе неорганических и органических компонент. В настоящее время наиболее разработанными и уже применяемыми в практике являются полупроводниковые СФЭ. К примеру, СФЭ на основе неорганических материалов, у которых гетеропереходы образованы полупроводниковыми структурами группы $A^{III}B^V$ (арсенид галлия, арсенид алюминия и др.), в

лабораторных условиях достигают КПД более 30% [3]. Вместе с тем, развитие фотоэлектрического метода на базе неорганических СФЭ сталкивается с серьезными трудностями и имеет ряд сдерживающих факторов, обусловленных использованием дорогостоящих материалов, высокотоксичностью и большой энергоемкостью их изготовления. В последние два десятилетия ведутся активные исследования возможности создания эффективных СФЭ на основе органических и гибридных (органо-неорганических) полупроводниковых материалов, себестоимость которых может быть существенно ниже себестоимости чисто неорганических СФЭ за счет более дешевых материалов и низких энергозатрат при изготовлении [4]. Особое внимание к СФЭ такого типа связано с возможностью создания механически гибких СФЭ на соответствующих подложках, т.е., так называемых, СФЭ «рулонного типа».

Потенциальным источником свободных зарядов в органических СФЭ являются экситоны – связанные состояния электронов и дырок, возникающие при поглощении кванта света. Далее, за счет диссоциации экситонов на границе двух органических полупроводников (на гетеропереходе), выполняющих функции донора и акцептора, происходит эффективная генерация зарядов. В качестве акцептора, обеспечивающего эффективное движение электронов до катода СФЭ, часто используют один из видов углеродных каркасных структур – фуллерены C_{60} , C_{70} и их производ-

водные. Это связано с тем, что фуллерены обладают высокой акцепторной способностью, поскольку имеют большую величину энергии сродства к электрону (2,63 эВ) [5], т.е. присоединение электронов фуллеренами энергетически выгодно. Так, в работе [6] показано, что добавка фуллерена C_{60} в сопряженный полимер поли[2-метокси-5-(2'-этилгексилокси)-1,4-фениленвинилен] на несколько порядков увеличивает КПД СФЭ. Существенно увеличить КПД удалось с появлением высокорастворимого метанофуллерена C_{60} [7] и полимер-фуллереновых композитов. Для СФЭ с планарным гетеропереходом на основе производного фталоцианина (донор) и фуллерена C_{60} (акцептор) КПД достигает 3,6% [8].

Один из возможных путей увеличения КПД органических СФЭ связан с расширением спектральной области поглощения донорно-акцепторных структур до 800 нм. Большинство органических компонент (в том числе фуллерены и их производные), образующих гетеропереход, не поглощают солнечный свет в красной и ИК области. В настоящей работе выполнены детальные исследования спектрально-люминесцентных и нелинейно-оптических свойств фуллерена C_{60} , как потенциального акцептора органического гетероперехода СФЭ, в жидких растворах и твердотельных наноструктурированных силикатных гель-матрицах. Цель настоящей работы – изучение возможных путей расширения спектральной чувствительности СФЭ за счет возникновения оптически наведенного длинноволнового поглощения у фуллерена C_{60} .

Основная часть

Объекты исследования и методика эксперимента

Исследование спектральных и нелинейно-оптических свойств фуллерена C_{60} выполнено в толуоле (концентрация $\sim 10^{-3}$ моль/л), в котором его растворимость одна из самых высоких. Твердотельной матрицей для внедрения фуллерена был силикатный ксерогель, синтезированный низкотемпературным золь-гель методом с использованием коммерческого тетраэтоксисилана (ТЭОС), по методике, подробно описанной в [9, 10]. Твердотельные гель-образцы представляли собой объемные (2 x 4 x 20 мм), окрашенные молекулами фуллерена, нанопористые матрицы, обладающие рядом уникальных физико-химических свойств: прозрачностью в УФ области, высокой механической и термической стойкостью, способностью активироваться органическими многоатомными молекулами.

Спектрально-люминесцентные и нелинейно-оптические свойства фуллерена C_{60} в растворе толуола и твердой силикатной гель-матрице были изучены методами стационарной и кинетической абсорбционной спектроскопии. Стационарные спектры поглощения зарегистрированы на спектрофотометре Cary-500 Scan (Varian, США).

Поглощение с возбужденных состояний фуллерена C_{60} определялось по изменяющимся во времени спектрам поглощения с применением метода лазерного фотолитолиза. Метод сочетал возбуждение фуллерена C_{60} третьей гармоникой Nd:YAG-лазера ($\lambda_{\text{возб}} = 354$ нм, длительность импульса $\tau_{\text{имп}} = 30$ пс и частота – 1 Гц) и зондирования возбужденного раствора (или матрицы) источником сплошного спектра (400 - 900 нм - континуумом белого света, возбуждаемого в $D_2O:H_2O$ растворе основной гармоникой Nd:YAG-лазера ($\lambda_{\text{возб}} = 1064$ нм)). Пропускание образца регистрировалось ПЗС-матрицей, которая позволяла одновременно фиксировать как опорный, так и исследуемый сигналы в режиме накопления.

В работе представлены результаты исследования нелинейного поглощения полученных образцов. Для обнаружения такого поглощения были выполнены эксперименты с использованием методики z-скана, основанной на движении облучаемого образца по оси z вдоль сфокусированного лазерного пучка, и определении пропускания фуллеренсодержащего образца при различных плотностях падающей энергии. Эта методика позволяет определить наличие у материала, как нелинейной рефракции, так и нелинейного поглощения. Кювета толщиной 2 мм с раствором фуллерена C_{60} (или ТЭОС гель-матрица такой же толщины) помещалась вблизи фокальной плоскости линзы ($f = 30,5$ см) и подвергалась воздействию импульсов излучения второй гармоники Nd:YAG-лазера ($\lambda = 532$ нм) с длительностью 30 пс и энергией 0,33 мкДж. При этом плотность мощности падающего излучения в фокусе линзы варьировалась в пределах $I_0 = 0,25 \div 2,0$ ГВт/см². Измерения с помощью z-скан методики проводились: а) при открытой апертуре ($S = 1$, диафрагма в сечении светового пучка перед регистрирующим устройством отсутствовала), что позволяло полностью исключить влияние нелинейной рефракции; б) с ограниченной апертурой ($S = 0,43$, наличие соответствующей диафрагмы перед регистрирующим устройством).

Результаты и их обсуждение

Молекула фуллерена C_{60} имеет замкнутую сферoidalную структуру, с атомами углерода, расположенными в вершинах пятиугольников или шестиугольников [5]. Важнейшей структурно-энергетической характеристикой любого соединения являются его электронные спектры поглощения и люминесценции. Длинноволновая область спектра поглощения C_{60} , растворенного в толуоле при комнатной температуре, изображена на рис. 1 (кривые 1). Слабоинтенсивные полосы поглощения в области 650–500 нм соответствуют $S_1 \leftarrow S_0$ переходу, а интенсивная полоса с максимумом при 335 нм – $S_2 \leftarrow S_0$ переходу. Как видно из рис. 1 (кривые 1), при 474 нм присутствует полоса поглощения, типичная для C_{70} , что свидетельствует о наличии незначительного

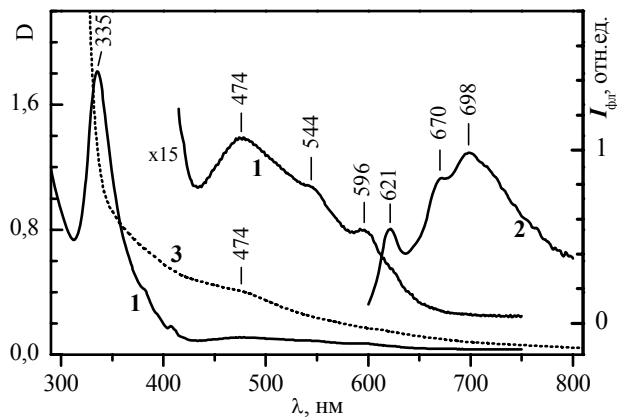


Рис. 1. Спектры поглощения (1,3) и люминесценции (2) при $\lambda_{\text{возб}} = 335$ нм фуллерена C_{60} в толуоле (1,2) и ТЭОС гель-матрице (3) при 293 К

количества данного фуллерена, как примеси в исследуемом растворе. Спектр флуоресценции фуллерена C_{60} , полученный при возбуждении излучением с $\lambda_{\text{возб}}=335$ нм, также изображен на рис. 1 (кривая 2). На основании анализа зеркальной симметрии спектров флуоресценции и поглощения в области $S_1 \leftarrow S_0$ перехода, можно сделать вывод, что $0-0$ -полоса $S_1 \rightarrow S_0$ флуоресценции сильно уширена и имеет максимум при 621 нм. При этом чисто электронный $S_1 \leftrightarrow S_0$ -переход расположен при ~ 610 нм (пересечение кривых поглощения и флуоресценции). Видно, что линейное поглощение раствора фуллерена C_{60} ($S_n \leftarrow S_0$ -переходы) ограничено диапазоном от 300 до 650 нм, т.е. его спектр поглощения не перекрывает спектр солнечного излучения, заметно ослабевая в длинноволновой области.

Методом кинетической спектроскопии была определена длительность флуоресцентного свечения фуллерена C_{60} при регистрации в полосе чисто электронного $S_1 \rightarrow S_0$ -перехода при ~ 610 нм: $\tau_{\text{фл}} \approx 16$ нс.

На рис. 2а представлены спектры наведенного синглет-синглетного (кривая 1) и триплет-триплетного (кривая 2) поглощения раствора фуллерена C_{60} в толуоле. Поскольку энергетический S-T-интервал для фуллерена C_{60} составляет величину 9 ккал/моль ($\sim 0,4$ эВ) [11], а квантовый выход в T_1 -состояние близок единице [11-13], то интеркомбинационные переходы будут определять основной механизм заселения T_1 -состояния. В этой ситуации поглощение света может происходить как из возбужденного синглетного ($S_n \leftarrow S_1$ -переходы), так и триплетного ($T_n \leftarrow T_1$ -переходы) состояния. Дифференциальный спектр синглет-синглетного $S_n \leftarrow S_1$ -поглощения зарегистрирован при нулевой задержке зондирующего импульса относительно импульса возбуждения (рис. 2а, кривая 1), а триплет-триплетного $T_n \leftarrow T_1$ -поглощения – при задержке, равной 7,5 нс (рис. 2а, кривая 2). Выбор такой временной задержки связан с тем, что время интеркомбинационной конверсии (пе-

реход $S_1 \rightsquigarrow T_1$) молекулы фуллерена C_{60} ($\tau_{ST} \approx 1,2$ нс [14]) значительно меньше этой задержки, а квантовый выход флуоресценции незначителен [15]. Как видно из рис. 2а, раствор фуллерена обладает слабым $S_n \leftarrow S_1$ -поглощением в области 450–630 нм. Можно полагать, что широкая полоса поглощения с максимумом при 533 нм соответствует, вероятнее всего, $S_3 \leftarrow S_1$ -переходу (в спектре стационарного поглощения имеется очень интенсивная полоса поглощения в области 260–290 нм (на рис.1 не показана)). Напротив, в спектре $T_n \leftarrow T_1$ -поглощения (область 550–850 нм) наблюдается интенсивная полоса с максимумом при 748 нм. Этой полосе соответствует $T_n \leftarrow T_1$ -переход, т.е. переход на T_n -уровень, лежащий выше T_1 -уровня на ~ 13370 см^{-1} .

В работе, используя метод z-скана, изучено нелинейное поглощение и нелинейная рефракция раствора фуллерена C_{60} в толуоле. На рис. 3а представлены зависимости пропускания его раствора с открытой ($S = 1$; кривая 1) и закрытой ($S = 0,43$; кривая 2) апертурой в зависимости от положения кюветы с раствором относительно фокуса линзы. Как видно, эти зависимости заметно отличаются. Причиной такого отличия, по мнению авторов, является наличие существенного наведенного поглощения, которое «маски-

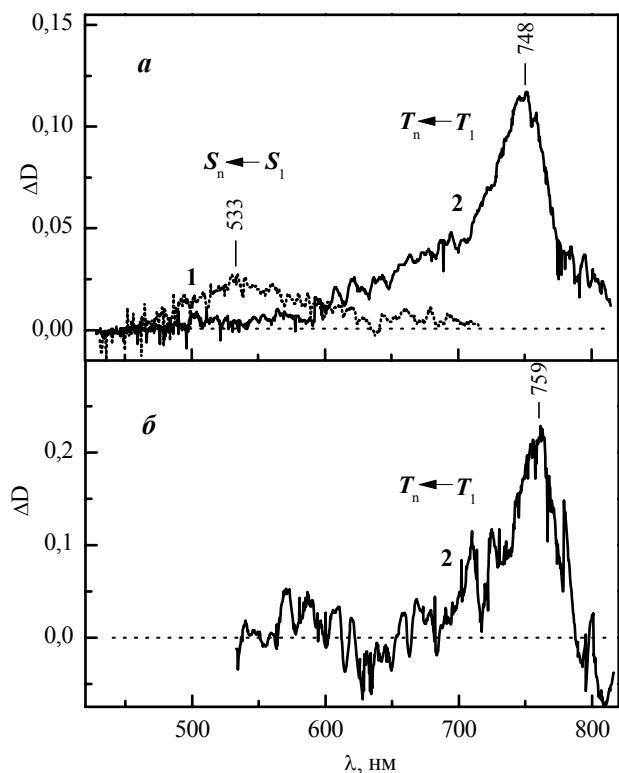


Рис. 2. Спектры наведенного синглет-синглетного (1) и триплет-триплетного (2) поглощения раствора фуллерена C_{60} в толуоле (а) и в ТЭОС гель-матрице (б) при возбуждении излучением Nd:YAG-лазера ($\lambda_{\text{возб}} = 354$ нм, $\tau_{\text{имп}} = 30$ пс) при 293 К

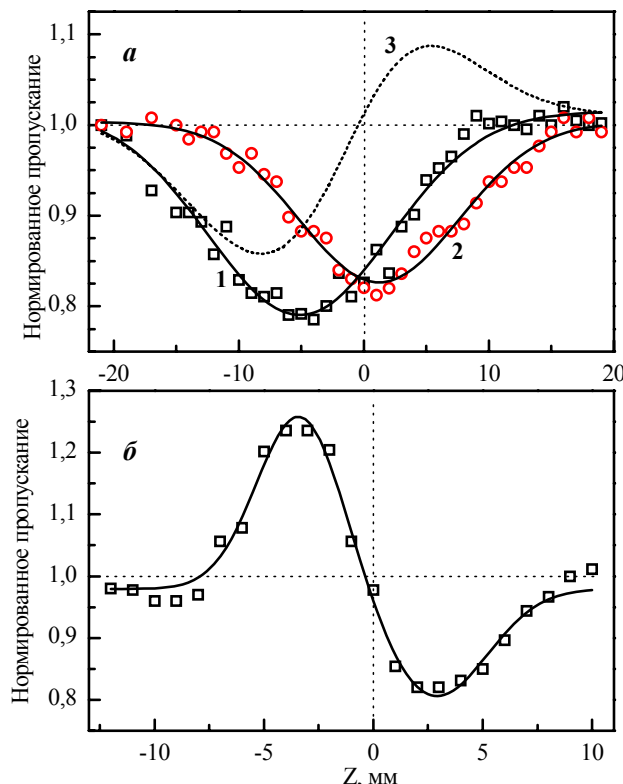


Рис. 3. Z-скан зависимость нормированного пропускания фуллерена C_{60} в толуоле (а) и ТЭОС гель-матрице (б), полученные при воздействии лазерного излучения ($\lambda_{\text{возб}} = 532 \text{ нм}$, $\tau_{\text{имп}} = 30 \text{ пс}$, $I_0 = 5,0 \text{ ГВт/см}^2$), при открытой (1) и закрытой (2) апертуре и 293 К. Кривая 3 (рис. 3а) – результат деления кривой 1 на кривую 2.

рует» присутствие нелинейной рефракции. При больших плотностях лазерного излучения (не менее 20 Дж/см^2) дополнительно к эффекту нелинейного насыщаемого поглощения с возбужденного состояния наблюдается процесс самодефокусировки пучка в растворе, связанный с нелинейным изменением показателя преломления (нагрев фуллеренсодержащего раствора приводит к возникновению неоднородностей плотности и показателя преломления в области прохождения пучка за время 30 пс и, как следствие, к рассеянию излучения на этих неоднородностях). Метод z-скана позволяет «демаскировать» и выявить нелинейную рефракцию в чистом виде, путем деления зависимости для $S = 1$ (кривая 1) на зависимость для $S = 0,43$ (кривая 2). Результат такого деления представлен кривой 3 на рис. 3а. Ход кривой 3, соответствующие положения максимума и минимума относительно фокуса собирающей линзы однозначно указывают на присутствие положительной нелинейной рефракции раствора фуллерена C_{60} в толуоле.

На рис. 1 (кривая 3) представлен спектр линейного поглощения фуллерена C_{60} в твердотельной ТЭОС гель-матрице, окрашенной путем добавления в

реакционную золь-гель смесь его пиридинового раствора. Как видно, в области 250–350 нм наблюдается интенсивное поглощение, которое прежде всего связано с поглощением растворителей, находящихся в порах матрицы. Кроме того, в этой области анализ затруднен из-за поглощения самой ТЭОС гель-матрицы, которое налагается на поглощение самого фуллерена C_{60} . Доказательством его присутствия в ТЭОС-ксерогеле служит характерная полоса при $\sim 474 \text{ нм}$ в спектрах поглощения раствора (рис. 1, кривая 1) и окрашенной ТЭОС гель-матрицы (рис. 1, кривая 3).

Учитывая тот факт, что растворы фуллерена C_{60} обладают заметным наведенным синглет-синглетным и триплет-триплетным поглощением, можно ожидать, что и в ТЭОС гель-матрицах эти молекулы будут обладать аналогичными нелинейно-оптическими свойствами. На рис. 2б представлен спектр наведенного триплет-триплетного поглощения фуллерена C_{60} в ТЭОС гель-матрице. Синглет-синглетное поглощение, которое было обнаружено и изучено для толуольного раствора фуллерена C_{60} , обнаружить не удалось, что, по-видимому, связано с незначительной населенностью S_1 -уровня фуллерена C_{60} при лазерном возбуждении по причине малой концентрации примесных молекул в ксерогеле, и/или с уменьшением сечения поглощения фуллерена C_{60} в возбужденных синглетных состояниях при внедрении молекул в твердотельную матрицу. Триплет-триплетное $T_n \leftarrow T_1$ -поглощение регистрировалось при экспериментальных параметрах, аналогичных используемым для толуольного раствора. Как видно из рис. 2б, в спектре $T_n \leftarrow T_1$ -поглощения в области 650–800 нм наблюдается интенсивная полоса с максимумом при 759 нм. Этой полосе, как и в случае $T_n \leftarrow T_1$ -поглощения толуольного раствора (рис. 2а), соответствует переход на T_n -уровень, лежащий выше T_1 -уровня на $\sim 13350 \text{ см}^{-1}$. Максимум полосы наведенного $T_n \leftarrow T_1$ -поглощения фуллерена C_{60} в ТЭОС гель-матрице батохромно смещен относительно соответствующего максимума толуольного раствора примерно на 10 нм. При этом необходимо отметить, что в обоих случаях, $T_n \leftarrow T_1$ -поглощение имеет большую интенсивность оптического поглощения в красной области спектра. Наличие таких спектральных особенностей в длинноволновом диапазоне спектра существенно расширяет область спектральной чувствительности фуллерена C_{60} как компонента СФЭ (более сильное перекрытие спектра поглощения со спектром солнечного излучения). В этой ситуации можно ожидать, что основным каналом поглощения энергии солнечного излучения красного и ближнего ИК диапазона в СФЭ на основе фуллерена C_{60} будет поглощение в системе его триплетных уровней. В работе [3] показана возможность увеличения КПД фотоэлектрического преобразования солнечной энергии неорганическими $A^{III}B^V$ -гетероструктурами путем предварительного высокого концентрирования падающего солнечного излучения. Результаты настоящей работы показывают, что при увеличении интенсивности лазерного облучения, молекулы фуллерена C_{60} проявляют дополнительное

длинноволновое наведенное поглощение, что, в принципе, может иметь место и при концентрировании солнечной энергии на поверхности фотоэлемента с фуллеренсодержащим компонентом гетероперехода, увеличивая тем самым КПД преобразования солнечной энергии. Подобный механизм увеличения КПД не может быть реализован в неорганических системах.

Кроме того, в работе представлены исследования нелинейного поглощения фуллерена C_{60} , внедренного в ТЭОС гель-матрицу. Для обнаружения такого поглощения были выполнены эксперименты с использованием упомянутой выше z-скан методики, которая позволяет определить наличие у материала, как нелинейной рефракции, так и нелинейного поглощения. Измерения с помощью z-скан методики проводились при закрытой апертуре ($S = 0,43$). На рис. 3б представлена зависимость нормированного пропускания фуллерена C_{60} в ТЭОС гель-матрице. Анализ характера поведения этой зависимости показал, что ТЭОС гель-матрица обладает тепловой нелинейной рефракцией (создается т.н. тепловая линза), которая обусловлена локальным нагревом матрицы при поглощении интенсивного лазерного излучения молекулами фуллерена C_{60} . Это наблюдается в случае, когда время тепловой релаксации значительно превышает длительность лазерного импульса ($\tau_{\text{имп}} = 30$ пс).

Заключение

Основные результаты выполненных исследований спектрально-люминесцентных и нелинейно-оптических свойств жидких растворов и нанопористых ксерогелей, окрашенных фуллереном C_{60} , могут быть суммированы следующим образом:

- методом низкотемпературного золь-гель синтеза твердотельных неорганических силикатных ксерогелей, на основе тетраэтоксисилана, получены новые, оптически прозрачные, пригодные для спектральных исследований материалы, окрашенные фуллереном C_{60} ;

- методом пикосекундной кинетической лазерной спектроскопии установлено, что фуллерен C_{60} в толуольном растворе, а также в нанопористой силикатной гель-матрице имеет наведенное синглет-синглетное (в видимой области спектра) и триплет-триплетное (в ближней ИК области спектра) поглощение. Есть основания полагать, что фуллерен C_{60} может быть использован как компонент гетероперехода органического СФЭ с расширенным диапазоном поглощения интенсивного солнечного облучения, т.е. с расширенной областью спектральной чувствительности акцепторного компонента;

- метод z-сканирования позволил «демаскировать», т.е. выявить в чистом виде присутствие положительной нелинейной рефракции для фуллерена C_{60} в толуоле. Анализ характера поведения z-скановой зависимости фуллерена C_{60} в ТЭОС гель-матрице показал, что активированная матрица обладает нелинейной рефракцией за счет образования тепловой линзы в результате локального нагрева при поглощении интенсивного лазерного излучения молекулами фуллерена C_{60} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов, Н.Н. Преобразование солнечной энергии/ Н.Н. Семенов, А.Е. Шилова. – М.: Наука, 1985. – 184 с.
2. Комиссаров, Г.Г. Фотосинтез. Физико-химический подход / Г.Г. Комиссаров. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 224 с.
3. Тенденции и перспективы развития солнечной энергетики / Ж.И. Алферов [и др.] // Физика и техника полупроводников. – 2004. – Т. 38, № 8. – С. 937-947.
4. Паращук, Д.Ю. Современные фотоэлектрические и фотохимические методы преобразования солнечной энергии / Д.Ю. Паращук, А.И. Кокорин // Российский химический журнал. – 2008. – Т. ЛП, №6. – С. 107-117.
5. Елецкий, А.В. Фуллерены и структуры углерода / А.В. Елецкий, Б.М. Смирнов // Успехи физических наук. – 1995. – Т. 165, №9. – С. 977-1009.
6. Semiconducting polymer diodes: Large size, low cost photodetectors with excellent visible-ultraviolet sensitivity/ G. Yu [et al.] // Applied Physics Letters. – 1994. – V. 64, NO. 25. – P. 3422-3424.
7. Preparation and Characterization of Fulleroid and Methanofullerene Derivatives/ J.C. Hummelen [et al.] // Journal of Organic Chemistry. – 1995. – V. 60, NO. 3. – P. 532-538.
8. Peumans, P. Very-high-efficiency double-heterostructure copper phthalocyanine/ C_{60} photovoltaic cells / P. Peumans, S.R. Forrest // Applied Physics Letters. – 2001. – V. 79, No.1. – P.126-128.
9. Спектроскопические, генерационные и фотохимические характеристики органических молекул в силикатных гель-матрицах / Р.Т. Кузнецова [и др.] // Оптика атмосферы и океана. – 2006. – Т. 19, № 7. – С. 653–660.
10. Агрегационные и спектральные свойства Mg(II)-тетракарбокситфаллоцианина в водных растворах и твердых ксерогелях / С.М. Арабей [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии. – 2007. – Т. 74, № 2. – С. 211–217.
11. Photophysical properties of sixty atom carbon molecule (C_{60}) / J.W. Arbogast [et al.] // Journal of Physical Chemistry. – 1991. – V. 95, No. 1. – P. 11-12.
12. Intensity-dependent absorption and resonant optical nonlinearity of C_{60} and C_{70} solutions / F. Henari [et al.] // Chemical Physics Letters. – 1992. – V. 199, No. 1-2. – P. 144-148.
13. Concentration and wavelength dependence of the effective third-order susceptibility and optical limiting of C_{60} in toluene solution/ S. Couris [et al.] // Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics. – 1995. – V. 28, No. 20. – P. 4537-4554.
14. Excited-state properties of C_{60} / T.W. Ebbesen [et al.] // Chemical Physics Letters. – 1991. – V. 181, No. 6. – P. 501-504.
15. Optical spectra and photoluminescence of C_{60} thin films / V. Capozzi [et al.] // Solid State Communications. – 1996. – V. 98, No. 9. – P. 853-858.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ НА ОСНОВЕ СОЛОМЫ

М.А. Прищепов, докт. техн. наук, доцент (БГАТУ); В.В. Чумаков, канд. техн. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье показана целесообразность использования отходов продукции растениеводства, в частности рапсовой соломы и соломы злаковых культур, в качестве исходного сырья для производства композиционных топливных гранул.

In the article the expediency of usage of waste of production of plant growing, in particular rape straw and straw of cereal cultures, as initial raw materials for manufacture of composite fuel granules is shown.

Введение

Дефицит энергоносителей в целом в мире, и прежде всего в странах Европы, ускоренными темпами приводит к повышению цен на них и одновременно к поиску альтернативных источников энергии. Наряду с технологией экономного использования традиционных видов топлива – нефти, газа и угля, получило развитие относительно новое направление – биоэнергетика. Цель данной работы – показать целесообразность использования возобновляемого сырья растительного происхождения (древесных отходов и отходов от переработки сельхозпродуктов, специализированных посадок лесных культур, соломы рапса и зерновых культур) для изготовления композиционных топливных гранул, при этом основным компонентом композиции является солома, так как ее значительно больше, чем другого сырья растительного происхождения, она не требует технологической сушки и является сопутствующим продуктом производства зерна злаков и семян рапса, требующим дополнительных затрат на его утилизацию.

Основная часть

По различным экспертным оценкам, образование соломы после обмолота зерновых на полях составляет от 2 до 3 т/га. Техника подбора соломы, ее прессование в тюки прямоугольного типа или в рулоны на полях уже отработана. В мире используется не более 15÷30 % соломы (в том числе рапсовой – менее 2 %), оставшаяся же ее часть (в том числе рапсовая в полном объеме) практически вообще не используется ни на какие цели, а сжигается или годами гниет в отвалах.

Отечественный потенциал по соломе огромен. После уборки зерновых на полях остается около 24 млн. тонн соломы. Рапсовой соломы в Беларуси ежегодно собирается 1,2÷1,5 млн. тонн. Учитывая эти объемы сырья, ежегодный избыток соломы, которая может использоваться для получения тепловой энергии, оценивается в 18,0÷18,3 млн. тонн (приблизительно 70 % солома зерновых и 100% рапсовая солома).

Солому в чистом виде достаточно сложно использовать для сжигания в целях получения теплоты. Это связано с неоднородностью соломы, сложностью ее загрузки в топочные агрегаты, малым объемным энерго содержанием, достаточно низкой температурой плавления золы. Объемы соломы и угля, равные по энерго содержанию, различаются примерно в 10-20 раз. В последнее время в Европе появились новые технические решения, которые позволяют использовать солому в качестве топлива. Применительно к соломе используется прямое сжигание (наиболее изучено и коммерчески развито), газификация (находится на демонстрационном уровне развития) и пиролиз (находится на исследовательском уровне развития). Особенно эффективным для прямого сжигания соломы является ее гранулирование [1]. Топливные гранулы (пеллеты) из соломы наряду с древесными гранулами рассматриваются в Европе как “топливо будущего”.

В целом считается, что с учетом неиспользуемой до сих пор соломы, в случае вовлечения ее в топливный ресурс, она может покрыть 5,8% потребности страны в топливе. В целом в мире, солома является пока невостребованным топливным ресурсом и только в отдельных странах к ней начинает проявляться практический интерес.

Цены на биотопливо заметно ниже цен на традиционные энергоносители и ожидается, что разрыв в ценах со временем будет увеличиваться, как это показано на рис. 1.

Топливные гранулы – новая товарная форма биотоплива. Развитию биоэнергетики в Европейских странах во многом способствуют условия Киотского Договора, предусматривающего для прямых потребителей биотоплива существенные экономические выгоды. Это привело к более полному использованию всех доступных видов сельскохозяйственных отходов, как в исходном виде, так и в различных товарных формах, и среди них пеллеты оказались наиболее востребованными.

Пока на текущий момент времени солома не является товарным продуктом, имеющим свою цену. Каждое хозяйство по своему усмотрению распоряжа-

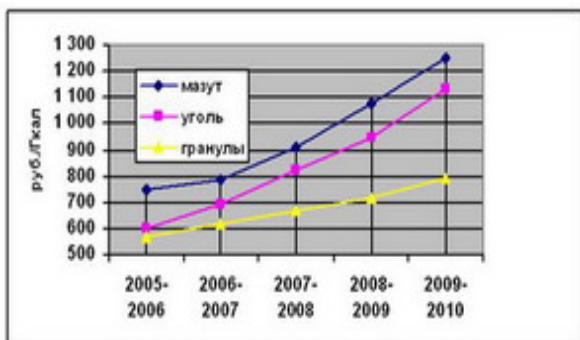


Рис. 1 Прогноз удельной стоимости тепловой энергии, получаемой при использовании различных видов топлива

ется образующейся на полях соломой. Солому хранят в тюках, сформированных пресс-подборщиками. Наибольшее распространение получили цилиндрические и прямоугольные типы тюков:

- рулоны, диаметром 1,5-1,8 м, высотой – 1,2 м, массой – 200-350 кг;
- прямоугольные брикеты среднего размера – 0,8 x 0,8 x 1,7 м, массой – 150 кг.

Известно, что элементные составы различных видов растительной биомассы отходов растениеводства достаточно близки, а энергия сгорания изменяется в пределах $\pm 15\%$, то энергетическая эффективность сельскохозяйственных культур в большей мере определяется урожайностью биомассы.

Имея в наличии несколько видов отходов растениеводства, наиболее целесообразным видится производство композиционных (смесевых) пеллет, где основным компонентом является солома, имеющая естественную влажность – 15:19%, рекомендуемую для процесса гранулирования.

Применение других смесевых компонентов в меньшем количестве дает возможность использовать их более влажными и варьировать физико-химические показатели топливных гранул, достигается увеличение их теплоты сгорания. Она может изменяться от 16 до 19,5 МДж/кг.

Отсутствие процесса сушки является важной отличительной особенностью от технологии получения пеллет из древесного сырья влажностью 30÷60 %, где агрегат сушки обязателен. Отсутствие стадии сушки исходного материала также снижает количество потребления энергии при их производстве, а это в итоге приводит к уменьшению себестоимости производимой продукции. Также за счет того, что узел сушки не входит в комплект технологического оборудования, уменьшается и стоимость линии гранулирования.

Технологическая схема производства композиционных топливных гранул, состоящая из стандартного оборудования, представлена на рис. 2.

Производство топливных гранул из биомассы растительных культур, преимущественно из соломы рапса и зерновых культур, включает в себя следующий перечень последовательно выполняемых техно-

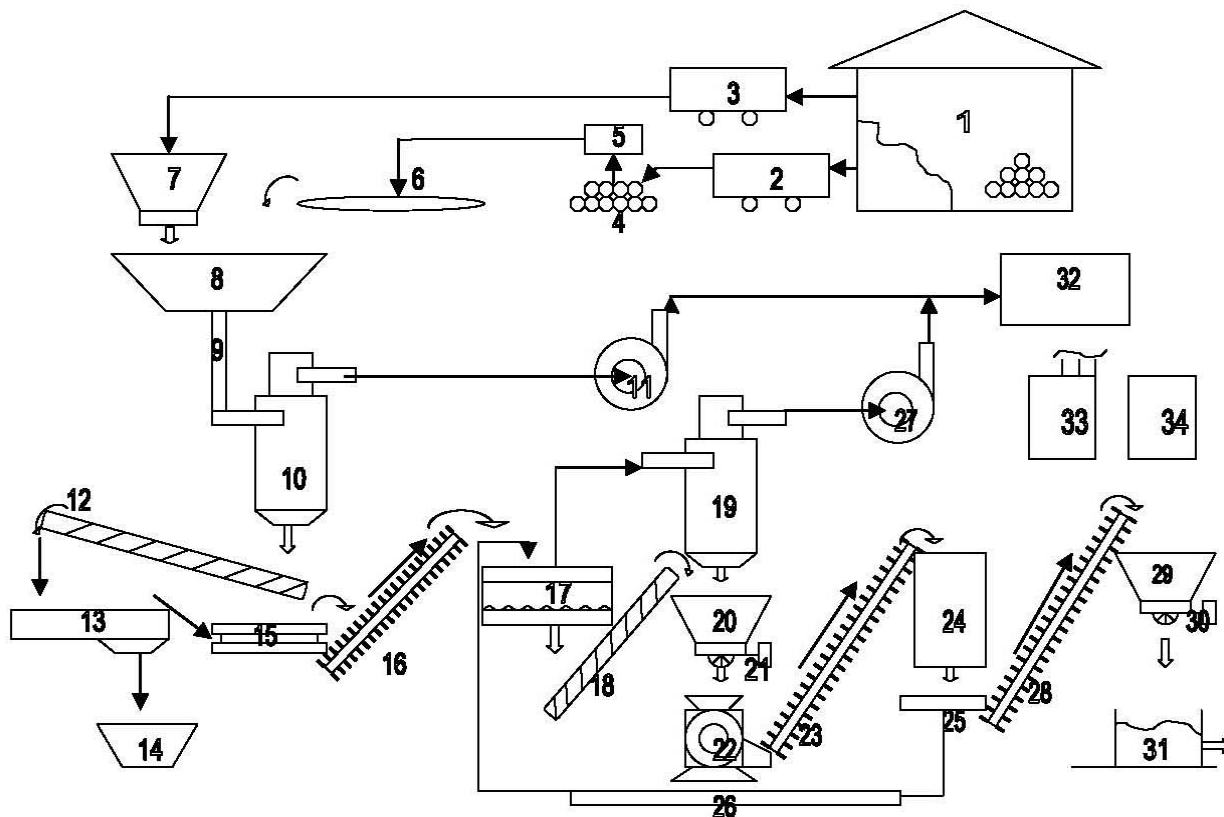


Рис. 2 Технологическая схема производства композиционных топливных гранул из биомассы растительных культур

логических операций.

Из склада исходного сырья 1 солома погрузчиком-транспортёрщиком рулонов 2 перемещается на промежуточный склад рулонов соломы 4, откуда посредством электротали с устройством захвата рулонов 5 подается на накопитель-транспортёр рулонов соломы 6, который порулочно загружает в измельчитель растительных материалов 8. В него же порционно, посредством погрузчика смесевых добавок 3 и бункера-накопителя смесевых добавок с дозатором 7 подаются смесевые компоненты. Далее, по пневмопроводу 9, через циклон со шлюзовым затвором 10 смесевая исходная масса посредством шнекового питателя 12 подается на вибросито 13, где происходит отделение мусора, который накапливается в емкости для инородных примесей 14. Очищенная растительная масса через магнитный улавливатель 15, где происходит отделение металлических примесей, ленточным транспортёром 16 подается в мельницу молоткового типа 17. В ней происходит измельчение исходного материала до размера, необходимого для гранулирования. Далее шнековым питателем 18 измельченная масса подается в бункер-накопитель размолотого сырья с дозатором. Поток измельченной растительной массы, сформированный шлюзовым затвором 21, подается в камеру гранулирования пресс-гранулятора 22. Сформированные топливные гранулы, имеющие температуру 80-90°C, из пресс-гранулятора 22 ленточным транспортёром 23 перемещаются в охладитель гранул 24, где они охлаждаются до температуры 12-20°C. После охлаждения смесевые пеллеты скребковым транспортёром 28 подаются в бункер-накопитель готовой продукции 29. Затем пеллеты посредством шлюзового затвора 30 загружаются в упаковочную тару 31. Отделенные циклонами 10 и 19, пылевые компоненты вентиляторами 11 и 27 подаются в пылесборник 32. Неконди-

ционные гранулы, прошедшие через просеиватель гранул 25, по пневмотрубопроводу 26 поступают на вход мельницы молоткового типа 17 на переработку. Энергообеспечение и управление технологическим процессом осуществляется при помощи электрического силового шкафа 33 и электрического шкафа 34.

Основные показатели, характеризующие смесевые топливные гранулы [2]:

- внешний вид – цилиндр с гладкой, блестящей поверхностью, от желтого до темно-коричневого цвета;
- высшая теплота сгорания, МДж/кг – не менее 16;
- насыпная плотность, кг/м³ – не менее 550;
- влажность, % – не более 12;
- массовая доля золы, % – не более 6.

Заключение

Использование технологии производства композиционных топливных гранул на основе соломы позволит республике получить дополнительно около 20 млн. тонн твердого биотоплива, полученного из местного возобновляемого сырья, при этом обеспечив утилизацию невостребованной сельскохозяйственным производством соломы и исключив операцию технологической сушки исходного растительного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные источники сырья и топлива: материалы II Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26-28 мая 2009 г./ Минск: БГТУ; под ред. В.Е. Агибекова [и др.]. – Мн., 2009. – 46 с.
2. Альтернативные источники сырья и топлива: материалы II Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26-28 мая 2009 г. / Ю.В. Максимук [и др.]//Анализ характеристик твердого биотоплива Беларуси/ . – Минск.: БГТУ., 2009. – 70 с.

Малогабаритная система очистки рабочих жидкостей гидравлических систем

Предназначена для профилактической очистки рабочих жидкостей гидравлических приводов мобильной сельскохозяйственной техники.



Основные технические данные

Производительность	Не менее 24 л/мин
Давление на входе в блок центрифугирования	0,8 МПа
Давление на входе в блок фильтрации	0,2-0,3 МПа
Давление на выходе из блока фильтрации	0,15 МПа
Тонкость очистки	15-40 мкм

Применение системы позволяет при обкатке двигателей расходовать масло без остатка, не снижать качество повторно используемого моторного масла, постоянно добавляя а него свежее товарное масло (гомогенизировать), полностью устранить расход электроэнергии, необходимой для подогрева масла, отказаться от необходимости хранения и утилизации масла. Она может применяться на ремонтно-обслуживающих предприятиях, а также непосредственно в хозяйствах для технического обслуживания машинно-тракторного парка.

ПРИМЕНЕНИЕ МАРЖИНАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЯИЦ

Н.К. Довнар, ассистент (ГГАУ)

Аннотация

В статье исследованы проблемы применения маржинального анализа в оценке эффективности производства яиц, представлен аналитический метод анализа безубыточности при производстве (реализации) яиц.

The article is devoted to problems of the usage of marginal analysis in the assessment of the efficiency of the production of eggs, an analytical method for the analysis of break-even result in the production (realization) of the eggs is presented in the article.

Введение

В странах с развитыми рыночными отношениями большую роль в обосновании управленческих решений играет маржинальный (предельный) анализ, методика которого основана на изучении соотношения между тремя основными группами экономических показателей: «издержки – объем производства (реализации) продукции – прибыль» [1]. Данный анализ еще называют «СИОП»-анализом, анализом безубыточности или содействия доходу.

В основу этой методики положено деление операционных затрат в зависимости от изменения объема производства на переменные (пропорциональные) и постоянные (непропорциональные) и использование категории маржинальной прибыли.

Анализ безубыточности позволяет:

– более точно исчислять влияние факторов на изменение суммы прибыли и на этой основе эффективнее управлять процессом формирования и прогнозирования ее величины;

– определять границу окупаемости издержек;

– рассчитывать безубыточный объем реализации продукции при заданной величине цены, постоянных и переменных затрат;

– исчислять уровень цены при заданном объеме продаж;

– определять критический уровень постоянных затрат при заданном уровне маржинального дохода;

– исчислять необходимый объем продаж продукции для получения определенной прибыли;

– устанавливать зону безубыточности (безопасности) предприятия при заданных параметрах его деятельности.

Включение в систему показателей маржинального анализа таких экономических категорий как себестоимость, прибыль и затраты, распределяемые на условно-постоянные и условно-переменные, вносит черты неопределенности в методику исследования.

Это связано с тем, что в современном учете они имеют множество значений, кроме того, специфика аграрного производства приносит определенные потребности в решении этого класса задач, требует разработки многофакторных моделей анализа, учитывающих большее количество факторов.

Совокупность всей учетно-аналитической и плановой информации должна быть понятна потребителям, которыми являются собственники, инвесторы, руководители, кредиторы, работники, налоговые и страховые органы, покупатели продукции и т.д. Поэтому экономические категории, разрабатываемые в теории, должны совпадать с существующей системой учета и вписываться в методики экономического анализа.

Основная часть

Маржинальная экономическая теория от слова «marginal», которое в англо-французском переводе означает «предел», «граница», открыла дорогу широкой математизации экономической науки, переносом анализа издержек и затрат на конечные результаты.

При проведении маржинального анализа соблюдаются следующие условия:

– совокупные издержки делятся на постоянные и переменные;

– уровень цен на продукцию и производственные ресурсы не меняется, выручка пропорциональна объему реализованной продукции;

– ассортимент продукции в рассматриваемый период неизменен [2].

Переменные издержки – это величины затрат, которые меняются в зависимости от изменения объема производства [3]. Прирост суммы переменных издержек, связанный с увеличением объема производства на одну единицу, не является постоянным. В начале увеличения объемов производства переменные издержки будут возрастать какое-то время убывающими, затем нарастающими темпами. Такое их

поведение обусловлено действием закона убывающей отдачи. Однако в пределах релевантного ряда, при определенном сочетании факторов, методики маржинального анализа это не учитывают.

Как следует из экономической теории и практики, переменными издержками можно управлять, так как в течение краткосрочного периода их величина может изменяться через управление технологическим процессом, в то же время постоянные издержки являются обязательными и должны быть оплачены независимо от объема производства.

Особенностью анализа отрасли птицеводства является получение как основной продукции, идущей на реализацию, так и сопряженной. В этой связи возникает проблема разграничения производственных затрат. Методически, по мнению автора, эту проблему следует решать таким образом:

- использовать объем не произведенной, а реализованной продукции;
- производственные постоянные затраты распределять пропорционально частям использования продукции;
- переменные затраты распределять также по долевого участию.

Это позволит в анализе эффективности выделить два подхода: отраслевой и продуктовый.

Маржинальная прибыль (маржа покрытия) – это выручка минус переменные издержки. Она включает в себя постоянные затраты и прибыль. Чем больше ее величина, тем больше вероятность покрытия постоянных затрат и получения прибыли от производственной деятельности.

Безубыточность – такое состояние, когда бизнес не приносит ни прибыли, ни убытков, выручка покрывает только затраты.

Зона безопасности (зона прибыли) – это разность между фактической выручкой и выручкой, характеризующей безубыточность (безубыточный объем продаж).

Определение безубыточности и зоны безопасности – основополагающие показатели оценки деятельности предприятия, служащие для обоснования управленческих решений.

Для определения взаимосвязи затрат, объемов реализации продукции и прибыли используются графический и аналитический методы [1].

Аналитический метод анализа безубыточности рассмотрим на примере производства и реализации яиц на КПСУСП «Гродненская птицефабрика».

Данные о производстве и реализации яиц представлены в табл. 1.

Прибыль от реализации продукции можно определить по следующей факторной модели:

$$\Pi = p \cdot VPP - b \cdot VPP - A, \quad (1)$$

где Π – прибыль от реализации продукции, тыс. руб.;

p – средняя цена реализации, тыс. руб.;

VPP – объем реализованной продукции, тыс. шт.;

A – сумма постоянных расходов, тыс. руб.

В точке безубыточности прибыль равна нулю.

Следовательно

$$\Pi = p \cdot VPP - b \cdot VPP - A = 0;$$

$$VPP_{кр} (p - b) = A;$$

$$VPP_{кр} = \frac{A}{p - b} = \frac{A}{MD}, \quad (2)$$

где $VPP_{кр}$ – объем реализованной продукции в точке безопасности, тыс. шт.;

MD – удельный маржинальный доход, тыс. руб./тыс. шт.

По данным КПСУСП «Гродненская птицефабрика», определим безубыточный (критический) объем реализации яиц:

$$VPP_{кр} = \frac{A}{p - b} = \frac{1488000}{223,5 - 183,5} = 37200 \text{ тыс. шт.}$$

Для определения безубыточного объема продаж в стоимостном выражении необходимо сумму постоянных затрат разделить на долю маржи покрытия в выручке

$$B_{кр} = \frac{A}{D_{МП}} = \frac{1488000}{0,179} = 8313 \text{ млн. руб.}$$

Для расчета критического объема реализации в процентах к максимальному объему, который принимается за 100%, общая сумма постоянных расходов делится на маржинальную прибыль

Таблица 1. Данные для анализа безубыточности

Показатели	Ед. изм.	Значение показателя
Среднегодовое поголовье кур-несушек	тыс.гол.	245
Среднегодовая яйценоскость одной курицы-несушки	шт.	321
Объем производства яиц	тыс.шт.	78645
Объем использования яиц на производственные нужды	тыс.шт.	3378
Объем реализации яиц	тыс.шт.	75267
Средняя цена реализации 1 тыс.шт. яиц	тыс.руб.	223,5
Выручка	млн.руб.	16825
Постоянные затраты	млн.руб.	1488
Переменные затраты	млн.руб.	13812
Удельные переменные затраты на 1 тыс.шт. яиц	тыс.руб.	183,5
Прибыль от реализации	млн.руб.	1525
Маржинальная прибыль	млн.руб.	3013
Ставка маржинальной прибыли	тыс.руб.	40,0
Доля маржинальной прибыли в выручке	-	0,179

$$T = \frac{A}{МП} * 100\% = \frac{1488}{3013} * 100\% = 49,4\% . \quad (3)$$

Исходя из проведенных выше расчетов, можно сделать следующий вывод: для получения прибыли КПСУСП «Гродненская птицефабрика» должно реализовать свыше 37200 тыс. шт. яиц (более 49,4% объема реализации) на сумму, превышающую 8313 млн. руб.

Безубыточный объем продаж и величина зоны безопасности меняются за счет изменения объема реализации, цены на продукцию, величины постоянных расходов и удельных переменных затрат. При росте цен, а также при снижении удельных переменных расходов и постоянных затрат необходимо меньше реализовывать продукции для достижения точки безубыточности и наоборот [1].

Используя метод цепной подстановки, можно осуществить факторный анализ точки и зоны безопасности (табл. 2).

Таблица 2. Исходные данные для факторного анализа производства яиц

Показатели	План	Факт
Средняя цена реализации 1 тыс.шт. яиц, тыс. руб.	240,0	223,5
Удельные переменные расходы, тыс. руб.	172,5	183,5
Постоянные затраты, тыс. руб.	1750000	1488000

$$VPП_{крпл} = \frac{A_{пл}}{p_{пл} - b_{пл}} = \frac{11750000}{240,0 - 172,5} = 25926 \text{ тыс. шт.}$$

$$VPП_{крус1} = \frac{A_{ф}}{p_{пл} - b_{пл}} = \frac{14880000}{240,0 - 172,5} = 22044 \text{ тыс. шт.}$$

$$VPП_{крф} = \frac{A_{ф}}{p_{ф} - b_{ф}} = \frac{11750000}{223,5 - 183,5} = 37200 \text{ тыс. шт.}$$

В результате совокупного влияния снижения цен, постоянных расходов и роста удельных переменных затрат, безубыточный объем реализации яиц фактический увеличился на 11274 тыс.шт. по сравнению с планом. В том числе за счет изменения:

- постоянных затрат
 $22044 - 25926 = -3882 \text{ тыс. шт. ;}$
- цены
 $29176 - 22044 = +7132 \text{ тыс. шт. ;}$
- удельных переменных расходов
 $37200 - 29176 = +8024 \text{ тыс. шт.}$

Уменьшение суммы постоянных затрат на производство яиц привело к снижению критической точки безубыточности на 3882 тыс.шт. по сравнению с планом, снижение цены и увеличение удельных переменных расходов способствовало росту критиче-

ского объема реализации на 7132 тыс. шт. и 8024 тыс. шт. соответственно.

В совокупности данные факторы привели к сужению зоны безопасности с 58,8% по плану до 50,6% фактически.

Факторный анализ зоны безопасности показал следующее:

$$ЗБ_{пл} = \frac{70200 - 25926}{70200} = 58,8\% ;$$

$$ЗБ_{крус1} = \frac{70200 - 22044}{70200} = 68,6\% ;$$

$$ЗБ_{крус2} = \frac{70200 - 229176}{70200} = 58,4\% ;$$

$$ЗБ_{ф} = \frac{75267 - 37200}{75267} = 50,6\%$$

В целом зона безопасности сузилась на 8,2 процентного пункта, в том числе: за счет снижения цены – на 10,2 процентного пункта (58,4 – 68,6), за счет роста удельных переменных затрат – на 7,8 процентного пункта (50,6 – 58,4), а сокращение постоянных затрат привело к увеличению зоны безопасности на 9,8 процентного пункта (68,6 – 58,8) фактически по сравнению с плановыми показателями.

С помощью маржинального анализа можно установить критический уровень не только объема продаж, но и суммы постоянных затрат, а также цены и переменных затрат на единицу продукции при заданном значении других факторов.

Критический уровень постоянных затрат при заданном уровне маржи покрытия и объема продаж рассчитывается следующим образом:

$$A_{кр} = VPП(p - b) =$$

$$= 75267(223,5 - 183,5) =$$

$$= 3011 \text{ млн. руб.}$$

Данные расчеты показывают, что максимально допустимая величина постоянных затрат, которые покрываются маржинальной прибылью, составляет 3011 млн. руб. Если постоянные расходы превысят этот уровень, предприятие будет убыточным.

Критический уровень переменных затрат на единицу продукции при заданном объеме продаж, цене и сумме постоянных расходов определяется следующим образом:

$$b_{кр} = p - \frac{A}{VPП} = 223,5 - \frac{1488000}{75267} = 203,7 \text{ тыс. руб.}$$

При величине удельных переменных издержек, равных 203,7 тыс. руб., у предприятия не будет прибыли, но не будет и убытка. Если же удельные переменные затраты окажутся выше критической суммы, то в сложившейся ситуации они будут непосильными для предприятия.

Критический уровень цены определяется из заданного объема реализации и уровня постоянных и переменных затрат:

$$P_{кр} = \frac{A}{VPI} + b = \frac{1488}{75267} + 183,5 = 203,3 \text{ тыс. руб.}$$

При уровне цены 203,3 тыс. руб. она будет равна полной себестоимости единицы продукции, а прибыль и рентабельность будут равны нулю. Установление цены ниже 203,3 тыс. руб. невыгодно для предприятия, так как в результате будет получен убыток.

На основе маркетинговых исследований, можно определить необходимый объем реализации яиц для получения заданной величины прибыли:

$$VPI = \frac{A + П}{p - b} \quad (4)$$

По данным бизнес-плана, КПСУСП «Гродненская птицефабрика» планировало получить прибыль от реализации яиц в размере 3159 млн. руб. Для этого необходимо реализовать 116175 тыс. шт.

$$\text{яиц} \left(\frac{1488000 + 3159000}{223,5 - 183,5} \right).$$

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что маржинальный анализ позволяет получать руководству предприятия информацию о прибыльности или убыточности птицеводства, в зависимости от его объема, рассчитывать критическую точку объемов производства, прогнозировать поведение себестоимости в целом или отдельных ее элементов от факторов мощности или объема, т. е. решать задачи стратегического управления производственной прибылью. Таким образом, маржинальный анализ – это действенный метод обоснования широкого спектра управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савицкая, Г.В. Маржинальный анализ в системе финансового и операционного менеджмента / Г.В. Савицкая // Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2007. – С. 288-323.
2. Свободин, В. Маржинальный анализ эффективности производства / В. Свободин, М. Свободина // АПК: экономика, управление. – 2001. – №11. – С. 65-72.
3. Чернобривец, А.С. Анализ себестоимости продукции (работ, услуг) / А.С. Чернобривец // Экономика, финансы, управление. – 2005. – №5. – С. 14-23.

“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 второе полугодие 2011 года: для индивидуальных подписчиков - 35580 руб., ведомственная подписка - 69999 руб.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ КАК МЕТОД ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В АПК

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Гурина, аспирантка, Ал-й Л. Мисун,
Ал-р Л. Мисун, студенты (БГАТУ)

Аннотация

Установлены профессионально значимые психофизиологические и личностные качества оператора мобильной сельскохозяйственной техники (тракториста-машиниста, механизатора, комбайнера), необходимые для выполнения им производственных функций и снижения риска травматизма. Приведено выражение для установления функциональной связи между результатами тестирования операторов мобильной сельскохозяйственной техники и показателем их профессиональной пригодности, определяемой экспертным путем.

Meaningful psychophysiological and personal qualities of the operator of mobile agricultural technique (driver-operator, mechanization expert, combine operator) that are necessary for implementation of production functions and decline of risk of injury rate, are set professionally. Expression for establishment of functional connection between the results of testing of operators of mobile agricultural technique and index of their professional fitness, which is determined by experts is given.

Введение

Как научные исследования, так и практика, показывают, что далеко не любой человек соответствует требованиям профессии и может успешно выполнять соответствующую работу. Если индивидуальные личностные и психофизиологические качества человека соответствуют требованиям профессии, то он, при прочих равных условиях, быстро и эффективно овладевает ею, успешно и без срывов выполняет необходимую работу. При отсутствии такого соответствия резко повышается вероятность профессиональных срывов в критических ситуациях, увеличивается риск производственного травматизма. Так, анализ травматизма в агропромышленном комплексе (АПК) Республики Беларусь за период с 2004 по 2010 гг. показал, что самая травмоопасная отрасль сельскохозяйственного производства – это растениеводство, на долю которой приходится почти 25% от всех несчастных случаев в АПК с тяжелым исходом и почти 30% со смертельным, а наиболее травмоопасными профессиями являются тракторист-машинист, механизатор и комбайнер (20% от всех пострадавших на производстве в АПК). Сложившаяся ситуация стала возможной из-за того, что многие работники перечисленных профессий по ряду своих личностных и психофизиологических качеств не соответствовали требованиям профессии, нарушали трудовую и производственную дисциплину, инструкции по охране

труда и требования безопасности при эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники, имели недостаточную профессиональную подготовку.

Задачу снижения производственного травматизма, определения соответствия индивидуальных качеств оператора мобильной сельскохозяйственной техники профессиональным требованиям решает профотбор – научно обоснованный допуск людей к определенному виду производственной деятельности.

Основная часть

Особое место среди направлений профотбора операторов мобильной сельскохозяйственной техники занимает психофизиологический, который подразумевает проведение следующих этапов:

- изучение трудового процесса работника и выявление профессионально значимых психофизиологических и личностных качеств для выполнения требуемых производственных функций;
- составление профессиограммы производственной деятельности;
- обоснование психодиагностических методик для выявления профессионально значимых качеств;
- проведение тестирования на основе подобранных методик.

Изучение трудового процесса предполагает получение комплексного знания о профессии [1]. Сложившиеся приемы и принципы изучения профессий оформляются в специальный подход – профессио-

графию, под которой понимают описательно-техническую и психофизиологическую характеристику профессиональной деятельности. Профессиограмму также понимают, как научно обоснованные нормы и требования профессии к качествам личности специалиста. Подбор методик для оценки профессионально важных качеств, например, оператора мобильной сельскохозяйственной техники, предполагает изучение психофизиологических и личностных его свойств: внимания, памяти, интеллекта, логического мышления, зрительного восприятия, эмоциональной устойчивости, ответственности [2-4].

Непрерывный контроль за работой мобильной сельскохозяйственной техники требует от оператора значительного развития свойств внимания (концентрации, переключения, распределения), а необходимость сопоставления текущих показателей выполняемого технологического процесса с требуемыми подразумевает наличие у него хорошо развитой оперативной и долговременной памяти. Кроме того, залогом успешной работы оператора является умение логически мыслить. Это позволяет предупреждать возникновение аварийной ситуации, правильно выделять из различных отклонений параметров технического средства наиболее существенные, осуществлять оптимальный режим работы.

Не менее важным для анализируемой профессии являются личностные качества работника. Их необходимость определяется высокой напряженностью труда, что требует обязательного наличия у оператора ответственности и эмоциональной устойчивости.

Таким образом, основными профессионально

значимыми психофизиологическими качествами оператора мобильной сельскохозяйственной техники являются внимание, память, технический интеллект, логическое мышление, зрительное восприятие, а личностными – ответственность и эмоциональная устойчивость (табл. 1).

При подборе методик для проведения профессионального отбора операторов мобильной сельскохозяйственной техники необходимо учитывать ряд требований, главными из которых являются:

– *валидность*, или *прогностическая ценность*.

Это комплексная характеристика теста, включающая сведения об области исследуемых явлений и репрезентативности диагностической процедуры по отношению к ним;

– *надежность теста*. Показатель стабильности результатов, полученных с помощью конкретной методики при повторных исследованиях одного и того же испытуемого;

– *дифференцированность теста*. Данное требование означает, что каждый тест (методика) должен быть направлен на оценку определенного качества или совокупности качеств.

Для определения профессионально значимых качеств любого работника используется текстология, позволяющая объективным путем установить его принадлежность к тому или иному комплексу индивидуально-типологических свойств нервной системы (табл. 2).

Наличие индивидуально-типологических особенностей нервной системы имеет важнейшее значение для профессионального отбора операторов мобильной сельскохозяйственной техники.

Таблица 1. Профессионально значимые качества оператора мобильной сельскохозяйственной техники

Профессионально значимые качества	Свойства	Мотивация значимости
Психофизиологические:		
Внимание	Устойчивость и распределение внимания. Избирательность и концентрация внимания	Необходимость постоянного контроля технологического процесса, переключения внимания с одного объекта на другой (измерительные приборы, инструмент)
Память	Объем кратковременной, долговременной памяти	Запоминание и переработка информации о текущем состоянии и нормах технологического режима
Технический интеллект	Уровень развития технического интеллекта	Необходимость понимания технологического процесса, устройства и принципа работы оборудования
Логическое мышление	Установление логических отношений, способность обобщения и абстрагирования	Прогностическая природа решаемых задач, умение выявлять отклонения в технологическом процессе
Зрительное восприятие	Точность глазомера	Выполнение функций слежения за состоянием подконтрольных объектов, измерение объектов деятельности без помощи инструментов и приборов
Личностные:		
Эмоциональная устойчивость	Выдержанность, отсутствие нервного утомления	Высокая напряженность труда
Ответственность	Нормативность поведения, деловая направленность	Ответственность за безопасность других работников и материальные ценности

Таблица 2. Качества, характерные для темпераментов

Тип темперамента	Свойства, присущие темпераменту
Холерический (сильный, безудержный)	Подвижный, неуравновешенный, увлеченный делом, целеустремленный, порывистый, раздражительный, вспыльчивый, прямолинейный, агрессивный
Сангвинистический (сильный, живой)	Подвижный, уравновешенный: приспособляемость, общительность, контактность, жизнерадостность, склонность к лидерству, увлеченность интересным делом
Флегматический (сильный с инертными нервными процессами)	Спокойный, уравновешенный: управляемость, доброжелательность, миролюбие, осмотрительность, пассивность, упорство
Меланхолический (слабый тип, характеризуется слабостью как возбудительного, так и тормозного процессов)	Спокойный, неуравновешенный; выдержка, рассудительность, пессимистичность, тревожность, мнительность, замкнутость

Завершающим этапом профессионального отбора является установление функциональной связи профессиональной пригодности как показателя снижения аварийности и травматизма операторов мобильной сельскохозяйственной техники от результатов их тестирования, определяемой экспертными оценками. Эту операцию можно осуществить с использованием статистического пакета прикладных программ Sign, в основу которого заложен алгоритм обработки данных знаковым статистическим методом. Знаковый метод является непараметрическим подходом для анализа статистических данных, когда закон распределения неизвестен и выводы основываются не на самих данных, а на знаках определенных функций от них [5]. Знаковый метод позволяет проверить, повлияла ли независимая переменная на выполнение задания испытуемыми. При этом сначала подсчитывают число испытуемых, у которых результаты снизились, а затем сравнивают его с тем числом, которого можно было ожидать на основе чистой случайности, определяя при этом разницу между этими двумя числами. Результаты, свидетельствующие о повышении эффективности, берут со знаком плюс, а о снижении – со знаком минус. Случаи отсутствия разницы не учитывают. Применение знакового метода обусловлено рядом существенных преимуществ: знаковый метод свободен от распределения исходных данных; обладает большой устойчивостью к выбросам данных; при малых выборках обладает высокой точностью оценки неизвестных параметров.

Допустим, Y – вектор значений функции отклика (профессиональной пригодности оператора мобильной сельскохозяйственной техники), а результаты тестирования образуют матрицу X со столбцами x_α :

$$X = \parallel x_\alpha \parallel,$$

где $\alpha = 1, \dots, r$ – номер теста, при этом $(r - 1)$ – число исследуемых психофизиологических качеств; номер испытуемого $i = 1, \dots, n$; n – количество испытуемых операторов мобильной сельскохозяйственной техники.

Связь между величиной Y и результатами тестирования можно выразить уравнением в регрессионной форме:

$$Y = X\theta + \xi, \quad (1)$$

где X – вектор факторов, влияющих на отклик (результаты тестирования); θ – вектор неизвестных параметров регрессии; ξ – вектор независимых случайных ошибок.

При анализе выражения (1) следует иметь в виду, что в классической модели регрессионного анализа случайные величины $\xi = \xi_1, \dots, \xi_n$ статистически независимы. В случае же обработки результатов психофизиологического тестирования это положение не всегда выполняется [6]. Следует также отметить, что в основе знакового метода лежат предположения, что независимые случайные ошибки в схемах линейной регрессии с равными вероятностями принимают как положительные, так и отрицательные значения:

$$P = \{\xi_i > 0\} = P(\xi_i < 0) = 1/2, \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, n$.

Оценка параметров $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_r)$ линейной регрессии (1) в знаковом методе сводится к решению следующей задачи [7]:

$$\sum_{\alpha=1}^r \left(\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign}(y_i - \sum_{\beta=1}^r x_{i\beta} \cdot \theta_\beta) \right)^2 \Rightarrow \min_{\theta \in R^r}. \quad (3)$$

В статистическом пакете прикладных программ Sign для вычисления знаковых оценок применяется алгоритм, который сводится к последовательной минимизации каждого из слагаемых выражения (3) и состоит из трех этапов для вычисления r - мерных векторных значений $\theta(k) = (\theta_1(k), \dots, \theta_r(k))^T$ для $k = 1, 2, \dots, n$. На первом этапе выбирается начальное приближение $\theta(0) = (\theta_1(0), \dots, \theta_r(0))^T$. На втором этапе определяется шаг итерации, который состоит в переходе от $\theta(k-1) = (\theta_1(k-1), \dots, \theta_r(k-1))^T$ к $\theta(k) = (\theta_1(k), \dots, \theta_r(k))$,

где T – показатель связанных рангов исследуемых объектов в ранжировке статистических данных:

$$T = \frac{1}{12} \sum (t_k^3 - t_k),$$

где t_k – число равных рангов в k -й группе связанных рангов при ранжировке экспертом.

Анализируемый процесс останавливается на шаге k (третий этап вычислений), если при заданной

вычислительной точности (ε) выполняется следующее неравенство:

$$\sqrt{\sum_{\alpha=1}^r (\theta_{\alpha}(k) - \theta_{\alpha}(k-1))^2} < \varepsilon, \quad (4)$$

либо $\alpha = 1, \dots, r$; при обращении функции (3) в нуль.

Выявление, является ли связь между профессиональной пригодностью операторов Y и результатами тестирования X случайной или нет, то есть являются ли исследуемые психофизиологические качества значимыми для оценки профессиональной пригодности оператора, осуществляется проверкой «нулевой гипотезы» H_0 [5;7]. При этом отвергается условие, при котором $\theta \neq 0$, если статистика критерия

$$\left| \sum_{\alpha=1}^r \left(\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign } y_i \right) \right| \geq \text{const}, \quad (5)$$

где $\text{sign } y_i$ – статистика знаков, основанная на знаках наблюдений y_1, \dots, y_n и принимающая значения +1 и -1; const – критическое значение с заданным уровнем значимости ε .

В общем виде используется следующее выражение для проверки гипотезы, когда $\theta = 0$ [7]:

$$\theta = \left\{ Y : \sum_{\alpha=1}^r \left(\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign } y_i \right)^2 > \text{const} \right\}. \quad (6)$$

Причем гипотеза H_0 (при выполнении условия $\theta = 0$) отвергается на гарантированном уровне $1 - \varepsilon$ при выполнении условия $0 < \varepsilon < 1$, если

$$(S(Y)) (X \cdot X^T) (S(Y)) > q_{1-\varepsilon}^n, \quad (7)$$

где $q_{1-\varepsilon}^n$ – квантиль уровня $1 - \varepsilon$ случайной величины.

Квантили распределений случайных величин при небольших объемах выборок распределения ($n \leq 16$) вычисляются посредством перебора [8], или же используется метод статистических испытаний Монте-Карло [8], когда $n > 16$.

Заключение

1. Проведенные исследования позволили установить профессионально значимые психофизиологические и личностные качества оператора мобильной сельскохозяйственной техники, необходимые для выполнения им производственных функций и снижения риска травматизма.

2. Установлена функциональная связь между результатами тестирования операторов мобильной сельскохозяйственной техники и показателем их профессиональной пригодности, определяемой экспертным путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарбер, Е.И. Методика профессиографии / Е.И. Гарбер, В.В. Козач. – Саратов: Саратовский гос. ун-т, 1992. – 196 с.
2. Бодров, В.А. Психология профессиональной пригодности / В.А. Бодров. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.
3. Дормашев, Ю.Б. Психология внимания / Ю.Б. Дормашев, В.Я. Романов. – М.: Флинта, 2002. – 371 с.
4. Рожкова, Г.И. Таблицы и тесты для оценки зрительных способностей / Г.И. Рожкова, В.С. Токарева. – М.: ВЛАДОС ИМПЭ им. А.С. Грибоедова, 2001. – 104 с.
5. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1980. – С. 319–326.
6. Глебова, Е.В. Определение профессиональной пригодности человека-оператора с целью профилактики аварийности и травматизма в нефтегазовых предприятиях / Е.В. Глебова, С.А. Грудина // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2006. – №2. – С. 44–46.
7. Болдин, М.В. Знаковый статистический анализ линейных моделей / М.В. Болдин, Г.И. Симонова, Ю.Н. Тюрин. – М.: Наука, 1997. – 288с.
8. Бусленко, Н.П. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) и его приложения / Н.П. Бусленко, Д.И. Голенко. – М.: Физматгиз, 1962. – 213с.

Измеритель влажности сырья ИВС-1



Измеритель влажности предназначен для экспресс-измерения влажности сырья (зерна, муки, макаронного теста, готовых макарон, сухарей и т.д.) в лабораторных и перерабатывающих цехах. Прибор обеспечивает измерения влажности от 5 до 40% при изменении основной погрешности от 0,5 до 1,5%. Быстрый контроль влажности сырья, например, при производстве макарон позволяет уменьшить расход муки, снизить риск выхода из строя технологического оборудования, не допустить пересушки макарон и тем самым сократить расход энергии и себестоимость производства.

Автор: Корко В.С., кандидат технических наук, доцент

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 наукам (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК), сельскохозяйственным (зоотехния).

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

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

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

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

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

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

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

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

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

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

- аннотацию на русском и английском языках;
- фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;
- введение;
- основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);
- заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- список цитированных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

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

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

В разделе «Заключение» 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.

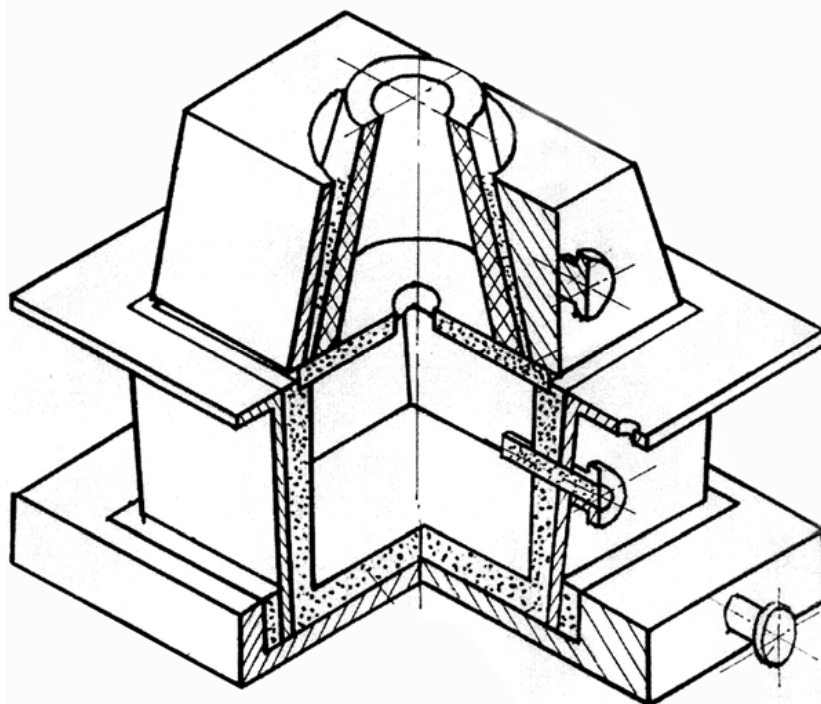
9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

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. Независимости, 99, корп. 1, к. 333.
УО БГАТУ.*

Литые штампы для изготовления деталей карданных передач

Предназначены для производства литых вставок штампов, используемых при изготовлении деталей карданных передач в ОАО «Белкард».



Основные технические данные

Масса вставок штампов	70...285 кг
Материал вставок штампов	высоколегированные инструментальные стали типа 5ХНМ, 5ХНМАФЛ, 4Х5МФСЛ, 3Х2В8М и др.
Материал оболочковых форм:	
- циркон	100%
- терморезактивная смола	3,5%
Снижение расхода формовочной смеси	~ 50%
Повышение выхода штамповой стали	более 25%
Снижение расхода электроэнергии	более 20%

Применение данной конструкции литых штампов позволяет снизить трудоемкость изготовления штампованной оснастки, повысить стойкость вставок штампов, снизить расход формовочных материалов, снизить затраты на регенерацию смеси, уменьшить вредные выбросы в окружающую среду, значительно уменьшить энергопотребление при проведении работ.

