

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВЕСТНИК

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Московский государственный агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина»

- **АГРОИНЖЕНЕРИЯ**
- **ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ
КОМПЛЕКСЕ**

Научный журнал

*Под редакцией Т.Б. Лещинской, О.А. Леонова, С.П. Казанцева,
Ю.А. Конкина, В.Т. Водяникова*

Выпуск 3(63)

УДК 378.4(066):63+631.3.004.5+
(631.171:621.31)+631.145
ББК 74.58+40.7+65.32
В 387

Учредитель
ФГБОУ ВПО МГАУ

Журнал рекомендован экспертным советом ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ
ЭКОНОМИКА
И ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ
КОМПЛЕКСЕ**

Рецензенты:

Балабанов В.И.
доктор технических наук, профессор
Воронин Е.А.
доктор технических наук, профессор
Девянин С.Н.
доктор технических наук, профессор
Зимин Н.Е.
доктор экономических наук, профессор
Лысенко Е.Г., член-корреспондент РАН,
доктор экономических наук, профессор
Морозов Н.М., академик РАН,
доктор экономических наук, профессор
Новиков В.С.
доктор технических наук, профессор
Рудобашта С.П.
доктор технических наук, профессор
Худякова Е.В.
доктор экономических наук, профессор
Цой Л.М. (ВНИИМЖ)
доктор экономических наук, профессор
Шмонин В.А.
доктор технических наук, профессор

ВЕСТНИК

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Московский государственный агроинженерный
университет имени В.П. Горячкина»**

Выпуск № 3(63)/2014

ISSN 1728-7936

Главный научный редактор
Ерохин М.Н., академик РАН,
доктор технических наук, профессор

Научные редакторы выпуска
Лещинская Т.Б., доктор технических наук, профессор
Казанцев С.П., доктор технических наук, профессор
Леонов О.А., доктор технических наук, профессор
Конкин Ю.А., академик РАН,
доктор экономических наук, профессор
Водяников В.Т., доктор экономических наук, профессор

Редакционная коллегия

Ананьин А.Д., кандидат технических наук, профессор
Загинайлов В.И., доктор технических наук, профессор
Ильяхин М.С., доктор технических наук, профессор
Казанцев С.П., доктор технических наук, профессор
Карпенков В.Ф., доктор технических наук, профессор
Коваленко В.П., доктор технических наук, профессор
Кушнарёв Л.И., доктор технических наук, профессор
Леонов О.А., доктор технических наук, профессор
Лещинская Т.Б., доктор технических наук, профессор
Нефёдов Б.А., доктор технических наук, профессор
Самсонова Т.Б., директор издательского центра
Семейкин В.А., доктор экономических наук, профессор
Скороходов А.Н., доктор технических наук, профессор
Судник Ю.А., доктор технических наук, профессор
Тулупникова В.А., кандидат экономических наук, профессор
Фёдорова Л.В., доктор технических наук, профессор

УДК 378.4(066):63+631.3.004.5+(631.171:621.31)+631.145
ББК 74.58+40.7+65.32

Содержание

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Ерохин М.Н., Дородов П.В. Метод оптимального проектирования деталей в зоне контакта	5
Стрельцов В.В., Лапик В.П., Адылин И.П. Определение жесткости резиноармированной гусеничной ленты при деформировании ее опорными катками гусеничного движителя.	8
Андреев С.А., Петрова Е.А. Исследование динамического баланса концентрации озона в топочной камере водогрейного котла	11
Тойгамбаев С.К., Романюк С.Н., Нукешев С.О. Вертикальные роликовые приспособления для восстановления подшипников скольжения	13
Вергазова Ю.Г. Влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединения «вал–втулка»	17
Бондарева Г.И., Орлов Н.Б. Оценка несущей способности каркасов кабин тракторов и автомобилей.	19
Гаспарян И.Н. Защита картофеля от ризоктониоза	22
Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Топинамбур как кормовой ресурс	24
Быкова Е.В., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Перспективы применения топливного этилового спирта на транспорте	26
Перминов А.В., Смирнова М.А. Оценка внутригодового распределения речного стока в бассейне Верхней Волги	30
Чугреев М.К., Федотенков В.И., Ткачева И.С., Янгальчев С.Р. Применение ГИС-технологии для учета ресурсов копытных животных на ограниченных территориях	34
Стародубцева И.В. Анализ эксплуатационных показателей Toyota Camry Hybrid в режиме электромобиля	36
Баширова Н.Ф. Тяговое сопротивление комбинированного агрегата для обработки почвы и посева	39
Русинова Н.Г., Касаткин В.В., Тестоедов В.В. Альтернативные варианты развития энергетического комплекса Удмуртской Республики с использованием мини-ТЭЦ	40

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Водяников В.Т. Зарождение, становление и развитие инженерно-экономической науки и образования в агроинженерном вузе.	45
Качанова Л.С., Бондаренко А.М. Экономико-технологические аспекты применения ресурсосберегающей технологии производства высококачественных органических удобрений в Южном федеральном округе.	49
Водяников В.Т. Финансово-экономический механизм стимулирования развития возобновляемой энергетики за рубежом.	54
Черевко Л.Д., Бекренева Н.Н., Гурьянова Н.М. Управление конкурентоспособностью малого бизнеса в условиях членства России в ВТО	56
Ахмед Омар Юсеф Азаби Анализ современного состояния производства зерна в Ливии	60
Осипов В.С. Политическая экономия санкций (новая аграрная политика)	62
Рефераты статей	65

Contents

AGROENGINEERING

M.N. Erokhin, P.V. Dorodov Method of optimal design of parts in the contact zone	5
V.V. Streltsov, V.P. Lapik, I.P. Adylin Stiffness test of rubber-reinforced track when deforming it with the help of track support rollers of the caterpillar mover	8
S.A. Andreev, E.A. Petrova The study of dynamic balance of ozone concentration in the combustion chamber of the boiler	11
S.K. Toigambaev, S.N. Romaniuk, S.O. Nukeshev Adaptations for restoration of bearings of sliding	13
Yu.G. Vergazova Influence of accuracy and process parameters on the durability of the connection «shaft-hub»	17
G.I. Bondareva, N.B. Orlov Evaluation of the bearing capacity of the car frame tractors and cars	19
I.N. Gasparyan Protecting potatoes from Rhizoctonia	22
V.I. Starovoytov, O.A. Starovoytova, A.A. Manokhina Jerusalem artichoke — as feed resources	24
E.V. Bykova, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev Prospects for the use of fuel ethanol in transport	26
A.V. Perminov, M.A. Smirnova Assessment of the year river flow distribution in the Upper Volga basin	30
M.K. Chugreev, V.I. Fedotenzov, I.S. Tkacheva, S.R. Yangalychev Application of GIS-technology for resource accounting ungulates in limited areas	34
I.V. Starodubtseva Performance analysis Toyota Camry Hybrid in electric vehicle mode	36
N.F. Bashirova Traktive resistance combined unit for tillage and seeding	39
N.G. Rusinova, V.V. Kasatkin, V.V. Testoedov Alternative options for the energy sector of the Udmurt Republic with mini CHP	40

ECONOMY AND THE PRODUCTION ORGANIZATION IN AGRO INDUSTRIAL COMPLEX

V.T. Vodyannikov The origin, formation and development of engineering and economic science and education in the agroengineering university	45
L.S. Kachanova, A.M. Bondarenko Economic and technological aspects of the application of resource-saving technologies of production of high-quality organic fertilizer in the Southern Federal District	49
V.T. Vodyannikov Financial and economic incentive mechanism for renewable energy abroad	54
L.D. Tcherevko, N.N. Bekreneva, N.M. Guryanova Management of competitiveness of small business in Russia's WTO membership	56
Azabi Ahmed Omar Yousef The current situation analysis of grain production in Libya	60
V.S. Osipov The political economy of sanctions (new agricultural policy)	62
Brief reports	65

УДК 621.81:539.3

М.Н. Ерохин, доктор техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

П.В. Дородов, канд. техн. наук

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА

Интерес к контактным задачам объясняется тем, что сельскохозяйственная техника состоит из взаимодействующих деталей и доля конструктивных отказов по причине контактной усталости достигает 20 %. Разрушению под действием контактных напряжений подвергаются болты и заклепки, зубья шестерен, подпирающие клинья, шейки и цапфы валов, детали шарикоподшипников и т. п. Контактные напряжения при статическом нагружении хрупких материалов приводят к излому изделия, пластичных — к возникновению местных остаточных деформаций, что недопустимо. При повторном действии нагрузок в зоне контакта пластичного материала может появиться трещина, которая, постепенно проникая в деталь, приводит к ее разрушению [1]. Например, при испытаниях мини-комбайна (копатель ОМК-1) [2] появилась трещина в направляющих выгрузного транспортера — сепаратора, которые в сечении представляли собой соединение типа «ласточкин хвост». Трещина развилась в хвостовике от фиксирующего клина.

Проблемам исследования напряженно-деформированного состояния при известной форме деталей в зоне контакта (прямая краевая задача) посвящено значительное число работ. Однако из-за сложности математического аппарата актуальным остается определение геометрии контактирующих тел при заданных контактных напряжениях (обратная краевая задача), например, при оптимальном проектировании. В данной статье предлагается один из методов ее решения.

Следует рассмотреть вдавливание жесткого штампа в упругое основание при плоской деформации (рис. 1).

Здесь неизвестной является форма линии контакта (границы Γ) плоской области $\Omega(x, z < 0)$, удовлетворяющей условию [3]:

$$g(\tau_{\max})|_{\Omega} \leq g(\tau_{\max})|_{\Gamma} = k^2$$

$$\text{или } g(\tau_{\max})|_{\Gamma} \rightarrow \text{const}, \quad (1)$$

где g — заданная функция максимальных касательных напряжений в зоне контакта, которая является критерием оптимальности; k — константа, характеризующая свойства упругого материала.

Для определения контактных напряжений можно воспользоваться сингулярным интегральным уравнением [4–7]:

$$a\varphi(x) + \frac{b}{\pi i} \int_{-t}^{+t} \frac{\varphi(\xi)}{\xi - x} d\xi = f(x), \quad (2)$$

где $f(x) = \frac{du}{dx} - i \frac{dw}{dx}$; $\varphi(x) = \sigma_{1z}(x) + i\tau_1(x)$; $a = \frac{\varepsilon}{\theta}$; $b = \frac{1}{\theta}$; $\varepsilon = \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)}$; $\theta = \frac{G}{1-\nu}$; $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$; E — модуль упругости

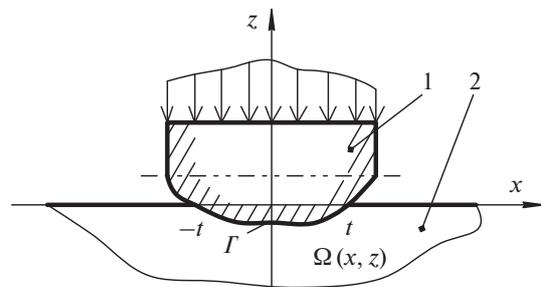


Рис. 1. Взаимодействие жесткого штампа с упругим основанием:

1 — жесткий штамп; 2 — упругая полуплоскость

сти; ν — коэффициент Пуассона; u, w — перемещения точек линии контакта; $\sigma_{1z}(x), \tau_1(x)$ — контактные нормальные и касательные напряжения.

В случае ограниченных напряжений на обоих концах отрезка $[-t; t]$ границы Γ решение уравнения (2) имеет вид [4, 6]:

$$\varphi(x) = a^* f(x) - \frac{b^*}{\pi i} \sqrt{t^2 - x^2} \int_{-t}^{+t} \frac{f(\xi)}{\sqrt{t^2 - \xi^2} (\xi - x)} d\xi, \quad (3)$$

причем решение существует тогда и только тогда, когда

$$\int_{-t}^{+t} \frac{f(\xi)}{\sqrt{t^2 - \xi^2}} d\xi = 0, \quad (4)$$

т. е. выражение (4) для плоских контактных задач является эквивалентом условия (1).

Для симметричных задач условие (4) выполняется, если $f(\xi)$ будет нечетной функцией. Ее можно представить в виде степенного ряда возле точки разложения $x = 0$:

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} \frac{d^{(2n-1)} f(0)}{dx^{2n-1}}.$$

Пренебрегая перемещениями вдоль оси x , вертикальные перемещения вдоль оси z должны подчиняться закону

$$w(x) = \int |f(x)| dx + \delta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)!} \frac{d^{(2n)} f(0)}{dx^{2n}} + \delta,$$

где δ — жесткое перемещение вдавливаемого тела (штампа) в упругое основание.

Так как интересуют только форма тела, а не деформации, принимают $\delta = 0$, т. е. выражение

$$w(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)!} \frac{d^{(2n)} f(0)}{dx^{2n}}$$

будет определять оптимальную форму линии контакта.

С технологической точки зрения штамп проще всего изготовить с постоянным радиусом кривизны R у его основания (рис. 2).

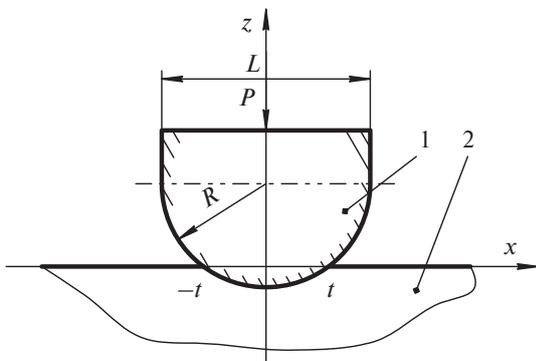


Рис. 2. Взаимодействие круглого штампа с упругой полуплоскостью:

- 1 — жесткий штамп с круглым основанием;
- 2 — упругая полуплоскость

Форма основания штампа в явном виде описывается известным уравнением окружности:

$$z(x) = R - \sqrt{R^2 - x^2}. \quad (5)$$

Функцию (5) можно разложить в ряд Маклорена:

$$z(x) = z(0) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \frac{d^{(n)} z(0)}{dx^n}.$$

Так как для жестких материалов пятно контакта ограничено ($t < R$), то достаточно учесть только два первых отличных от нуля члена ряда. Предполагая, что в зоне контакта упругое основание принимает круглую форму основания штампа, записывают

$$w = \frac{x^2}{2R} + \frac{x^4}{8R^3}. \quad (6)$$

Например, при $x = \pm R/2$ погрешность ряда (6) не превышает 0,9% по сравнению с функцией (5).

Тогда

$$f(x) = -i \left(\frac{x}{R} + \frac{x^3}{2R^3} \right),$$

которое подчиняется условию (4) и после разделения переменных решение (3) запишут так:

$$\sigma_{1z}(x) = \frac{b^*}{\pi} \sqrt{t^2 - x^2} \int_{-t}^{+t} \frac{\left(\frac{\xi}{R} + \frac{\xi^3}{2R^3} \right) d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2} (\xi - x)}, \quad (7)$$

$$\tau_1 = -a^* \left(\frac{x}{R} + \frac{x^3}{2R^3} \right), \quad (8)$$

где упругие постоянные имеют следующий вид:

$$b^* = \frac{\theta}{\varepsilon^2 - 1}; a^* = \varepsilon b^*; \theta = \frac{G}{(1 - \nu)}; \varepsilon = \frac{1 - 2\nu}{2(1 - \nu)}.$$

Согласно [2, 5]

$$\int_{-t}^{+t} \frac{d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2} (\xi - x)} = 0,$$

тогда сингулярный интеграл в формуле (7) имеет следующее решение:

$$\begin{aligned} \int_{-t}^{+t} \frac{\left(\frac{\xi}{R} + \frac{\xi^3}{2R^3} \right) d\xi}{\sqrt{t^2 - \xi^2} (\xi - x)} &= \frac{1}{R} \int_{-t}^{+t} \frac{(\xi - x) + x}{\sqrt{t^2 - \xi^2} (\xi - x)} d\xi + \\ &+ \frac{1}{2R^2} \int_{-t}^{+t} \frac{(\xi^3 - x^3) + x^3}{\sqrt{t^2 - \xi^2} (\xi - x)} d\xi = \frac{\pi}{R} \left(1 + \frac{t^2}{4R^2} + \frac{x^2}{2R^2} \right). \end{aligned}$$

Таким образом, контактное напряжение формулы (7) перепишется:

$$\sigma_{1z} = \frac{b^*}{R} \sqrt{t^2 - x^2} \left(1 + \frac{t^2}{4R^2} + \frac{x^2}{2R^2} \right). \quad (9)$$

Условие равновесия для упругой полуплоскости и штампа при сжатии можно записать так:

$$\int_{-t}^{+t} \sigma_{1z} dx = -P \text{ или } \frac{\pi t^2 b^*}{2R} \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right) = -P,$$

откуда

$$\frac{b^*}{R} = -\frac{2P}{\pi t^2 \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right)}. \quad (10)$$

Учитывая формулу (10), выражения (8) и (9) примут такой вид:

$$\sigma_{1z} = -\frac{2P\sqrt{t^2 - x^2}}{\pi t^2 \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right)} \left(1 + \frac{t^2}{4R^2} + \frac{x^2}{2R^2} \right); \quad (11)$$

$$\tau_1 = \frac{2P\epsilon R}{\pi t^2 \left(1 + \frac{3t^2}{8R^2} \right)} \left(\frac{x}{R} + \frac{x^3}{2R^3} \right). \quad (12)$$

При вдавливании штампа в упругое основание меняется пятно контакта, т. е. неизвестным является параметр t . Для его определения переписывают выражение (10) в виде уравнения четвертой степени относительно t :

$$\frac{3}{8R^2} t^4 + t^2 + \frac{2PR}{\pi b^*} = 0. \quad (13)$$

Оставляя только действительный и положительный корень уравнения (13), получают

$$t = \frac{2R}{\sqrt{3}} \left(\sqrt{1 - \frac{3P}{\pi b^* R}} - 1 \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (14)$$

Для проверки решения рассматривают взаимодействие штампа из дюралюминия радиусом основания $R = 350$ мм, шириной $L = 21,6$ мм и прямоугольной полосы из органического стекла с размерами: 40×107 мм и толщиной $s = 7,17$ мм. Нагрузка на штамп составила $p = 981$ Н или на единицу толщины модели $P = p / s = 137$ Н/мм. Упругие постоянные: модуль сдвига $G = 890$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,35$, тогда

$$\theta = \frac{G}{(1 - \nu)} = 1,19 \cdot 10^3 \text{ МПа}, \quad \epsilon = \frac{1 - 2\nu}{2(1 - \nu)} = 0,23,$$

$$b^* = \frac{\theta}{\epsilon^2 - 1} = -1446,25 \text{ МПа}.$$

Из выражения (14) имеют $t = 4,04$ мм.

По формулам (11) и (12) определяют контактные нормальные и касательные напряжения, а по выражениям

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_{1z}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_{1z}}{2} \right)^2 + \tau_1^2},$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_{1z}^2 + 4\tau_1^2} -$$

главные и максимальные касательные напряжения.

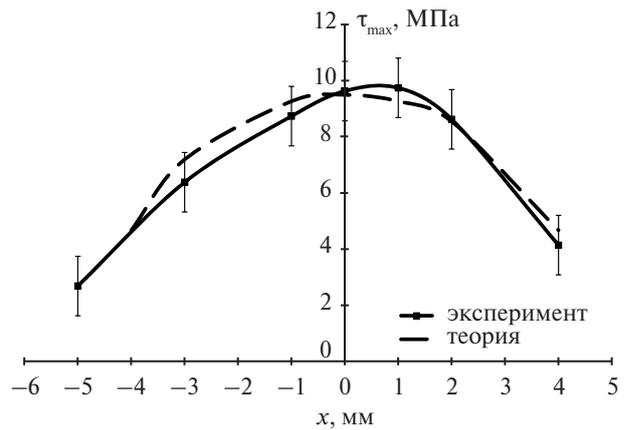


Рис. 3. Сравнение теоретической эпюры максимальных касательных напряжений на линии сопряжения с экспериментальными данными для упругой полосы на глубине 1 мм

Для сравнения теории с экспериментальными данными на рис. 3 построены эпюры максимальных касательных напряжений.

Экспериментальная эпюра построена для прямоугольной полосы из органического стекла на глубине 1 мм под поверхностью контакта. Экспериментальные исследования проведены на установке с комбинированным оптико-механическим прибором (лазерном интерферометре) по методике, описанной в работах [8–10]. Сравнительный анализ показал, что теоретическая кривая не выходит за пределы доверительного интервала стандартного отклонения 5%. Следовательно, округлое основание штампа во втором приближении является одной из оптимальных форм в контактных задачах. Максимальные эквивалентные напряжения составили $\sigma_3 = (\sigma_1 - \sigma_2)_{\max} = 19,5$ МПа, а номинальные — $\sigma_1 = P / 2t = 17$ МПа. Следовательно, действительный коэффициент концентрации нормальных напряжений $\alpha_\sigma = 1,15$. Для прямоугольного штампа он составляет 1,7 [10], или на 32% выше по сравнению с округлым.

Выводы

Разработана методика оптимального проектирования формы основания штампа, которая включает следующие этапы:

1. Дается внешняя нагрузка на жесткий штамп P .
2. Определяется упругая механическая характеристика материала b^* детали, на которую действует штамп.
3. Выбирается необходимый параметр пятна контакта t .
4. Определяется оптимальный радиус основания жесткого штампа R , используя выражение (10). Если его раскрыть относительно оптимального радиуса, получают кубическое уравнение:

$$R^3 + \frac{\pi b^* t^2}{2P} R^2 + \frac{3\pi b^* t^4}{16P} = 0,$$

действительное решение которого имеет вид

$$R = \frac{\left(12\sqrt{81\beta^2 + 12\beta\alpha^3} - 108\beta - 8\alpha^3\right)^{1/3}}{6} + \frac{2\alpha^2}{3\left(12\sqrt{81\beta^2 + 12\beta\alpha^3} - 108\beta - 8\alpha^3\right)^{1/3}} - \frac{\alpha}{3},$$

где

$$\alpha = \frac{\pi b^* t^2}{2P}, \beta = \frac{3\pi b^* t^4}{16P}. \quad (15)$$

5. Применяя стандартную методику масштабно-физического моделирования, изготавливается плоская модель детали из органического стекла, штамп с круглым основанием из жесткого материала (металл) и проводятся исследования НДС по методике и установке, описанной в работах [8, 10].

6. Затем этапы 1...4 повторяются при изготовлении реальной детали с оптимальной формой контура в зоне контакта.

Данная методика позволяет проектировать сопряжения деталей, не прибегая к сложному математическому аппарату или дорогостоящему программному обеспечению [11], причем ошибка в расчетах не превысит 5%.

Список литературы

1. Детали машин и основы конструирования: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агроинженерным специальностям / М.Н. Ерохин, А.В. Карп, Е.И. Соболев [и др.]; под ред. М.Н. Ерохина. — М.: Колос, 2008. — 462 с.

2. Максимов П.Л. Разработка универсальных технических средств для уборки корнеклубнеплодов: монография. — Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2002. — 172 с.

3. Баничук Н.В. Оптимизация форм упругих тел. — М.: Наука, 1980. — 256 с.

4. Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. — М.: Наука, 1968. — 512 с.

5. Александров В.М., Чебаков М.И. Введение в механику контактных взаимодействий. — Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2007. — 114 с.

6. Дородов П.В. Приведение краевой задачи для плоского упругого тела к одному особому интегральному уравнению [Электронный ресурс] // Политехнический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 80. — С. 1–10. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/14.pdf>

7. Дородов П.В. Исследование напряжений на линии сопряжения ступенчатой пластины [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. — 2013. — Т. 25. — № 2 (25). — С. 36. — Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/>

8. Интерферометр для определения нормальных напряжений в плоских прозрачных моделях / В.П. Беркутов, Н.В. Гусева, П.В. Дородов [и др.] // Датчики и системы. — 2009. — № 2. — С. 26–29.

9. Полярископ для определения разности главных напряжений в плоских моделях, изготовленных из оптически малочувствительных прозрачных материалов / В.П. Беркутов, Н.В. Гусева, П.В. Дородов [и др.] // Вестник Ижевского государственного технического университета. — 2008. — № 4 (40). — С. 108–110.

10. Киселев М.М. Разработка установки для определения главных напряжений с повышенным пространственным разрешением в плоских прозрачных изделиях: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 / Киселев Михаил Михайлович. — Ижевск, 2010. — 136 с.

11. Ерохин М.Н., Казанцев С.П., Дорохов А.С. Компьютерные технологии проектирования в учебном процессе агроинженерных вузов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. — 2010. — № 4. — С. 82–85.

УДК 631.3:629.3.014.2.033:636.085

В.В. Стрельцов, доктор техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

В.П. Лапик, канд. техн. наук

И.П. Адылин

Брянская государственная сельскохозяйственная академия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЧНОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ЕЕ ОПОРНЫМИ КАТКАМИ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Применение резиноармированных гусениц в конструкции гусеничных движителей имеет свои особенности взаимодействия с ведущей звездочкой и опорными катками. Наличие достаточно высоких грунтозацепов и гибкость гусеничной ленты в промежутках между ними существенно из-

меняет и характер воздействия на почву, особенно переувлажненную пойменную. Резина как материал при приложении нагрузки изменяется по определенным законам [1].

Пренебрегая в первом приближении взаимным влиянием нагрузок от соседних опорных катков,

определим жесткость резиноармированной ленты при нагружении одним катком. Рассмотрим два характерных сечения:

1) сечение, проходящее через середину толщины грунтозацепа b_r (рис. 1);

2) сечение, проходящее через середину промежутка между грунтозацепами (рис. 2).

При этом учтем, что резиноармированная лента имеет несколько слоев (см. рис. 2): верхний упругодеформированный слой резины, армированный кордом толщиной b_1 ; практически нерастяжимый вдоль гусеницы слой, армированный стальными тросами; нижний упругодеформированный слой толщиной b_2 .

Параметры сжатия верхнего упругодеформируемого слоя определим по схеме деформации цилиндром тонкого упругого слоя, приклеенного к жесткому основанию. При этом возможный прогиб слоя, армированного тросами и являющегося в данном случае основанием, учтем, как это принято в теории контактных деформаций, введением некоторого радиуса кривизны основания, который будет определен в дальнейшем.

Резину можно считать практически несжимаемым материалом. В этом случае при сжатии тонкого слоя резины цилиндром эпюра распределения давления на площадке контакта описывается не квадратичной параболой, как в теории контактных деформаций Герца, а параболой четвертой степени. Такое распределение давления на площадке контакта большей концентрацией напряжений в середине площадки, а сам контакт является более жестким.

Основные характеристики контакта жесткого цилиндра (в данном случае опорного катка) с тонким слоем резины определяются следующим образом [2]:

распределение давления симметрично относительно оси OO_1 (см. рис. 2) при $|x| \leq a$:

$$p(x) = \frac{E_{пр} a^4}{24 R_{пр} b_1^3} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right)^2; \quad (1)$$

уравнение для определения полуширины площадки контакта a :

$$P_k = \frac{2 E_{пр} a^5}{45 R_{пр} b_1^3} B; \quad (2)$$

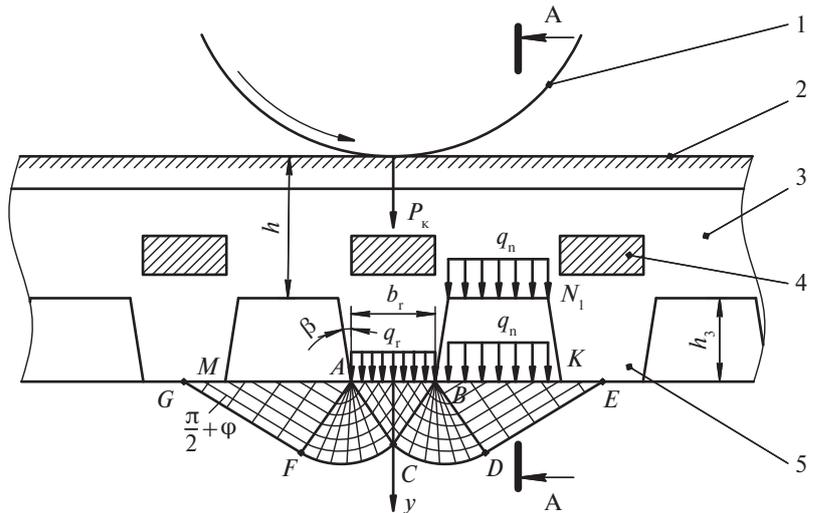


Рис. 1. Схема формирования колес под грунтозацепом:
1 — каток; 2 — внутренняя поверхность резиноармированной гусеницы; 3 — резиноармированная гусеничная лента; 4 — закладной металлический элемент; 5 — грунтозацеп

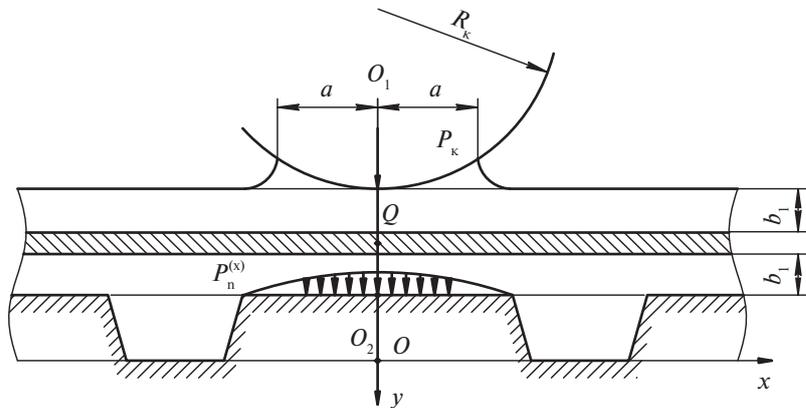


Рис. 2. Схема определения поперечной жесткости резиноармированной гусеницы и максимального давления на почву в промежутке между грунтозацепами

наибольшая деформация вдоль оси OO_1 (вертикальное перемещение опорного катка):

$$\delta = \frac{a^2}{6 R_{пр}}, \quad (3)$$

где B — рабочая ширина гусеницы; $R_{пр}$ — приведенный радиус кривизны контактирующих тел; $E_{пр}$ — приведенный модуль упругости контактирующих тел.

Приведенный радиус кривизны таков:

$$R_{пр} = \frac{R_k R_{тр}}{R_{тр} - R_k}, \quad (4)$$

где R_k — радиус опорного катка; $R_{тр}$ — радиус кривизны слоя, армированного тросами, в точке Q , обусловленный прогибом этого слоя.

Радиус $R_{тр}$ при положении центра катка по середине промежутка между грунтозацепами (см. рис. 2) в дальнейшем определяется из уравнения изгиба гусеницы как растянутой балки, лежащей на упругом основании.

Приведенный модуль упругости слоя толщиной b_1 , армированного кордом как композитного тела, определим, согласно рекомендациям работы [1], так:

$$E_{\text{пр}} = E_p \frac{(1 + C_k)E_k + (1 - C_k)E_p}{(1 + C_k)E_p + (1 - C_k)E_k}, \quad (5)$$

где E_p — модуль упругости резины; C_k — объемная концентрация нитей корда в слое; E_p — модуль упругости нитей корда при поперечном сжатии.

Считая, что $E_k \gg E_p$, получаем

$$E_{\text{пр}} \sim E_p \frac{1 + C_k}{1 - C_k}. \quad (6)$$

Определим из равенств (2), (3) жесткость контакта опорного катка с резиноармированной лентой:

$$C_3 = \frac{P_k}{\delta_3} = 1,73(P_k R_{\text{тр}})^{3/5} \left(\frac{E_{\text{пр}} B}{b_1^3} \right)^{5/2}. \quad (7)$$

Таким образом, жесткость контакта зависит от действующего усилия P_k . А нагрузка на опорный каток в рассматриваемом его положении зависит от соотношения шага установки катков и шага грунтозацепов. Если это соотношение является целым числом, то нагрузка на все катки тележки практически одинакова и равна нагрузке на тележку, деленной на число катков. В ином случае она определяется из уравнения изгиба гусеницы как балки, лежащей на упругом основании.

При расположении катка над грунтозацепом и закладным металлическим элементом (см. рис. 1) в приведенных выше выражениях можно принять $R_{\text{тр}} = \infty$ и $R_{\text{пр}} = R_k$. Обозначим получающуюся при этом жесткость C_1 .

Далее определим, согласно рис. 2, распределение давления на почву $P_{\text{п}}(x)$, передаваемого от слоя, армированного тросами, через упругодеформируемый слой b_2 . Для этого используем известный в контактной теории прием: приведем криволинейную вблизи точки Q форму слоя к плоской. Тогда нужно вводить эквивалентную кривизну в точке O_2 на поверхности почвы. При этом получаем задачу сжатия тонкого слоя b_2 , приклеенного к плоскости основания в окрестности точки Q цилиндрическим телом (почвой) с радиусом кривизны вблизи точки O_2 , равным $R_{\text{тр}}$. По аналогии с предыдущими формулами получаем суммарную на всем промежутке между грунтозацепами жесткость этого контакта в виде

$$C_{\text{ос}} = \frac{P_k}{\delta_0} = 1,73(P_k R_{\text{тр}})^{3/5} \left(\frac{E_{\text{пр}} B}{b_2^3} \right)^{5/2}. \quad (8)$$

Распределение давления на почву при этом по аналогии с формулой (1) запишется так:

$$P_{\text{п}}(x) = P_{\text{max}} \left(1 - \frac{x^2}{a_{\text{п}}^2} \right)^2, \quad (9)$$

где P_{max} — максимум давления, определяемый из совместного решения двух неравенств:

$$P_{\text{max}} = \frac{E_{\text{пр}} a_{\text{п}}^4}{24 R_{\text{тр}} b_2^3} \quad (10)$$

и

$$P_k = \frac{2 E_{\text{пр}} a_{\text{п}}^5 B}{45 R_{\text{тр}} b_2^3}, \quad (11)$$

путем исключения из них величины $a_{\text{п}}$. При этом получаем

$$P_{\text{max}} \approx 0,5 \left(\frac{P_k}{B} \right)^{4/5} \left(\frac{E_{\text{пр}}}{R_{\text{тр}} b_2^3} \right)^{1/5}. \quad (12)$$

Определим жесткость грунтозацепа при вертикальном нагружении с учетом особенностей расчета резиновых деталей [2]. Воспользуемся при этом методом Э.Э. Лавендэла, согласно которому деформация детали рассчитывается исходя из необходимой энергии формоизменения. Грунтозацеп представляет собой длинное призматическое тело шириной при основании (см. рис. 1):

$$b'_r = b_r + 2h_3 \text{tg } \beta. \quad (13)$$

Площадь поперечного сечения основания грунтозацепа

$$F_0 = b'_r B. \quad (14)$$

Тогда, согласно [2], жесткость при вертикальном сжатии грунтозацепа

$$c_2 = \frac{P}{\Delta} = G_p F_0 \frac{1}{2h_3} \left[1 + \frac{1}{3} \left(\frac{b'_r}{h_3} \right)^2 \right], \quad (15)$$

где P — действующее усилие; Δ — осадка грунтозацепа; G_p — модуль сдвига резины; $G_p = \frac{E_p}{3}$; E_p — модуль упругости резины.

Таким образом, жесткости резиноармированной ленты как выше, так и ниже слоя, армированного тросами, определены авторами в двух характерных сечениях: над грунтозацепами и в промежутках между ними.

Давление на почву под грунтозацепом можно считать приближенно равномерно распределенным:

$$P_r = P_k / b_r. \quad (16)$$

Именно давлениями $q_x = P_{\text{max}}$ и $q_r = P_r$ определяется глубина колеи в промежутке между грунтозацепами и под грунтозацепами.

Список литературы

1. Потураев В.Н. Резиновые и резинометаллические детали машин. — М.: Машиностроение, 1966. — 300 с.
2. Лавендэл Э.Э. Расчет резинотехнических изделий. — М.: Машиностроение, 1976. — 232 с.

УДК 621.1

С.А. Андреев, канд. техн. наук
Е.А. Петрова

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО БАЛАНСА КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В ТОПОЧНОЙ КАМЕРЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА

При разработке котлов с озоновым наддувом необходимо располагать информацией об установившейся концентрации озона в топочной камере. Не менее важно знать ожидаемые значения концентрации озона в различные моменты времени и при различных режимах горения топлива. Эта информация позволяет правильно управлять работой котла: согласовывать интенсивность наддува и концентрацию первичного потока озона с его потреблением и конечной концентрацией в топочной камере. Очевидно, что явления накопления и расходования озона являются инерционными и для их описания требуются уравнения динамического баланса.

Сложность математического моделирования процесса заключается в том, что поступление озона в область горения и его расход являются взаимосвязанными величинами. С одной стороны, подача озона интенсифицирует горение, с другой — интенсифицированное горение требует большего количества озона [1]. Таким образом, при ограниченной подаче озона видимый эффект стимуляции пламени может не произойти.

Для упрощения исследуемой картины следует считать, что образование и разложение озона линейным образом связаны с количеством образовавшихся молекул. Тогда динамика образования и потребления озона могут быть описаны системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = kN - k_1Nx \\ \frac{dx}{dt} = k_2N \end{cases}, \quad (1)$$

где N — количество образовавшихся молекул озона; x — требуемое количество молекул озона; k , k_1 и k_2 — коэффициенты пропорциональности, $\frac{dN}{dt}$ — итоговая скорость изменения концентрации озона; $\frac{dx}{dt}$ — скорость изменения потребности в озоне.

Правая часть первого уравнения системы (1) характеризует разность скоростей: скорости образования озона kN и скорости его разложения k_1Nx . При этом уменьшаемое представляет собой линейную функцию от количества образовавшихся молекул, а вычитаемое — линейную функцию от произведения этого количества и требуемого количества озона.

Разделив обе части первого уравнения системы (1) на соответствующие части второго, получим дифференциальное уравнение:

$$\frac{dNdt}{dtdx} = \frac{kN}{k_2N} - \frac{k_1Nx}{k_2N} \text{ или } \frac{dN}{dx} = \frac{k}{k_2} - \frac{k_1}{k_2}x,$$

откуда в результате интегрирования выразим количество молекул:

$$N = \frac{k}{k_2}x - \frac{k_1}{2k_2}x^2 + C_1.$$

Принимая во внимание начальные условия ($x = 0$ при $N = 0$, откуда $C_1 = 0$), найдем связь между количеством образовавшихся молекул озона и их требуемым количеством:

$$N = ax - bx^2, \quad (2)$$

где применены следующие обозначения:

$$a = \frac{k}{k_2} \text{ и } b = \frac{k_1}{2k_2}. \quad (3)$$

График функции $y = N(x)$ представляет собой параболу, проходящую через начало координат и через точку $A\left(\frac{a}{b}; 0\right)$, с осью симметрии, параллельной оси ординат, и с вершиной в точке $O_1\left(\frac{a}{2b}; \frac{a^2}{4b}\right)$. Следовательно,

$$N_{\max} = M = \frac{a^2}{4b} = \frac{k^2}{2k_1k_2}. \quad (4)$$

Для определения зависимости количества молекул озона от времени t преобразуем равенство (2) к виду: $bx^2 - ax + N = 0$ и разрешим его относительно x :

$$x = \frac{a}{2b} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4b^2} - \frac{N}{b}}.$$

Подставим эту зависимость, выраженную через N , в первое уравнение системы (1). Тогда

$$\frac{dN}{dt} = kN - \frac{k_1a}{2b}N \mp k_1N\sqrt{\frac{a^2}{4b^2} - \frac{N}{b}}. \quad (5)$$

Принимая во внимание соотношения (3) и (4) замечаем, что первые два компонента в правой части взаимно уничтожаются, а последний равен

$$\mp kN\sqrt{1 - \frac{N}{M}}.$$

Поэтому уравнение (5) запишется так:

$$\frac{dN}{dt} = \mp kN \sqrt{1 - \frac{N}{M}}$$

Последнее выражение представляет собой дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными. После преобразования этого уравнения получим

$$\frac{dN}{N \sqrt{1 - \frac{N}{M}}} = \mp k dt \tag{6}$$

Интеграл $I = -2 \int \frac{dN}{N \sqrt{1 - \frac{N}{M}}}$ вычислим с помо-

щью подстановки $\sqrt{1 - \frac{N}{M}} = y$, из которой следует, что $N = M(1 - y^2)$, а $dN = -2Mydy$. Поэтому

$$I = -2 \int \frac{dy}{1 - y^2} = \ln \frac{1 - y}{1 + y} + C_2.$$

Таким образом, общий интеграл уравнения (6) имеет вид

$$\ln \frac{1 - y}{1 + y} + C_2 = \mp kt.$$

Произвольное постоянное C_2 определим из начального условия $N = M$ при $t = 0$. В результате обнаруживается, что $y = 0$, а, следовательно, $C_2 = 0$. Таким образом, частный интеграл уравнения (6) примет вид

$$\frac{1 - y}{1 + y} = e^{\mp kt},$$

откуда

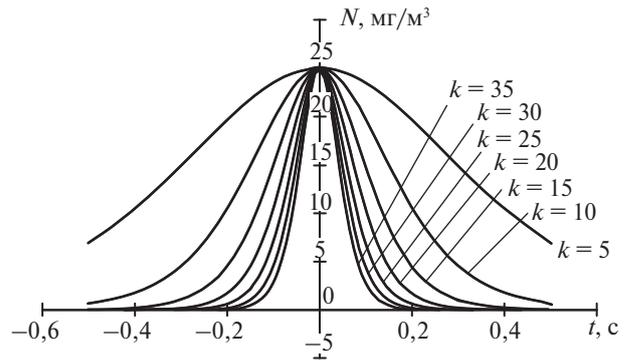
$$y = \frac{e^{\pm kt/2} - e^{\mp kt/2}}{e^{\pm kt/2} + e^{\mp kt/2}}, \text{ или } y = \pm th \frac{kt}{2}.$$

Возведя обе части последнего уравнения в квадрат и разрешив его относительно N , получим

$$N = M \left(1 - th^2 \frac{kt}{2} \right) \text{ или } N = \frac{M}{ch^2(kt/2)}. \tag{7}$$

Из последнего выражения следует, что фактическое количество молекул озона в топочной камере сначала возрастает до некоторого наибольшего значения M , а затем убывает до нуля, поскольку интенсифицированное горение потребует увеличенного количества озона (рисунок). Подобное поведение функции наблюдают в биологических системах, в которых рост популяции определенного вида организмов при достижении некоторого максимума сменяется уменьшением. При этом в результате такого уменьшения популяция может полностью исчезнуть.

Примечательно, что функция (7) является четной с экстремумом при $t = 0$. Однако это не означает, что по оси абсцисс соответствующего графика откладываются отрицательные значения времени.



Динамика изменения концентрации озона при различных условиях его образования и разложения

При построении графика в качестве центра координатной плоскости была выбрана стационарная точка с абсциссой, равной нулю. Варьированием величинами коэффициентов k , k_1 и k_2 , а также периодическим прерыванием процесса подачи озона можно существенно повысить энергетическую эффективность процесса (достичь той же концентрации озона при меньшем расходе энергии на работу озонатора).

На практике влиять на коэффициенты k , k_1 и k_2 можно только до некоторого предела, определяемого конструктивными параметрами озонатора, воздуховода и топочной камеры. Безусловно, эта мера заслуживает внимания, однако гораздо больший интерес представляет перспектива повышения концентрации озона за счет периодичности его подачи. Здесь можно провести аналогию между изучаемым явлением и некоторыми другими физическими процессами. Например, импульсной подачей теплоносителя в систему отопления, импульсного подвода электроэнергии к заряжаемому аккумулятору, периодическому заряду-разряду конденсатора в системе преобразования тепловой энергии в электрическую и некоторыми другими. По-видимому, при всех различиях в физической сущности эти явления объединяются некоторыми сходными свойствами. Для достижения положительного эффекта очень важно «угадать» количественные характеристики импульсного воздействия. Главной такой характеристикой является частота. Очевидно, что частота внешних воздействий окажется связанной как с их амплитудой, так и с динамическими свойствами самого материального объекта.

Динамика изменения концентрации озона в топочной камере при его импульсной подаче может рассматриваться как переходный процесс в некоторой автоколебательной замкнутой аддитивной системе [2]. При этом расчет такой системы может осуществляться либо в операторной форме (с использованием метода гармонического баланса), либо с применением дискретных преобразований.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Уравнение баланса подачи и расхода озона в топочную камеру котла является динамическим и для его составления можно использовать выражения в дифференциальной форме.

2. Зависимость концентрации озона от интенсивности горения является сложной функцией. При этом рассматриваемые величины характеризуются как прямым, так и обратным влиянием.

3. По мере подачи озона в топочную камеру сначала происходит увеличение его концентрации, а затем — снижение. Экстремальный характер исследуемой зависимости может быть объяснен явлением интенсификации горения и связанным с ним повышением потребности в окислителе.

4. Поддержание высокого уровня концентрации озона при минимуме энергетических затрат может быть достигнуто за счет работы озонатора в импульсном режиме.

Список литературы

1. Андреев С.А., Судник Ю.А., Петрова Е.А. Ресурсосберегающее автономное теплоснабжение объектов АПК // Международный научный журнал. — 2011. — № 5. — С. 83–91.

2. Андреев С.А., Петрова Е.А. Ресурсосберегающий способ повышения эффективности газовых котлов // Опыт и проблемы управления модернизацией инновационной деятельности в социально-экономических и технических системах: монография. — Пенза: РИО ПГСХА, 2012. — С. 71–93.

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук

С.Н. Романюк

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

С.О. Нукешев, доктор техн. наук

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфулина, Республика Казахстан

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РОЛИКОВЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Несмотря на определенные трудности, которые сложились в производстве ремонта сельскохозяйственных, транспортных и технологических машин, продолжают решаться вопросы совершенствования существующих технологических процессов восстановления деталей и узлов данных машин, а также разработка новых процессов их ремонта. Применение прогрессивных технологий при восстановлении изношенных деталей в 5...8 раз сокращает количество операций по сравнению с их изготовлением, в 10...20 раз снижается расход материалов. В результате применения ремонтных технологий себестоимость восстановления многих деталей составляет 60...80 % от себестоимости новых. В настоящее время разработка новых технологий ремонта изношенных деталей или совершенствование существующих восстановительных операций становятся еще более актуальными, потому что стоимость новых машин такова, что во многих случаях эксплуатирующие организации зачастую не имеют возможности их приобретения.

Большинство деталей сельскохозяйственных, транспортных и технологических машин выходят из строя из-за потери функциональных свойств, связанных с износом сопрягаемых поверхностей. Поэтому, как правило, рекомендуемые ремонтные технологии связаны с восстановлением изношен-

ных поверхностей до их номинального размера, при этом одновременно ставится задача повысить износостойкость восстанавливаемой поверхности по сравнению с заводской (новой) деталью. Это особенно важно при ремонте деталей, изготовленных из достаточно дефицитных материалов. К таким материалам относятся цветные сплавы, в основном, бронзовые сплавы. Чаще всего конструкции этих деталей представляют собой бронзовые подшипники скольжения в виде втулок.

Бронзовые подшипниковые втулки нашли широкое применение в сельскохозяйственных, транспортных и технологических машинах. Они способны воспринимать значительные знакопеременные нагрузки, выдерживать высокие скоростные и температурные режимы, работать в условиях недостаточной смазки, в присутствии абразива, воды и других агрессивных сред, благодаря низкому коэффициенту трения, хорошей сопротивляемости износу и коррозии, высоким механическим и технологическим свойствам [1, 2]. Указанные преимущества позволяют использовать бронзовые подшипниковые втулки в двигателях (втулка верхней головки шатуна, втулка турбокомпрессора), в тяжело нагруженных узлах трения — это втулки опорных и поддерживающих катков, подъемных стрел, поворотной платформы экскаватора, втулки балансиров, опорных кареток и натяжных колес тракторов.

Например, только в одном экскаваторе ЭО-5111 в опорных роликах гусеничной тележки используется 24 бронзовых втулок, в поддерживающих роликах — 6 втулок и в ведущих и направляющихся колесах — 10 шт. В большинстве случаев бронзовые подшипниковые втулки имеют цилиндрическую форму с гладкими наружными и внутренними поверхностями. Иногда конструктивное исполнение предусматривает маслосъемную канавку на внутренней поверхности. При эксплуатации транспортных и технологических машин природообустройства происходит износ внутренней рабочей поверхности бронзовых втулок, пределы которых рекомендуют подразделять на 3 категории, исходя из их величины и диаметра:

- 1 — втулки, работоспособность которых прекращается при износе до 0,1 мм;
- 2 — втулки, теряющие работоспособность при износе до 2,0 мм;
- 3 — втулки с износом более 2,0 мм.

Диаметр втулок колеблется от 20 до 250 мм, масса от 0,070 до 8 кг.

На сегодняшний момент в промышленности используется большое количество различных марок бронзы. Наиболее распространенная среди них оловянистая бронза (БрОЦС5-5-5, БрОЦС6-6-3, БрОЦС4-4-2), алюмино-железистая бронза (БрАЖ9-4, БрАЖМц10-3-1,5), свинцовистая бронза (БрС-30).

Все указанные марки бронзы обладают высокими антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью, прочностью и хорошей теплопроводностью. Анализ номенклатуры деталей бронзовых подшипниковых втулок, используемых в тяжело нагруженных узлах сельскохозяйственных, транспортных и технологических машин природообустройства показал, что наиболее

часто применяются оловянистая и алюминиевая бронза (БрОЦС5-5-5, БрАЖ9-4).

Сегодня самым распространенным способом при восстановлении работоспособности агрегата или сборочной единицы, у которых вышла из строя бронзовая подшипниковая втулка, является замена изношенной втулки новой, изготовленной из заготовки аналогичной марки бронзы. Однако высокая стоимость изготовления новой втулки при ее изготовлении делает этот способ крайне неэкономичным. За последние 15...20 лет в ремонтном производстве накопился определенный опыт восстановления изношенных бронзовых деталей, такие как осадка, обкатка, заливка, а также бронзовые втулки восстанавливают и термодиффузионными способами, наплавкой и напеканием. Выбор рационального способа восстановления зависит и от конструктивно-технологических особенностей рабочей поверхности деталей; формы и размера, состава бронзы и вида термообработки, поверхностной твердости и шероховатости, плотности и пористости, от условий работы и вида трения, величины износа и, что немаловажно, от стоимости восстановления. Для учета всех этих факторов обычно рекомендуется последовательно пользоваться тремя критериями:

- технологическим критерием или критерием применимости;
- критерием долговечности;
- технико-экономическим критерием (отношением стоимости восстановления к коэффициенту долговечности) [2].

В практике ремонтного производства существуют большое количество способов восстановления бронзовых подшипников скольжения [3–5]. На рис. 1 указаны способы, которые имеют наиболее широкое применение.

Наиболее простым методом восстановления бронзовых подшипников скольжения является метод пластической деформации. Пластическую деформацию втулок выполняют как в холодном, так и в горячем состоянии. Основными видами пластической деформирования являются осадка и обжатие (рис. 2).

Осадку применяют для уменьшения внутреннего и увеличения наружного диаметра втулки за счет уменьшения ее длины. Для осадки втулок применяют гидравлические прессы с усилием в 20...40 МПа.

Величину давления при осадке определяют по формуле

$$P = \sigma_T (1 + d / 6l),$$

где σ_T — предел текучести материала детали, МПа; d — наружный диаметр втулки после осадки, мм; l — длина втулки, мм.



Рис. 1. Основные способы восстановления бронзовых подшипников скольжения

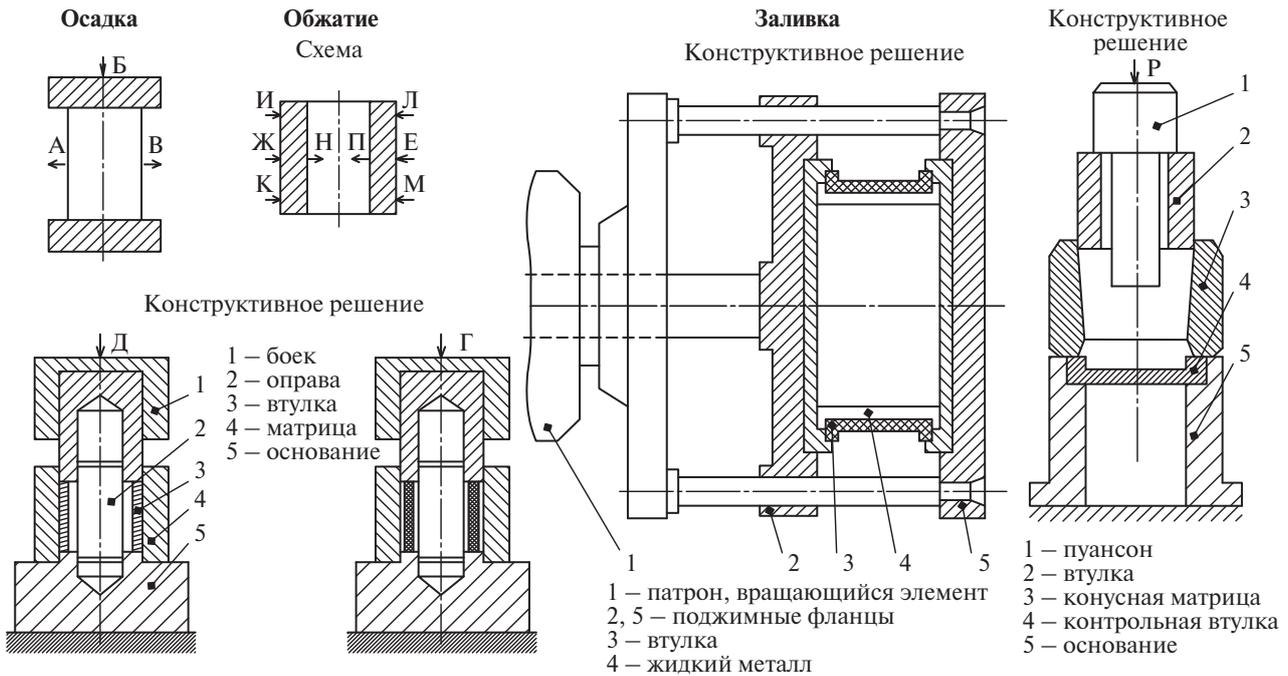


Рис. 2. Некоторые способы восстановления бронзовых втулок пластическим деформированием

Результатом обжатия втулок является уменьшение их наружного и внутреннего диаметра в результате пластической деформации. Технология восстановления этим методом втулок предполагает продавливание втулок через цилиндрические отверстия заданного диаметра $D_{обж}$. Следовательно, изменение наружного диаметра составит

$$\Delta_{обж} = D_o - D_{обж}$$

При обжатии в результате пластической деформации происходит некоторое вытягивание втулки в длину и увеличение толщины стенки, потому что после обжатия не должен меняться объем материала, из которого она изготовлена.

Для того чтобы втулку можно было восстановить, внутренний диаметр должен оказаться существенно (на несколько десятых миллиметра, по крайней мере) меньше исходного $d_{ном}$ по чертежу втулки, чтобы после запрессовки и расточки втулки в составе блока ее внутренний диаметр снова вернулся к исходному значению d_o .

Технология восстановления втулок обжатием предполагает продавливание втулок через цилиндрические отверстия определенного диаметра деформирующего элемента, называемой матрицей. Среди известных конструкций обжимок матрица является неподвижным элементом. На кафедре «Технология металлов и ремонт машин» института природообустройства имени А.Н. Костякова проводятся исследования по разработке различных технологий восстановления бронзовых подшипников скольжения, поэтому одним из направлений

по этой тематике являются исследования по воздействию пластической деформации с помощью вращающихся матриц при восстановлении бронзовых втулок. Авторы предлагают в качестве обжимного элемента использовать вращающиеся матрицы, общий вид установки с вращающимися матрицами представлен на рис. 3, а на рис. 4 показана принципиальная схема обжатия втулок.

Принцип работы установки вертикальной роликовой матрицы для обкатки при восстановлении изношенных оловянистых и алюмини-железистых бронзовых втулок скольжения представляет собой следующее: нижняя 4 и верхняя 2 стальные роликовые матрицы устанавливаются на вертикаль-

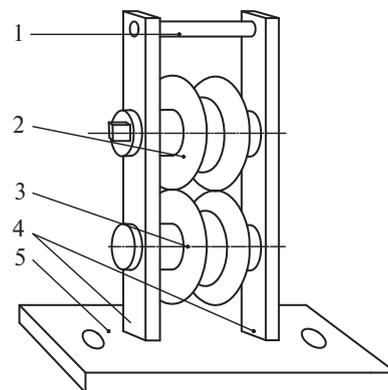


Рис. 3. Общий вид установки с вращающимися матрицами для обжима втулок:

- 1 — крепежная планка; 2 — верхняя стальная роликовая матрица; 3 — нижняя стальная роликовая матрица; 4 — вертикальные стойки; 5 — стальная платформа

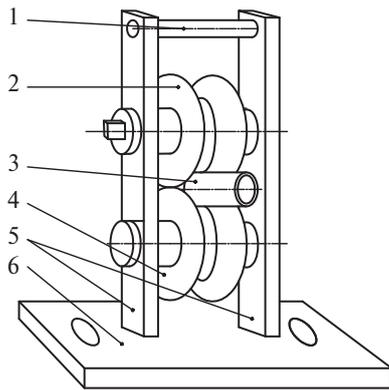


Рис. 4. Принципиальная схема обжима втулок

ные стойки 5, верхняя часть вертикальных стоек укрепляется крепежной планкой 1, нижняя опорная часть стоек жестко закрепляется на стальную платформу 6, геометрические параметры отверстия, образующиеся между роликами, соответствуют наружному или внутреннему диаметру восстанавливаемой втулки 4, для восстановления внутреннего диаметра необходимо при изготовлении роликовых матриц учитывать толщину стенки втулки на сторону, восстанавливаемая втулка проталкивается в отверстие между роликами, возникающая окружная сила создает условие, позволяющее проводить процесс пластической деформации для обкатки и обжатия наружной поверхности втулки до заданных геометрических параметров. Данный метод отличается простотой и доступностью в использовании, однако он не всегда применим, а сочетание других методов при восстановлении бронзовых подшипников скольжения просто необходимо, исходя из этого проводятся разработки, испытания и других приспособлений из числа тех, когда матрица неподвижна. Например, для сопряжений, воспринимающих значительные удельные нагрузки, уменьшение длины втулок допускается не более чем на 5...8%, для менее нагруженных втулок — на 10...15% от их первоначальной длины. С уменьшением длины осаживаемой втулки за счет уменьшения площади ее поверхности резко увеличивается давление вала на втулку, что вызывает повышенный износ и сокращение ресурса втулки. Поэтому данным способом рекомендуется восстанавливать бронзовые втулки с внутренним диаметром до 60 мм и величиной износа до 0,2 мм. Процесс обжатия втулки предусматривает уменьшение их наружного и внутреннего диаметра в результате пластической деформации. Наиболее часто встречающаяся рекомендация в литературе — это обжатие с помощью конусной матрицы [3]. Однако конкретных исследований по предлагаемой схеме обжатия бронзовых втулок не встречается. С целью разработки различных технологий восстановления бронзовых подшипников скольжения проводятся

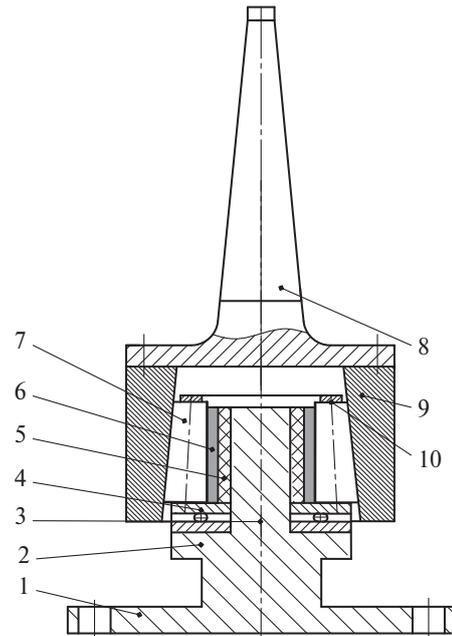


Рис. 5. Многороликовая обкатка ролик, бронзовых подшипников скольжения:

- 1 — нижняя платформа опоры-матрицы;
- 2 — верхняя платформа опоры-матрицы;
- 3 — ствол опоры-матрицы; 4 — упорный подшипник;
- 5 — гидропласт; 6 — втулка для обжима;
- 7 — деформирующий; 8 — нажимной конус;
- 9 — коническая оправка; 10 — сепаратор

исследования по воздействию пластической деформации с помощью роликовых инструментов, один из вариантов конструкции представлен на рис. 5. В ней предусмотрены конические деформирующие ролики 7, количество которых зависит от наружного диаметра деформируемой поверхности бронзовой втулки 6. Но особенностью данной конструкции является одновременная деформация наружной поверхности втулки по всей ее длине за счет сочетания конических деформирующих роликов 7 и нажимного конического конуса 8, при перемещении которого по образующей роликов создаются радиальные осевые силы, вызывающие пластическую деформацию металла наружной поверхности втулки.

Вращение деформирующих роликов вокруг наружной поверхности втулки и плавное нагружение радиальной силой этой поверхности за счет различной скорости перемещения нажимного конического конуса создает условие, позволяющее проводить процесс обжима наружной поверхности втулки на различную величину. Таким образом, проводятся исследования по изучению режимов обжатия бронзовых втулок по данным технологиям, изучаются их физико-механические свойства после обкатывания и обжатия, что позволит разработать технологический процесс восстановления бронзовых подшипников скольжения различными методами.

Список литературы

1. Бурмаков Ф.Х., Лезин П.П. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин. — Саранск: Изд-во Мордовского университета, 1993. — 120 с.
2. Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н. Технология ремонта машин. — Ч. 1. — М.: УМЦ «Триада», 2006. — 346 с.
3. Аверкин Ю.А. Исследования обжима полых цилиндрических заготовок // Инженерные методы расчета

процессов обработки металлов давлением: сб. науч. трудов. — М.: Машгиз, 1957. — С. 167–190.

4. Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин: учеб. пособие для вузов / С.К. Тойгамбаев, А.П. Шнырёв, Г.А. Сергеев [и др.]. — М.: МГУП, 2008. — 238 с.

5. Тойгамбаев С.К., Шнырёв А.П., Мынжасаров Р.И. Надежность технологических машин: учеб. пособие для вузов. — М.: МГУП, 2008. — 224 с.

УДК 631.3.004.67–192

Ю.Г. Вергазова

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ «ВАЛ–ВТУЛКА»

Неподвижные соединения достаточно часто встречаются в сборочных единицах и агрегатах сельскохозяйственной техники. Это — соединения зубчатых колес, звездочек, шкивов с валами, направляющих втулок с корпусами, опор подшипников скольжения с втулками и пр.

В настоящее время более 355 видов мобильных уборочных и других сельскохозяйственных машин оснащены цепными передачами и редукторами [1]. Наибольшее распространение в звездочках цепных передач получили соединения типа «вал–втулка звездочки», а в редукторах — «вал–втулка шестерни». Относительную неподвижность поверхностей обеспечивают шпонки.

Специальные стендовые испытания для данного вида соединений не проводились. В течение трех лет исследовали 10 соединений $\varnothing 30$ мм и $\varnothing 40$ мм с серийными посадками и 6 соединений с расчетными (предлагаемыми) посадками. В качестве объекта исследований выступали унифицированные редукторы завода МОССЕЛЬМАШ, установленные на картофелеуборочных комбайнах КПК-3.

При построении динамики изнашивания соединений с натягом учитывали полученные данные об уменьшении натяга в зависимости от числа запрессовок–распрессовок.

В результате обработки информации получены следующие эмпирические зависимости интенсивности изнашивания и среднеквадратического отклонения, мкм, от времени работы t , ч.

Для серийного соединения $\varnothing 30^{+0,17/-0,05}$:
функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = 106,5 + 0,12t, \rho = 0,98; \quad (1)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 12,69 + 0,018t, \rho = 0,96. \quad (2)$$

Для предлагаемого соединения $\varnothing 30H6/v6$:
функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = -41,2 + 9,58 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,96; \quad (3)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 0,826 + 2,19 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99. \quad (4)$$

Для серийного соединения $\varnothing 40^{+0,025/+0,018/-0,002}$:

функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = 18,3 + 42,9 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99; \quad (5)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 0,819 + 11,1 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99. \quad (6)$$

Для предлагаемого соединения $\varnothing 40H9/x8$:

функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = -57,6 + 14,2 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,98; \quad (7)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 0,272 + 4,47 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99. \quad (8)$$

Из анализа зависимостей (1)–(4) видно, что интенсивность изнашивания испытываемого соединения $\varnothing 30H6/v6$ в 12 раз меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 30^{+0,17/-0,05}$ и это достигнуто только путем точностного расчета. Серийное соединение имеет такие отклонения, при которых появляется аварийный износ, причем — на последней стадии, когда парабола легко аппроксимируется прямой.

Из анализа зависимостей (5)–(8) видно, что интенсивность изнашивания испытываемого соединения $\varnothing 40H9/x8$ в 3 раза меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 40H7/k6$ и это достигнуто путем применения новой методики расчета на-

тягов в соединении, использование которой предотвращает раскрытие стыка.

Ранее были получены все параметры, входящие в зависимость для определения конструктивного допуска посадки [1]. Вероятность безотказной работы и вероятность появления годных соединений принимали равными 0,95 [2]. После расчета допусков для лучших способов восстановления и обработки элементов соединения были получены данные, приведенные в таблице. Для картофелеуборочных комбайнов нужно обеспечить послеремонтный ресурс 3...4 сезона работы, так как общий срок службы составляет 7 лет [3, 4]. Среднесезонный ресурс работы равен 240 ч. Как видно из таблицы, рассчитанные посадки обеспечивают доремонтный ресурс 8 лет, а при использовании современных способов восстановления ресурс увеличивается до 16...20 лет.

Отверстия звездочек и шестерен можно обрабатывать до выведения следов износа при замене серийной шпонки на ремонтную. Ремонтный размер вала (РР) исследуемого соединения определим по формуле

$$D_p = D_{\max} - \frac{2\beta U}{1 + \beta} - e, \quad (9)$$

где D_{\max} — наибольший диаметр отверстия, мм.

В результате расчета получим следующие значения:

- для соединения $\varnothing 40$ мм ремонтный размер $\varnothing 40,8$ мм;
- для соединения $\varnothing 30$ мм ремонтный размер $\varnothing 30,5$ мм.

Эти размеры можно использовать при восстановлении поверхности вала и обработке отверстия под РР для образования посадки с расчетными отклонениями, обеспечивающими наибольшую надежность.

Выводы

1. Результаты длительных испытаний показали, что интенсивность изнашивания соединения $\varnothing 30H6/k6$ в 12 раз меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 30^{(+0,17/-0,05)}$. Серийное соединение имеет такие отклонения, при которых происходит аварийный износ, причем на послед-

Геометрические характеристики лучших способов восстановления валов соединения «вал–втулка»

Способ восстановления, способ обработки	Ресурс, сезонов	ϵ	ВБР	Расчетный допуск посадки, мкм	Посадка
Для соединения $\varnothing 40$ мм					
1.0. Эталонное соединение № 1 Вал — сталь 45 + Ш Втулка — сталь 40X + P	4	1,00	0,95	109	$\varnothing 40H9/x8$
	8			102	$\varnothing 40H9/x8$
	12			94	$\varnothing 40H8/x8$
	16			87	$\varnothing 40H8/x8$
1.1. Вал — приварка контактной ленты + Ш Втулка — обработка под РР (P)	4	0,87	0,95	110	$\varnothing 40H9/x8$
	8			104	$\varnothing 40H9/x8$
	12			97	$\varnothing 40H8/x8$
	16			91	$\varnothing 40H8/x8$
1.2. Вал — наплавка Нп–30ХГСА(CO ₂) + ППД Втулка (новая) — сталь 40X + P	4	0,97	0,95	109	$\varnothing 40H9/x8$
	8			102	$\varnothing 40H9/x8$
	12			95	$\varnothing 40H8/x8$
	16			88	$\varnothing 40H8/x8$
Для соединения $\varnothing 30$ мм					
2.0. Эталонное соединение № 2. Вал — сталь 45 + Т Втулка — ВЧ60-2 + 3	4	1,00	0,95	54	$\varnothing 30H7/v6$
	8			49	
	12			44	
	16			39	
2.1. Вал — контактная приварка ленты + Т Втулка — обработка под РР (3)	4	0,85	0,95	55	$\varnothing 30H7/v6$
	8			50	
	12			46	
	16			42	
2.2. Вал — наплавка Нп–30ХГСА(CO ₂) + ППД Втулка (новая) — ВЧ60-2 + 3	4	1,07	0,95	54	$\varnothing 30H7/v6$
	8			49	
	10			43	
	14			37	
Условные обозначения: ϵ — относительная износостойкость соединения; ВБР — вероятность безотказной работы; Т — точение; Ш — шлифование; РР — обработка под ремонтный размер; 3 — зенкерование; P — развертывание; ППД — поверхностно-пластическое деформирование					

ней стадии, когда парабола легко аппроксимируется прямой. Интенсивность изнашивания соединения $\varnothing 40H9/x8$ в 3 раза меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 40H7/k6$, и это достигнуто путем применения новой методики расчета натягов в соединении, использование которой предотвращает раскрытие стыка.

2. Исследования изменения допуска посадки в зависимости от ресурса показали, что лучшим способом обеспечения 3...4-х сезонов работы редукторов Н090.20.000 картофелеуборочных комбайнов является восстановление вала контактной приваркой ленты и заменой втулки на новую, либо обработкой под ремонтный размер соответственно $\varnothing 40,8$ мм и $\varnothing 30,5$ мм.

3. Исследованиями установлено, что наиболее рациональным способом восстановления исследуемых соединений является контактная привар-

ка ленты, что в сочетании с применением указанных посадок позволяет повысить ресурс соединений в соединения в 1,0...1,4 раза путем применения ленты из фреттингостойких материалов.

4. Определены ремонтные размеры исследуемых соединений, что позволяет не заменять втулки (звездочки и шестерни) на новые, а обрабатывать их отверстия соответственно под $\varnothing 40,8$ мм и $\varnothing 30,5$ мм с использованием ранее рассчитанных посадок $\varnothing 40,8H8/h8$ и $30,5H6/v6$.

Список литературы

1. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной тех-

ники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2010. — № 2. — С. 106–110.

2. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / О.А. Леонов, В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба [и др.]; под общ. ред. О.А. Леонова. — М.: КолосС, 2009. — 568 с.

3. Леонов О.А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров: дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2004. — 324 с.

4. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж. Влияние погрешности средств измерений на потери при ремонте сельхозтехники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2007. — № 11. — С. 27–29.

УДК 502/504: 631.3.004.67–631.145

Г.И. Бондарева, доктор техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А.Тимирязева

Н.Б. Орлов, канд. техн. наук

Республиканский навигационный-информационный центр, Республика Калмыкия

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАРКАСОВ КАБИН ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Повышение энергонасыщенности тракторов и автомобилей, увеличение рабочих скоростей выполнения технологических и транспортных операций интенсифицируют труд оператора, работа которого сопровождается не только воздействием вибрации, шума, вредных примесей в воздухе, сильного мышечного и нервно-эмоционального напряжения, но и сопряжена с риском нанесения повреждений в случае опрокидывания управляемой им машины или иных аварийных ситуаций. С целью снижения риска нанесения повреждений оператору в соответствии с ГОСТ Р ИСО 8082–2005 кабины оборудуются устройствами защиты: ROPS (roll-over protective structure) — системой смонтированных на машине элементов, позволяющей при опрокидывании машины уменьшить вероятность нанесения повреждения оператору; FOPS (falling object protective system) — система элементов для защиты оператора от падающих предметов; OPS (operator protective system) — для защиты оператора от проникновения в кабину сучьев деревьев и разорванного тросового каната.

Международные требования к унификации расчетно-экспериментальных методов оценки пассивной безопасности транспортных средств обеспечивают достоверность измеряемых параметров и учитывают конструктивные особенности каждого типа кабин.

Требования безопасности к конструкции кузова крупногабаритных пассажирских транспортных средств изложены в ГОСТ Р 41.66–99 (Правила ЕЭК ООН № 66). Согласно нормативным документам, оценка безопасности возможна по результатам компьютерного моделирования, при условии обеспечения адекватности расчетной модели.

Результаты компьютерного моделирования значений пластических моментов сопротивления сечений $W_{пл}$ при оценке пассивной безопасности представлены в виде графиков изменения разрушающей нагрузки в зависимости от перемещения нагружающего элемента (рис. 1) и графиков изменения скорости движения ударного элемента от времени. При этом выявлен 20%-й запас по предельным нагрузкам, определен характер пластического деформирования сечений силовых элементов.

Проведено расчетное исследование влияния дверей на несущую способность кабины. Установлено, что двери повышают несущую способность конструкции в пределах 20%. Надежное соединение лобового и заднего стекол с кузовом дополнительно увеличивает его несущую способность в пределах 30%.

Для оценки несущей способности разработаны два варианта конечно-элементных моделей (КЭМ) секции [1]: упрощенные КЭМ (конечно-элементные модели) — используют только стержневые эле-

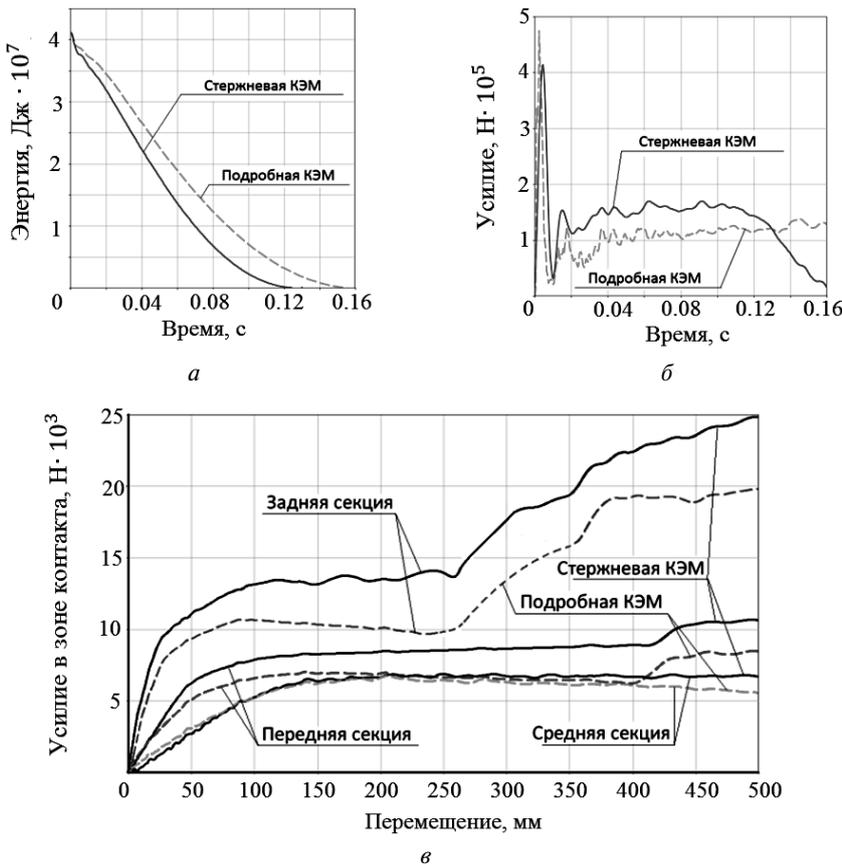


Рис. 1. Зависимости изменения энергии удара и разрушающей нагрузки: а — изменения энергии удара; б — диаграмма контактной силы; в — усилий и перемещений элементов кабины под действием ударных нагрузок

менты и подробные оболочечные элементы. Для каждой модели назначают одинаковые механические характеристики стали с упругопластической кривой деформация-напряжение.

Условия нагружения для моделей кабин делают идентичными: КЭМ нагружались параллельно движущейся жесткой плитой. Каждая КЭМ была закреплена у основания в нескольких зонах. Угол между жесткой плитой и секцией был рассчитан в соответствии с методикой опрокидывания кабин по требованиям, установленным Правилами ЕЭК ООН № 66 и соответствует углу контакта кузова с жесткой поверхностью при опрокидывании с уступа высотой 800 мм. Движение жесткой плиты было определено зависимостью перемещения таким образом, что скорость плиты монотонно возрастает с постоянным ускорением. Данный способ нагружения не позволяет достоверно имитировать процесс опрокидывания, но такие условия можно считать приемлемыми для сравнительного анализа результатов.

Усилия в зоне контакта плиты с элементами КЭМ для различных вариантов моделей отличаются. Из графиков видно, что упрощенная (стержневая) КЭМ (конечно-элементных моделей) имеет более высокую несущую способность (на 10...30%),

чем аналогичная подробная КЭМ, состоящая из оболочечных элементов.

Разница в несущей способности различных КЭМ объясняется особенностью деформирования различных типов элементов. Стержневые элементы не позволяют имитировать пластические деформации тонкостенных поперечных сечений.

В случае действия одной аварийной нагрузки в качестве уравнения равновесия используется принцип равенства работ внешних и внутренних усилий на возможных вариациях перемещений (рис. 2).

Таким образом,

$$F_p \delta S = \sum_{i=1}^{n+1} M_{\text{пл}i} \delta \theta_i, \quad (1)$$

где S — перемещение (деформация) конструкции по направлению действия внешней силы F_p ; $M_{\text{пл}}$ — предельный пластический изгибающий момент; θ_i — угол относительного поворота силовых элементов в i -м пластическом шарнире; n — степень статической неопределенности схемы (рис. 3).

Всю конструкцию каркаса кабины можно разбить на отдельные силовые сечения, на каждое из которых будет действовать сосредоточенная сила. Суммарная разрушающая нагрузка на кузов складывается из разрушающих нагрузок, полученных для отдельных плоских схем силовых сечений.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что при снижении скорости нарастания внешней нагрузки расчетная энергоемкость конструкции снижается. Поэтому использование квазистатических расчетов при проектировании может привести к получению завышенных значений энергоемкости кабины.

Отклонение результатов, полученных для различных типов моделей, не превышает 28%, что позволяет использовать стержневые модели каркаса кабины на ранних стадиях проектирования.

Сравнительная оценка результатов расчетов разрушающих нагрузок инженерным методом с использованием стержневых моделей с данными испытаний, а также с результатами нелинейного конечно-элементного анализа показывает, что они имеют завышенное на 30% значение.

Методика расчета упругопластических деформаций защитной рамы кабины колесного трактора

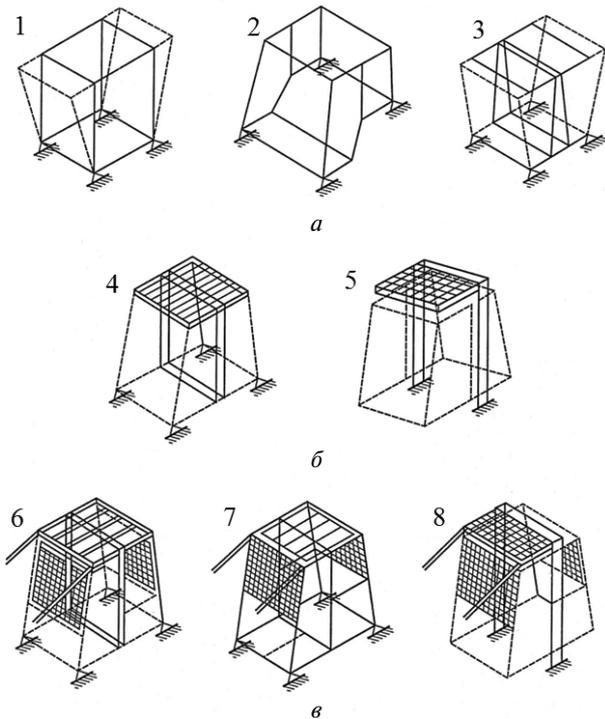


Рис. 2. Классификация кабин по использованию устройств защиты оператора:

- a* — сельскохозяйственные тракторы;
- б* — промышленные тракторы с каркасом арочного типа; *в* — лесопромышленные тракторы; 1, 2, 3 — без защиты; 4 — ROPS встроен в конструкцию кабины; 5 — раздельное исполнение кабины и ROPS;
- 6 — каркасы арочного типа FOPS и ROPS, встроенные в конструкцию кабины; 7 — FOPS с несущими стойками; 8 — защитный каркас арочного типа, расположенный снаружи кабины

определяется величиной бокового усилия F согласно требованиям ГОСТ Р ИСО 8082–2005:

$$F = 60000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1,2}, \quad (2)$$

где M — масса машины, кг.

Для тракторов Case Maxxum 110 CAB MFD массой 4740 кг величина предельного ударного бокового усилия составит $F = 24,4 \cdot 10^3$ Н. Защитное устройство при этом должно поглотить энергию деформации не менее

$$U = 12\,500 \left(\frac{M}{10\,000} \right)^{1,25} = 12\,500 \left(\frac{4740}{10\,000} \right)^{1,25} = 4916,23 \text{ Дж.}$$

Решение упругой задачи в первом приближении, т. е. определение методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния без учета пластического течения материала защитной рамы конечно-элементной модели с интенсивностью напряжений σ_1^1 первой итерации, построенная при помощи пакета прикладных программ «Зенит», представлена на рис. 4 [2].

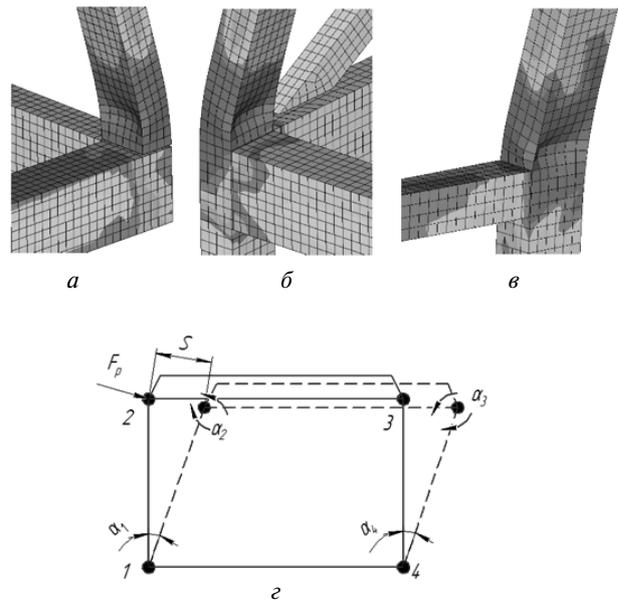


Рис. 3. Локальные пластические деформации фрагментов подробной модели кабины:
a — передняя секция; *б* — средняя; *в* — задняя секция;
г — расчетная схема силового сечения кузова и механизма ее разрушения: 1–4 — характерные узлы; • — обозначение пластических шарниров

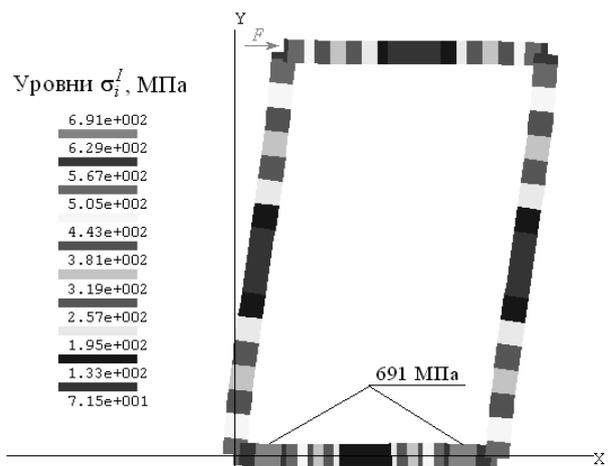


Рис. 4. Конечно-элементная модель защитной рамы кабины

Величины параметров деформации защитной рамы кабины определены по методу, предложенному И.А. Биргером:

$$E^* = E \frac{3\varphi}{2(1+\mu) + (1-2\mu)\varphi}; \quad (3)$$

$$\mu^* = \frac{(1+\mu) - (1-2\mu)\varphi}{2(1+\mu) + (1-2\mu)\varphi}, \quad (4)$$

где E — модуль Юнга; μ — коэффициент Пуассона; φ — функция пластичности, определяющая зависимость параметров упругости от свойств пластического деформирования $\varphi = \frac{\bar{\sigma}_i}{\bar{\varepsilon}_i}$; здесь $\bar{\sigma}_i = \frac{\sigma_i}{\sigma_T}$ — относительная интенсивность напряжений; $\bar{\varepsilon}_i = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_T}$ — относительная

интенсивность деформаций; σ_i , ε_i — интенсивности напряжений и деформаций; σ_T , ε_T — предел текучести материала защитной рамы и деформация, соответствующая пределу текучести.

Расчет ведется по идеализированной диаграмме деформирования, построенной в координатах σ – ε , при этом $\varphi = \operatorname{tg} \gamma$ при $\sigma_i > \sigma_T$; $\varphi = \operatorname{tg} \alpha$ при $\sigma_i \leq \sigma_T$;

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{E_1}{E},$$

где E_1 , E — модули упругости участков СА и ОС соответственно.

Окончательное решение для идеализированной диаграммы таково:

$$\varphi = \begin{cases} 1, \sigma_i \leq \sigma_T; \\ \frac{\bar{\sigma}_i \operatorname{tg} \beta}{\bar{\sigma}_i - 1 + \operatorname{tg} \beta}, \sigma_i > \sigma_T. \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, при начальном уровне интенсивности напряжений $\sigma_i^I = 691$ МПа переменный модуль упругости составил $E^* = 6389$ МПа. Повторное решение задачи выполняют в упругой постановке МКЭ с использованием вычисленных значений E^* и μ^* . Напряжение второй итерации $\sigma_i^{II} = 448$ МПа и нового значения $E^* = 6054$ МПа. На третьем приближении различие в значениях переменного модуля упругости незначительно и составляет

$$\Delta E^* = \frac{6389 - 6054}{6389} 100\% = 5,2\%.$$

УДК 632

И.Н. Гаспарян, канд. биол. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ОТ РИЗОКТОНИОЗА

Картофель — важная сельскохозяйственная культура, характеризуется прежде всего тем, что размножается вегетативно. Вегетативное размножение способствует быстрому распространению грибных, бактериальных и вирусных болезней. Наиболее распространенным заболеванием и проявляющимся ежегодно в нечерноземной зоне является ризоктониоз. Ущерб колеблется от нескольких процентов до почти полной потери урожая. Поражаются клубни, стебли, столоны (побеги) и корни взрослых растений. Болезнь развивается при высокой влажности и температуре. Гриб зимует в виде склероциев на клубнях и в почве. Склероции формируют грибницу, которая проникает в развивающиеся ростки, вызывая загнивание и гибель. Поражение картофеля ризоктониозом (*Rhizoctonia solani* Kuhn) приводит к угнетению основных физиологических процессов в растении: роста и разви-

Выводы

Выявлено, что в процессе пластического деформирования несущих стоек кабины величина разрушающей нагрузки, действующей на силовые элементы, снижается на 20...60 % в зависимости от формы сечений несущих конструкций кабины.

Методами компьютерного моделирования выявлен 20%-й запас по предельным нагрузкам, определен характер пластического деформирования сечений силовых элементов.

Установлено, что замена нижних горизонтальных силовых элементов задней стенки кабины раскосами повышает несущую конструкцию в среднем на 30 %.

Выявлено, что в условиях опрокидывания машины передним силовым контуром несущей конструкции поглощается около 25...35 % общей энергии удара, центральным — 30...50 %, задним контуром — 30...37 %.

Список литературы

1. Ким И.В., Зузов В.Н. Оценка прочности силовой структуры кузовов автобусов методами математического моделирования // Журнал ААИ. — Ч. 1. — 2008. — № 5. — С. 30–31.
2. Орлов Б.Н. Инновационные технологии обеспечения надежности рабочих элементов машин и оборудования: монография. — М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2013. — 320 с.

тия. Очевидно, ризоктониоз также влияет и на накопление вирусных частиц в растениях. Представляется целесообразным выяснить, как влияет это заболевание на накопление вирусов и как сочетаются в растениях противовирусные препараты при развитии вирусной инфекции.

Работа выполнена в лаборатории защиты растений МСХА имени К.А. Тимирязева, в течение вегетации проводили диагностику вирусов, вирусных болезней, ризоктониоза, велись наблюдения и учет (регистрация фенофаз, оценка развития растений, учет урожая и его элементов). Для диагностики вирусных болезней и идентификации их возбудителей использовали визуальный, серологический и иммуноферментный анализы. Использовались сорта Луговской и Невский.

В качестве противовирусных препаратов использовали: ДАДГТ, кампозан, крезацин, винур и его

производные. Препараты применяли путем обработки клубней перед посадкой и опрыскивания растений в течение вегетации. Посадка картофеля проводилась в оптимальные сроки для этого региона.

Поражение картофеля ризоктониозом приводит к угнетению роста. В литературе [1, 2] отмечалась зависимость между уровнем основных физиологических процессов в растениях, в первую очередь роста и степенью поражения растений этими болезнями. Зависимость репродукции вирусов от физиологического состояния растений дает основание предполагать, что чем интенсивнее будут идти процессы роста и развития растений, тем значительнее будет осуществляться процесс подавления репродукции вирусов. В процессе вегетации на накопление вирусов влияет ризоктониоз. А поскольку ризоктониоз относится к заболеваниям повсеместно распространенным и проявляющимся ежегодно, то оно может быть оценено как существенное.

Вредоносность ризоктониоза проявляется при всех формах развития, но особенно он опасен при поражении ростков клубней. Это хорошо видно из исследований: например, при учете всходов в варианте без ризоктониоза и без обработки число стеблей в среднем на сорте Луговской — 3,2 шт. и на сорте Невский — 4,6 шт.; в варианте с ризоктониозом без обработки в среднем на сорте Луговской — 2,0 шт. и на сорте Невский — 1,6 шт. на одном растении. К середине вегетации количество побегов увеличивалось за счет выхода оставшихся более слабых побегов и также в случае поражения ризоктониозом начинают развиваться боковые почки, так на сорте Луговской в контроле без ризоктониоза стало 4,0 шт., на сорте Невский — 4,1 шт., а в контроле с ризоктониозом на сорте Луговской 3,1 шт. и на сорте Невский — 2,3 шт. на одном растении. Растения ослаблены, плохо растут и дают небольшой урожай.

Высота растений в вариантах с ризоктониозом меньше на 18...25%, масса клубней меньше на 51...58%. Это связано с тем, что патоген развивается в проводящей системе стебля, нарушая тем самым как поступление воды, так и отток пластических веществ из листьев в клубни.

Влияние АВП и *Rhizoctonia solani* на содержание вирусных частиц (% от контроля, сорта Луговской, Невский)

Вариант		Растения, зараженные вирусами (по данным ИФА), %				
		ХВК	УВК	СВК	МВК	ЛВК
<i>Сорт Луговской</i>						
Контроль без обработки и с ризоктониозом		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Контроль без обработки (без ризоктониоза)		90,3	92,6	93,4	94,3	91,9
Крезацин	а	88,3	82,0	84,0	87,5	83,6
	б	83,7	81,0	78,9	81,6	81,2
Кампозан	а	82,9	79,9	82,6	83,4	84,0
	б	73,8	71,7	81,5	81,6	82,6
ДАДГТ	а	75,3	78,4	79,1	77,4	80,1
	б	72,3	74,3	74,3	76,2	76,7
Винур	а	73,7	74,1	73,6	74,5	73,0
	б	71,0	70,0	70,4	71,3	69,9
Ф-1153	а	70,0	71,0	72,7	71,9	72,0
	б	69,2	69,7	70,3	70,0	68,7
<i>Сорт Невский</i>						
Контроль без обработки и без ризоктониоза		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Контроль без обработки (с ризоктониозом)		92,3	93,6	94,3	95,2	92,5
Крезацин	а	89,3	85,0	83,9	86,5	84,6
	б	84,7	82,0	79,9	82,6	82,2
Кампозан	а	83,5	78,9	83,6	85,4	84,0
	б	77,3	74,7	81,7	82,5	81,6
ДАДГТ	а	74,3	78,8	79,5	77,4	80,1
	б	71,3	75,3	74,6	76,2	76,7
Винур	а	74,7	74,7	72,6	74,5	73,0
	б	71,1	72,0	71,4	72,3	69,9
Ф-1153	а	71,7	71,3	74,7	73,9	73,0
	б	69,8	69,8	71,8	70,1	69,7

Вирусы как внутриклеточные паразиты находятся в сильной зависимости от состояния клеток растения-хозяина. Растения, пораженные ризоктониозом, имеют большее содержание вирусных частиц примерно на 11...25% (таблица). В связи с этим автору представлялось целесообразным выяснить, существует ли корреляция между эффективностью АВП и накоплением вирусных частиц при поражении картофеля ризоктониозом. С этой целью проводились специальные опыты, в которых поражение ризоктониозом растения картофеля обрабатывали всеми АВП.

Исходная зараженность картофеля всеми определяемыми вирусами достигло 100% по обоим сортам, за контроль взят вариант без обработки и зараженный ризоктониозом, также для сравнения используется вариант без обработки, но не пораженный ризоктониозом. Это дает возможность выявить влияние препаратов.

Содержание вирусных частиц в растениях, пораженных ризоктониозом, возрастает примерно на 15...25%, это прослеживается по всем вариантам как на сорте Луговской, так и на сорте Невский. Применение всех изучаемых АВП сдерживает накопление вирусных частиц. Содержание вирусных частиц различных вирусов в растениях неодинаково. Сдерживающий эффект наблюдается при применении ДАДГТ, винура и его производных. Из способов применения препаратов лучшим является комплексный метод, а именно сочетание обработки клубней и опрыскивания в период вегетации.

Выводы

Таким образом, можно считать установленным, что поражение картофеля ризоктониозом способствует усилению развития вирусных болезней, однако АВП снижают этот процесс накопления так же, как и отсутствие ризоктониоза.

Полученные данные о влиянии ризоктониоза на процесс накопления вирусных частиц дают основание для включения в рекомендации по защите картофеля от вирусных болезней как обязательный прием — защита от ризоктониоза.

Применение противовирусных препаратов снижает негативное влияние, хотя никакого изменения развития симптомов ризоктониоза не наблюдается, поэтому противовирусные препараты в любой системе по защите растений будут нейтрализовать негативное влияние ризоктониоза на поражение картофеля вирусами.

Список литературы

1. Тийтс А.А., Агур М.О. Картофель и его болезни. Проблемы и перспективы. — Таллин, 1991. — С. 186.
2. Шмыгля В.А., Кинякин Н.Ф., Кутсаманова И.Н. Пути защиты картофеля от вирусной инфекции и ускоренного размножения оздоровленного материала // Известия ТСХА. — 1997. — Вып. № 4. — С. 133–145.

УДК 633.494

В.И. Старовойтов, доктор техн. наук

О.А. Старовойтова, канд. с.-х. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха

А.А. Манохина, канд. с.-х. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ТОПИНАМБУР КАК КОРМОВОЙ РЕСУРС

В целях развития кормовой базы и производства сырья для переработки, увеличения объемов экологически чистой продукции животноводства в России в рамках реализации программы союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» исследуются возможности использования топинамбура в качестве кормов. В Беларуси, Казахстане, Армении и в ряде регионов Российской Федерации высажены тестовые питомники топинамбура (Ленинградская, Тверская, Владимирская, Костромская, Кировская, Омская, Московская, Саратовская области, Краснодарский край, Кабардино-Балкария и др.). Ведутся наблюдения за развитием растений и урожаем.

В ИП «Глава крестьянско-фермерского хозяйства Строева Е.И.» Камешковского района Владимирской области организован тест-питомник и ведутся наблюдения за развитием растений, урожайностью топинамбура и возможностями использования в качестве кормов [1].

На современном этапе развития агропромышленного комплекса страны особое место приобретает рентабельное производство качественной молочной продукции, пользующейся спросом у на-

селения в условиях рыночной экономики. В связи с этим несомненной актуальностью обладают исследования по оценке эффективности использования в кормлении КРС высокоэнергетических кормов, приготовленных на основе топинамбура.

Корма, приготовленные из топинамбура (зеленая масса, силос, травяная мука), по физиологической ценности своего химического состава значительно превосходят традиционно используемые в скотоводстве (зеленая масса и силос из кукурузы, доннико-люцерновая травяная мука) [2].

В качестве кормовой культуры топинамбур должен получить широкое распространение в кормовых севооборотах хозяйств различной формы собственности. Топинамбур обеспечивает производство до 60...100 т/га зеленой массы растений с выходом 100 ц кормовых единиц и более с одного гектара площади пашни.

Надземная масса топинамбура может быть использована на корм скоту в виде зеленой подкормки, сена или в силосованном виде. Обладая способностью к отрастанию после стравливания, топинамбур может быть использован также в качестве пастбищного растения.

Зеленая масса по своей питательности не уступает и даже превосходит другие кормовые культуры. Выход зеленой массы и переваримого белка из топинамбура в расчете на 1 га посадок в 2...4 раза выше, чем у других кормовых растений. Например, в 1 ц зеленой массы топинамбура содержится 22,5 корм. ед. и 1,9 кг переваримого протеина, это больше, чем в кукурузе в 1,5...1,6 раза, а по выходу кормовых единиц — в 1,3 раза. Зеленая масса топинамбура, имея высокое содержание сухих веществ и растворимого сахара (в стеблях и листьях — до 14%), является отличным сырьем для силосования. Силос из зеленой массы земляной груши отличается высокими кормовыми достоинствами и по питательности уступает лишь кукурузному силосу, по вкусовым качествам он превосходит силос из подсолнечника. Его охотно поедают крупный рогатый скот, свиньи, овцы, козы и кролики. Так, 100 кг такого силоса содержит 1,2% переваримого белка и 17,7 корм. ед., тогда как силос из подсолнечника соответственно 0,8% и 17,0 корм. ед., из кукурузы — 0,6% и 19,8 корм. ед. [1].

Химический состав топинамбура меняется в зависимости от биологических особенностей сорта и почвенно-климатических условий, включающих агротехнику, погодные условия данного года произрастания, а также географический фактор. Содержание сухих веществ в топинамбуре колеблется: в наземной массе — 22...32%, в клубнях — 19...30%.

Зеленая масса служит источником для получения калия, магния, кальция и др.

Состав сухой зеленой массы топинамбура представлен в таблице [3].

Таким образом, по химическому составу, питательности и энергетической ценности топинамбур является ценной кормовой культурой и есть все основания утверждать, что корма из топинамбура можно отнести к высокоэнергетическим.

Одним из основных направлений государственной программы развития сельского хозяйства является всемирное развитие кормопроизводства. Кормопроизводство является основополагающей отраслью сельского хозяйства, научно-технический уровень развития которой определяет состояние животноводства и оказывает существенное влияние на решение обострившихся проблем стабилизации и биологизации земледелия и растениеводства, повышения плодородия почв и охраны окружающей среды. Анализ состояния научно-технического уровня кормопроизводства и животноводства за последние годы и перспектив развития этих отраслей в условиях рыночной экономики показывает, что для успешного развития животноводства, рыбовод-

Химический состав сухой зеленой массы топинамбура, %

Сорт топинамбура	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Жир	Зола	Ca	K	Mg
Скороспелка	20,0	13,4	3,6	11,4	1,80	2,75	0,56
Находка	21,3	12,5	4,5	12,1	1,96	2,70	0,65
Новость ВИРа	19,1	12,5	3,6	12,5	1,77	2,73	0,51

ства, содержания домашних животных необходимы прорывные инновационные решения. В перспективе стратегическим направлением дальнейшего развития кормопроизводства в стране наряду с зерновыми должен стать топинамбур. Зеленую массу топинамбура необходимо использовать для производства недорогих, качественных кормов как для крупных, так и для личных подсобных хозяйств.

Листья, стебли и клубни отличаются по уровню содержания азотистых веществ, в том числе и белка. Наиболее богаты ими листья, затем стебли и клубни. Содержание в зеленой массе переваримого протеина составляет 19,2 г/кг.

Клубни и надземная масса топинамбура содержат большое количество пищевых волокон, белка, аминокислот, в том числе незаменимых, витаминов, жизненно важных макро- и микроэлементов, а также органических и жирных кислот. По содержанию магния, железа, кремния, цинка, а также витаминов группы В и С топинамбур превосходит картофель, морковь, столовую свеклу. Его клубни не содержат алколоида солонина, образующегося на свету в сыром картофеле. Топинамбур обладает уникальной способностью накапливать высокое содержание инулина, который расщепляется в организме человека до фруктозы, необходимой страдающим диабетом [3].

Животные, которых кормят с самого раннего возраста кормами, приготовленными из топинамбура, в среднем втрое здоровее всех остальных и не нуждаются в антибиотиках. Топинамбур увеличивает надои молока на 20...25%, при этом повышается его жирность и содержание белка. Топинамбур увеличивает яйценоскость кур на 10% и резко улучшает вкусовые качества яиц.

При кормлении топинамбуром животных необходимо иметь в виду обычные меры предосторожности перевода животных на новые корма, т. е. в кормовой рацион включать топинамбур сначала понемногу, в дальнейшем все больше увеличивая дозу. Рекомендованные нормы ввода силоса топинамбура в ежедневный рацион: КРС — до 25...45 кг; овцы и козы — до 3...5 кг; свиньи всех возрастов — до 3...8 кг; лошади — до 8 кг; кролики, нутрии — до 0,25 кг; птица — до 0,04...0,25 кг [1].

На примере ИП «Глава КФХ Строева Е.И.» Камешковского района Владимирской области можно увидеть, что топинамбур очень неприхотливое ра-

стение. На первом этапе можно использовать только зеленую массу: скашивать несколько раз в процессе роста, что позволяет равномерно обеспечивать хозяйство кормами и сохранять возможности формирования клубней.

Отмечено, что животные с удовольствием едят как зеленую массу топинамбура, так и корнеплоды.

В ИП «Глава КФХ Строева Е.И.» на протяжении нескольких лет выращивается топинамбур с использованием зеленой массы на корма. Для снижения себестоимости и улучшения качества молочной продукции использовать в рационах коров в качестве энергетического корма топинамбур: в летний период зеленая масса растений составляет 30 %;

в зимний период рассыпная травяная мука — 10 % или силос — 30 % общей питательности рациона.

Список литературы

1. Картофель и топинамбур — продукты будущего / Д.Д. Королёв, Е.А., Симаков В.И. Старовойтов [и др.]. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 292 с.
2. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем // Сб. трудов ВНИИК им. В.Р. Вильямса. — М., 2014. — 138 с.
3. Топинамбур — инновационный ресурс в развитии экономики России / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев [и др.] // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. — 2013. — № 2. — С. 30–33.

УДК 62–63

Е.В. Быкова, канд. техн. наук

А.В. Гемонов

А.В. Лебедев

Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНОГО ЭТИЛОВОГО СПИРТА НА ТРАНСПОРТЕ

Значительная часть мирового энергопотребления приходится на транспорт, прежде всего автомобильный. Мировой парк насчитывает более 800 млн автомобилей, на его долю приходится почти половина всех вредных выбросов в атмосферу, а в крупных городах — до 85...90 % [1–7]. Решение многих проблем возможно только через развитие и внедрение энергосберегающих и экологически чистых транспортных технологий. Наиболее активно эти технологии развиваются и внедряются в странах, в которых запасы нефти и газа сильно ограничены, а также там, где постоянно ужесточаются требования по охране окружающей среды, а национальная политика ориентирована на применение более экологически чистых видов моторного топлива (США, Япония, Европа). Производители транспортных средств поставлены перед необходимостью постоянно внедрять в эксплуатацию все более энергетически эффективные и экологически чистые способы приведения их в движение, например, использование альтернативных видов топлива, к которым относятся спиртовое топливо, в частности топливный этанол.

Автомобили, способные работать как на бензине, так и на спиртобензиновых смесях, в США называют Flex-Fuel Vehicle, или FFV. В Бразилии такие автомобили называют гибридными.

Спирты — это производные углеводов, в молекулах которых один или несколько атомов

водорода замещены на функциональную группу ОН. Этанол (этиловый спирт, метилкарбинол, винный спирт, гидроксид пентагидрокарбония, часто в просторечии просто «спирт» или «алкоголь») — C_2H_5OH или CH_3-CH_2-OH , второй представитель гомологического ряда одноатомных спиртов. Это легковоспламеняющаяся, бесцветная жидкость с характерным запахом, закипающая при температуре 78,3 °С. Основным источником получения этанола в настоящее время служит возобновляемое растительное сырье (сахарный тростник, сахарная свекла, картофель, кукуруза и др.).

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с принудительным воспламенением могут работать на чистом спирте. Однако в настоящее время все большее развитие получают двигатели, работающие на бензоспиртовых смесях, в которые для предотвращения расслоения при хранении добавляют соответствующие присадки высоких спиртов [1–3, 5].

За рубежом товарное топливо, состоящее из смеси бензина и этанола, имеет буквенно-числовое обозначение: буква Е и число. Число обозначает процентное содержание этанола. Например, Е85 означает смесь из 85 % этанола и 15 % бензина.

Основные свойства этанола, бензоспиртовой смеси Е85 в сравнении с бензином приведены в табл. 1 [1, 6, 7].

При малом содержании в бензине спирта последний выполняет лишь функцию антидетонаци-

Таблица 1

Сравнительные свойства бензина, этанола и Е85

Свойство	Этанол	Бензин (ОЧ 85)	Е 85
Химическая формула	C ₂ H ₅ ОН	C ₄ –C ₁₂	–
Содержание, % по массе: С/Н/О	52/13/35	85...88/12...15/–	57/13/30
Октановый индекс (ОИ)	98...100	86...94	96
Цетановое число	8	12...14	10
Низшая теплота сгорания, кДж	26 000	44 000	–
Бензиновый эквивалент, галлон	1,5	1	1,4
Пробег на 1 галлон, %	70	100	72
Потребное увеличение бака к бензиновому	1,5	1	1,4
Пределы воспламенения смеси, % объемного содержания топлива при 20 °С	3...19	1...8	2...14
Температура воспламенения, °С	363...404	255...370	–
Плотность, кг/м ³ при 20 °С	789,3	720...770	–
Вероятность запуска двигателя при температурах ниже 0 °С	Низкая	Высокая	Удовлетворительная
Изменение мощности двигателя	+5 %	–	+3...5 %
Стехиометрический состав смеси	1:9	1:14,7	1:10
Скрытая теплота испарения, кДж/кг	840	330...350	–
Температура вспышки, °С	13	–27...39	–
Температура кипения, °С	78,4	–	–

Примечание. $OИ = (OЧИ + OЧМ) / 2$, где *OЧИ* — октановое число, определенное исследовательским методом, *OЧМ* — октановое число, определенное моторным методом.

онной присадки и его объемное содержание ставится в зависимости от климатических условий эксплуатации, влияющих на пусковые характеристики двигателя, от степени решения проблемы расслоения смеси топлива, желаемой степени снижения токсичности отработавших газов. Кроме того, бензоспиртовые смеси повышают экологические характеристики двигателей (табл. 2 и 3).

Сравнивая физико-химические свойства спиртовых и нефтяных видов моторного топлива, можно сделать некоторые общие заключения. Близкие значения массовой теплотворности смеси стехиометрического состава для рассмотренных видов топлива, несмотря на существенно более низкие значения теплоты сгорания спиртов по сравнению с бензином, указывают на то, что использование в качестве топлива спиртов не должно оказать заметного влияния на мощностные показатели двигателей.

Наличие значительного количества кислорода в составе спиртов предопределяет заметное уменьшение теоретически необходимого количества воздуха для сжигания 1 кг спирта по сравнению с бензином, вследствие чего приспособление двигателей к работе на спиртах потребует внесения соответствующих изменений в топливоподающую систему и увеличенных емкостей для их хранения.

Высокая скрытая теплота испарения спиртовых видов топлива, особенно метанола, вызывает затруднения при холодном пуске двигателей. Так, холодный пуск двигателей, работающих на спирте, затруднен уже при температуре ниже 10 °С при карбюраторном питании и ниже 5 °С при использовании систем впрыска. Проблема в известной степени решается добавлением в спиртовые виды топлива низкомолекулярных ароматических углеводородов или эфиров. Для устойчивости работы в режиме прогрева использование спирта требует более высокой энергии искрового разряда в свечах зажигания, чем использование бензина.

Низкая вязкость спиртов затрудняет смазку топливоподающей аппаратуры, а относительно высокая электропроводность совместно с высоким содержанием в спиртах кислорода вызывают необходимость решения проблем, связанных с коррозией и химическим разрушением материалов, контактирующих со спиртовым топливом [1, 2, 5, 6].

Таблица 2

Концентрация спирта для повышения октанового числа топлива (смесь спирт–бензин) на одну единицу ОЧ смеси, % по массе

Спирт	Бензин (ОЧ 92)	Бензин (ОЧ 95)	Бензин (ОЧ 98)
Метанол	1,19	2,0	2,46
Этанол	1,07	1,44	1,64
Пропанол	1,25	2,0	2,14
Бутанол	2,00	5,29	4,11
Изобутанол	1,72	4,11	–

Таблица 3

Сравнение бензоспиртовых смесей Е10 и Е85 с бензином по токсичности выбросов

Компоненты отработанных газов	Много меньше	Меньше	Одинаково	Больше
СО	Е10	–	–	85
SO ₂	Е85	Е10	–	–
NO _x	–	–	Е10, Е85	–
Летучие компоненты	–	Е85	–	Е10
СО ₂	Е85	Е10	–	–

Основы технологии были созданы компанией FORD в 80-е годы прошлого века. Двухтопливные автомобили могли работать на смеси бензина и спирта в любой пропорции, используя одни и те же компоненты топливной системы (бак, топливопроводы, топливodosирующие элементы). Материалы, применяемые для элементов топливной системы, должны обладать повышенной устойчивостью к коррозии, так как этанол более коррозионно активен, чем бензин.

Как показала практика, спиртобензиновые виды топлива, содержащие до 15...20% этанола, могут применяться в любом бензиновом ДВС. Смеси, содержащие более 20% этанола, требуют внесения изменения в топливную систему и систему управления режимами работы двигателя.

К середине 1980-х годов был создан относительно дешевый и надежный датчик, позволяющий анализировать состав отработавших газов. К этому же времени развитие в области микроэлектроники позволило настолько удешевить производство микросхем, что на их основе стало возможно производство доступных для массового пользования блоков управления различными системами автомобиля (АБС, подушки безопасности, системы питания и зажигания). На основе датчика кислорода (лямбда зонда) и микропроцессорного блока управления режимами работы двигателя был разработан блок, анализирующий состав поступающей в цилиндры двигателя смеси и управляющий ее составом посредством изменения количества подаваемого топлива в зависимости от пропорции спирта и бензина в нем.

Таблица 4

Пути повышения эффективности двигателей, работающих на бензоспиртовых (спиртобензиновых) смесях

Преимущества этанола по сравнению с бензином	Технологии, позволяющие реализовать преимущества
Высокое октановое число	Турбонаддув высокого и низкого давления
Высокая скрытая теплота сгорания	Повышение степени сжатия более 14
Широкий диапазон пределов воспламенения смесей	Непосредственный впрыск; применение обедненных смесей; применение нейтрализаторов NO _x

Таблица 5

Влияние степени сжатия на характеристики ДВС

Год выпуска	Степень сжатия	Мощность двигателя, %	Крутящий момент, %	Топливная экономичность, %
2003	10,1	+3	+2	-25...35
2008	12,5	+7	+5	-25...30
2012	13,5	+9	+7	-20...25

Основные отличия автомобиля FFV от бензинового незначительны:

а) общие элементы топливной системы (топливный бак, топливопроводы, фильтрующие элементы), повышенная антикоррозионная стойкость применяемых материалов. Как правило, в качестве материалов применяются пластмассы или металлы, покрытые пластиковыми материалами;

б) топливodosирующие элементы — форсунки, работающие на повышенном давлении и с большей пропускной способностью.

В крупнейших научных центрах продолжают исследования по повышению эффективности применения бензоспиртовых смесей в современных и перспективных двигателях. Основные направления их развития приведены в табл. 4.

Хорошо известно положительное влияние степени сжатия на увеличение термического КПД и других характеристик двигателя. В табл. 5 показано влияние повышения степени сжатия ДВС, произведенных в Бразилии, на их технико-экономические характеристики [3, 5].

Развитие спиртовых автомобилей в Бразилии началось во времена нефтяного кризиса 1970-х годов. Проектированию и производству автомобилей, работающих на спирте, способствовали субсидии правительства в рамках программы Proalcool. В рамках этой программы в штате Сан-Паулу весь парк бензиновых автомобилей перевели на спиртовое топливо [4, 7].

При этом возник ряд серьезных проблем, среди которых коррозия элементов топливной системы, плохая карбюризация и проблемы с пуском двигателя. С переходом от карбюраторов к впрыску топлива эти вопросы были сняты.

В 1970-е годы спирт добавлялся к бензину в процентном соотношении 20...25%. Субсидии, представленные правительством, и высокие цены на нефть привели к тому, что стоимость литра спирта стала ниже, чем бензина. В результате в 1980-е годы 100% автомобилей работали на спирте. В 1984 году 94,4% проданных автомобилей были предназначены для работы на чистом спирте [4].

В 1986 году цены на нефть упали. К этому времени более 20 млрд долл. были вложены в сотни заводов по производству спирта, более 5 млн автомобилей потребляли этанол, была создана соответствующая инфраструктура. В 1989 году произошло сокращение производства спирта из-за нестабильности на мировом рынке сахарной продукции. Программе Proalcool был нанесен серьезный удар, и, хотя официально она не была закрыта, начиная с 1998 года субсидии на ее поддержку стали уменьшаться.

Главные цели программы были достигнуты, так как с начала ее введения Бразилии удалось избежать импорта нефти на сумму более 20 млрд долл. в год. Сегодня Бразилия является крупнейшим произво-

дителем и экспортером этанола. Этанол составляет более 20 % от общего объема топлива, потребляемого в этой стране. Достигнутый прогресс, прежде всего, связан с тем, что бразильский этанол имеет самую низкую себестоимость в мире. С одного гектара плантаций сахарного тростника в Бразилии получают 4...6 тыс. л этанола, а, например, в США кукурузный гектар дает всего около 2 тыс. л [3]. Таким образом, было доказано, что при государственной поддержке, регулировании и стимулировании рынка энергоносителей можно существенно уменьшить зависимость от импортируемой нефти.

Когда утверждалась программа Proalcool, критики указывали на ее негативное влияние на экологию и повышение стоимости побочных затрат в будущем. Среди прочих недостатков программы назывались: обострение проблем на рынке труда, загрязнение водных ресурсов, увеличение выбросов при традиционном сгорании отходов и обострение конкуренции с продуктами питания и сельского хозяйства. Многие из них были постепенно сняты за счет применения более современных технологий.

Переход к применению альтернативного топлива был в то время вызван стратегическими и экономическими факторами, поскольку в середине 1970-х годов еще не столь остро стоял вопрос уменьшения выбросов парниковых газов. Это был один из первых серьезных шагов на пути использования возобновляемого топлива вместо ископаемого.

Этанол более экологичен, чем нефть. При его сгорании в двигателе выделяются меньше окислов углерода (CO), а при выращивании тростника происходит абсорбция CO₂, относящегося к парниковым газам [4, 5]. Опыт программы Proalcool показал, что в Сан-Паулу значительно сократилось загрязнение воздушного бассейна.

В 1994 году бразильский филиал компании Robert Bosch Group начал продвигать разработку и реализацию двигателей по технологии FFV в Бразилии, отказавшись от производства двигателей, работающих только на спиртовом топливе. Возможность применения и бензина, и спирта в двигателях открывала дополнительные возможности для потребителей, а производителям автомобилей не пришлось создавать два разных конвейера для выпуска спиртовых и бензиновых автомобилей. На конец 2008 года в Бразилии автомобили FFV выпускали три основных производителя: Fiat, GM и Volkswagen. Уже в 2003 году эти компании представили авторынку страны 12 моделей автомобилей (23 версии), которые активно продавались. Только за первые 6 мес. 2004 года в Бразилии было продано 119 925 автомобилей FFV. В июне продажа достигла 31 183 шт. [4, 7].

Как и ожидалось, автопроизводители прекратили производство автомобилей, работающих только на спирте, так как потребители стали предпочитать автомобили FFV, удовлетворяющие широким уров-

ням эксплуатации. Автопроизводители, предвидя огромный потенциал роста продаж, делали большие инвестиции в технологии FFV. Почти три десятилетия эксплуатации автомобилей на спиртовом топливе позволили поднять технологии FFV на высокий уровень. Автомобили FFV по эксплуатационным характеристикам сравнимы с бензиновыми и даже имеют лучшие результаты по ускорению и максимальной скорости, но меньший пробег на одну заправку (потребление спирта почти на 30% больше, чем бензина).

Переход к технологиям FFV в других странах потребует создания соответствующей инфраструктуры, внесения изменений в технологию производства на существующих заводах. Важно также отметить, что общие затраты при производстве двигателей FFV не сильно отличаются от производства обычных бензиновых двигателей и автомобилей. Так, уже сейчас большинство ведущих автопроизводителей, стремясь снизить массу автомобиля, широко используют пластмассы, в том числе и при изготовлении элементов топливной системы (баки, топливопроводы, топливная рампа).

Несмотря на широкие перспективы, дальнейшее наращивание производства FFV-автомобилей без больших капитальных вложений и поддержки автомобильных компаний добиться положительных результатов невозможно.

Распространение технологии FFV будет зависеть от следующих факторов: а) развитие заправочных станций; б) заинтересованность существующих и новых производителей в выпуске автомобилей по данной технологии; в) снижение стоимости топливного этанола; г) ужесточение экологических стандартов для топлива и двигателей.

Правительства ряда стран (Китай, США, Южная Африка, Австралия, Швеция, Таиланд, Индия, Канада) стимулируют продвижение FFV-технологии за счет предоставления производителям субсидий и налоговых льгот. Это позволяет инновационным компаниям вместе с дистрибьюторами топлива расширять использование этой технологии в мире.

В 2005 году в США более 5 млн автомобилей были оборудованы FFV-двигателями. В конце 2006 года в США эксплуатировалось 6 млн FFV-автомобилей. Общий мировой парк FFV к 2008 году составлял более 20 млн автомобилей [5].

Неуклонно растет и сеть заправочных станций. Во всем мире в 2008 году насчитывалось более 36 000 заправок, предлагающих спиртосодержащее топливо. Из них более 1900 заправочных станций продают E85 в США (по данным на январь 2009 года). В целом в стране автомобильное топливо продают около 170 000 заправочных станций [5]. Растет и количество бензоспиртовых заправок в Европе. Например, в Швеции их около 1200. В Бразилии около 39 000 заправочных станций продают этанол (конец 2008 года).

Опыт применения спиртов в Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро показал, что возможно значительно улучшить состояние воздушной среды в мегаполисах. Развитие технологии FFV является одним из этапов перехода к экологически чистым транспортным технологиям на основе топливных элементов, которые пока находятся на начальной стадии коммерциализации. Переход к применению технологии FFV в других странах может существенно отличаться от бразильского опыта. Могут потребоваться большие усилия для их развития: дополнительные инвестиции в развитие заводов по производству относительно дешевых спиртов, строительство сети заправочных станций и обучение персонала, формирование общественного мнения и т. д.

В России для производства топливных спиртов имеется достаточно серьезная сырьевая, технологическая и промышленная база. В 2004 году введен в действие ГОСТ Р 52201–2004 на этаноловое моторное топливо (бензолы). Уже пять нефтеперерабатывающих заводов отрасли провели все необходимые исследования и испытания для выпуска бензина АИ-92, содержащего в своем составе 5 % этанола, и получили соответствующие разрешения Госстандарта России (допуск к производству и применению).

Развивая технологии FFV в России, можно одинаково успешно решить комплекс социально-экономических задач, среди которых следующие: а) диверсификация энергоносителей; б) развитие сельского и лесного хозяйства; в) повышение занятости населения; г) оздоровление воздушного бассейна в крупных городах; д) дальнейшее увеличение экспорта нефти и газа.

Можно отметить основные факторы, стимулирующие распространение этанола в качестве топлива массового потребления: а) этанол — проверенное практикой топливо для мобильных транспортных средств, одобренное как в чистом виде, так и в каче-

стве добавок к бензинам для повышения их экологических и антидетонационных свойств; б) производство этанола возможно из любого органического сырья, что в дальнейшем может привести к снижению его себестоимости; в) этанол содержит больше энергии, чем требуется для его производства; г) этанол — биоразлагающееся вещество, способное к разложению как в воде, так и в почве; д) производство этанола способствует развитию экономики и занятости населения в аграрных районах; ж) эффективное применение топливного этанола потребует значительного повышения уровня технического состояния средств хранения и транспортирования горючего, заправки техники; з) этанол повышает конкурентоспособность через развитие новых технологий. Использование в качестве сырья лигнинов и других органических отходов деревообрабатывающей и сельскохозяйственной промышленности может в перспективе повысить энергетическую безопасность и значительно сократить выбросы парниковых газов.

Список литературы

1. Беляев С.В., Беляев В.В. Топлива для современных и перспективных автомобилей. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. — 236 с.
2. Макаров Б.В., Петрышкин А.А. Спирты как добавки к бензину // Автомобильная промышленность. — 2005. — № 8. — С. 24–26.
3. Brusstar M. Sustainable Technology Chooses for Alternative Fuels. USAF XV // International symposium on Alcohol Fuels. September 2005. — Режим доступа: <http://www.epa.gov>
4. Alternative Fuel in Brazil Flex-Fuel Vehicles. — Режим доступа: <http://www.cse.unc.edu>
5. Launder K. From promise to purpose: opportunities and constraints for ethanol-based transportation fuels // MSU. DRD. — 2001. — P. 49.
6. Macdonald Th. Alcohol fuel flexibility — progress and prospects // CEC-600–2005–308. September 2005.
7. Swartz A. An Introduction to Fuel Ethanol // Briefing to the Sao Paulo Sugar Cane Agroindustry Union, Sao Paulo, Brasil, February 2005.

УДК 556.16

А.В. Перминов, канд. техн. наук
М.А. Смирнова

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ОЦЕНКА ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Вопрос о распределении стока внутри года является довольно сложным. При его исследовании необходимо принимать в расчет целый ряд взаимосвязанных факторов, однако степень влия-

ния каждого из них учесть в полной мере практически не возможно.

Если рассматривать речной сток внутри года, то совершенно очевидно, что факторы, действующие

щие на речной сток в весенний, летне-осенний и зимний периоды, будут различны. Следствием является то, что гидрограф стока будет иметь определенные закономерности во времени [1, 2].

На внутригодовое распределение стока оказывают влияние климатические, физико-географические и антропогенные условия [1]. Среди всех факторов хозяйственной деятельности создание водохранилищ оказывает ключевое влияние на внутригодовое распределение стока в замыкающем створе реки. Необходимо отметить, что в условиях естественного режима и неизменности климата внутригодовое распределение речного стока характеризуется некоторой устойчивостью, поскольку за многолетний период внутригодовое распределение метеорологических факторов можно считать относительно устойчивым, также немалую роль здесь играет способность водосбора аккумулировать сток. Со строительством водохранилищ происходят изменения в режиме внутригодового распределения стока [3].

При расчете внутригодового распределения стока применяют следующие методы: водного баланса, компоновки и реального года.

Волга составляет группу рек с преобладанием снегового питания (60 % годового стока). Поэтому в естественном режиме реки выделяются высокое весеннее половодье (апрель–июнь), летне-осенняя (июль–ноябрь) и зимняя межень (декабрь–март) с малой водностью.

Оценка закономерностей внутригодового распределения стока осуществлялась по многолетним рядам наблюдений за притоком в водохранилища Верхневолжского каскада за период 1914/1915–2010/2011 гг. ($n = 97$ лет). В работе рассматривались частные водосборы Ивановского, Угличского, Рыбинского, Горьковского и Чебоксарского водохранилищ.

На первом этапе исследования были построены диаграммы площадей частных водосборов (в процентах от общей) и диаграммы годового, весеннего и меженного стока (сезоны лето–осень и зима) (рис. 1).

Анализируя диаграммы, можно увидеть, что самую большую площадь занимает частный водосбор Чебоксарского водохранилища — 375 тыс. км², наименьшая площадь у водосбора Угличского водохранилища, она равна 19 тыс. км². Соответственно, наибольший годовой сток (в процентном отношении) формируется на Чебоксарском водосборе (52,1%), наименьший — на Угличском (3,8%). Поскольку в период весеннего половодья формируется основная часть стока, то, как видно из диаграмм (рис. 1б), наблюдается аналогичная ситуация: большая часть весеннего стока образуется на частном водосборе Чебоксарского водохранилища, который составляет половину всего стока, формирую-

щегося на Верхней Волге — это 50,7%. Наибольший сток за летне-осеннюю и зимнюю межень поступает в Чебоксарское водохранилище (51,8 и 57,9% соответственно). Таким образом, Чебоксарское водохранилище занимает самую большую площадь и дает около половины стока каскаду Верхневолжских ГЭС.

Далее по указанным выше данным о боковой приточности был проведен анализ закономерностей пространственной изменчивости речного стока. Для решения этой задачи были построены матрицы взаимной корреляции рядов сезонного стока частных водосборов Верхневолжской ВХС (табл. 1–3).

В целях районирования выделялись территории, однородные по структуре и внутригодовой динамике речного стока. За критерий однородности авторы выбрали величину коэффициента взаимной корреляции, равную или больше 0,7. Анализ полученных матриц показал следующее. За пери-

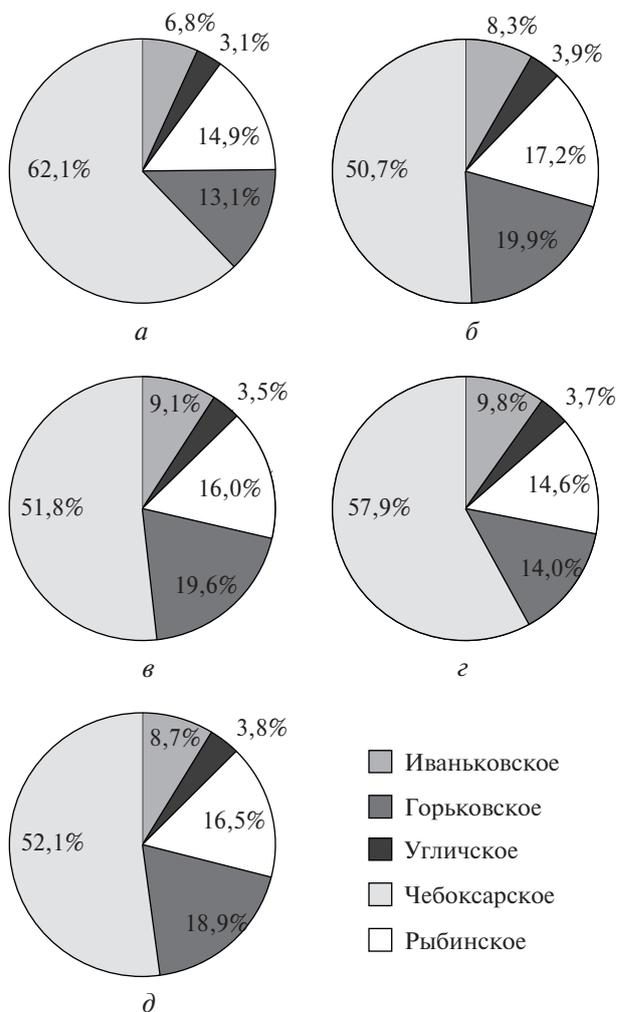


Рис. 1. Диаграммы:
 а — площадей частных водосборов (в процентах от общей) Верхневолжского каскада водохранилищ;
 б — половодья; в — летне-осенней межени;
 г — зимней межени; д — годового стока

Таблица 1

Матрица взаимной корреляции рядов весеннего стока

Водохранилище	Иваньковское	Угличское	Рыбинское	Горьковское	Чебоксарское
Иваньковское	1,00	0,75	0,72	0,63	0,60
Угличское		1,00	0,72	0,63	0,62
Рыбинское			1,00	0,63	0,50
Горьковское				1,00	0,64
Чебоксарское					1,00

Таблица 2

Матрица взаимной корреляции рядов летне-осеннего стока

Водохранилище	Иваньковское	Угличское	Рыбинское	Горьковское	Чебоксарское
Иваньковское	1,00	0,79	0,63	0,64	0,70
Угличское		1,00	0,68	0,64	0,54
Рыбинское			1,00	0,71	0,44
Горьковское				1,00	0,64
Чебоксарское					1,00

Таблица 3

Матрица взаимной корреляции рядов зимнего стока

Водохранилище	Иваньковское	Угличское	Рыбинское	Горьковское	Чебоксарское
Иваньковское	1,00	0,84	0,64	0,53	0,70
Угличское		1,00	0,61	0,56	0,66
Рыбинское			1,00	0,76	0,53
Горьковское				1,00	0,53
Чебоксарское					1,00

од весеннего половодья можно выделить три однородных района: водосборы Иваньковского, Угличского и Рыбинского водохранилищ; водосбор Горьковского водохранилища; водосбор Чебоксарского водохранилища. Для сезона летне-осенней межени типичны три однородных района: водосборы Иваньковского и Угличского водохранилищ; водосборы Рыбинского и Горьковского водохранилищ; водосбор Чебоксарского водохранилища. И, наконец, для зимнего периода также характерны три района: водосбор Иваньковского и Угличского водохранилищ; водосборы Рыбинского и Горьковского водохранилищ; водосбор Чебоксарского водохранилища. На основе выполненного анализа можно заключить, что некая раздробленность районов, вероятно, вызвана несущественным территориальным разграничением климатических и физико-географических факторов, которые играют одну из главных ролей в формировании стока в бассейне Верхней Волги.

Затем производилась оценка связи годового стока с сезонным. С этой целью определялись коэффициенты взаимной корреляции годового стока с весенним, летне-осенним и зимним стоком. Ре-

зультаты такой оценки представлены в табл. 4. Анализируя данные таблицы, можно увидеть, что связь между сезонным и годовым стоком на всех водосборах довольно значимая. Наиболее тесная связь наблюдается между годовым и летне-осенним стоком и между годовым стоком и весенним половодьем. Коэффициенты корреляции находятся в пределах от 0,55 до 0,80. Немного слабее оказываются связи между годовым стоком и зимней меженью: коэффициенты корреляции изменяются от 0,37 до 0,65. Такая оценка еще раз подчеркивает большую роль весеннего половодья в формировании годового стока.

Очень часто в гидрологических исследованиях совокупность условий, под влиянием которых формируются случайные величины, изменяется, вследствие чего изменяется и сама случайная величина. Такого рода случайные величины, которые меняются во времени их наступления, именуются случайными функциями [2]. В качестве параметров случайных функций выступают неслучайные характеристики: математическое ожидание, дисперсия,

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между сезонным и годовым боковым притоком в водохранилища Верхневолжского каскада

Водохранилище	Связь	Коэффициент корреляции
Иваньковское	Год — половодье	0,55
	Год — лето—осень	0,72
	Год — зима	0,53
Угличское	Год — половодье	0,60
	Год — лето—осень	0,70
	Год — зима	0,65
Рыбинское	Год — половодье	0,73
	Год — лето—осень	0,77
	Год — зима	0,49
Горьковское	Год — половодье	0,76
	Год — лето—осень	0,75
	Год — зима	0,37
Чебоксарское	Год — половодье	0,80
	Год — лето—осень	0,72
	Год — зима	0,63

асимметрия, коэффициент корреляции. Вследствие этого на следующем этапе исследования была проведена оценка временных закономерностей стока, где в качестве аппарата исследования применялись статистические методы.

Среднее значение стока за весенний сезон в многолетний период в бассейне реки изменяется от 2,3 (частный водосбор Угличского водохранилища) до 29,7 км³ (водосбор Чебоксарского водохранилища). Коэффициент изменчивости величин стока варьируется от 0,27 до 0,34. Коэффициент асимметрии принимает различные значения: от 0,55 до 0,68.

Для анализа связей между стоком смежных лет были построены графики автокорреляционных функций. На рис. 2 приведен график автокорреляционной функции ρ Волги в створе Чебоксарского гидроузла. Для бассейна Верхней Волги присуща низкая автокорреляция во временных рядах стока весеннего половодья (рис. 2а), коэффициент автокорреляции не превышает 0,19. Поэтому связь между стоком смежных лет практически отсутствует и ряд половодья можно считать последовательностью независимых случайных величин.

Среднемноголетняя величина летне-осенней межени находится в пределах от 0,93 (водосбор Угличского водохранилища) до 13,69 км³ (водосбор Чебоксарского водохранилища). Коэффициент вариации величин стока меняется от 0,35 до 0,73. Коэффициент асимметрии изменяется в пределах от 0,69 до 1,45.

В многолетних рядах летне-осенней межени аналогично наблюдается небольшой разброс коэффициентов автокорреляции (рис. 2б). На частных водосборах Ивановского и Рыбинского водохранилищ практически отсутствует связь между смежными членами ряда, коэффициент автокорреляции здесь меньше 0,2. На остальных водохранилищах наблюдается более тесная связь между членами ряда, однако коэффициент корреляции достигает не более 0,34.

Среднемноголетняя величина зимней межени в бассейне Верхней Волги изменяется в пределах от 0,58 км³ на водосборе Угличского водохранилища до 9,01 км³ на водосборе Чебоксарского водохранилища. Коэффициенты вариации величин стока принимают значения в интервале 0,4...0,9. Коэффициенты асимметрии изменяются от 0,82 до 1,7.

Во временных рядах зимнего стока наблюдается высокая автокорреляция на водосборе Чебоксарского водохранилища (0,62) (рис. 2в). Остальным водосборам присуща автокорреляция в пределах 0,12...0,43. Водосбору Рыбинского водохранилища свойственна низкая автокорреляция во всех внутригодовых рядах.

Для сезонного стока иногда характерна тесная корреляционная связь между смежными членами

ряда, что дает возможность применять в таких случаях для описания сезонных величин стока простую цепь Маркова.

Для оценки изменений внутригодового распределения стока под влиянием водохранилищ были построены расчетные гидрографы маловодных лет обеспеченностью 75 % методом компонов-

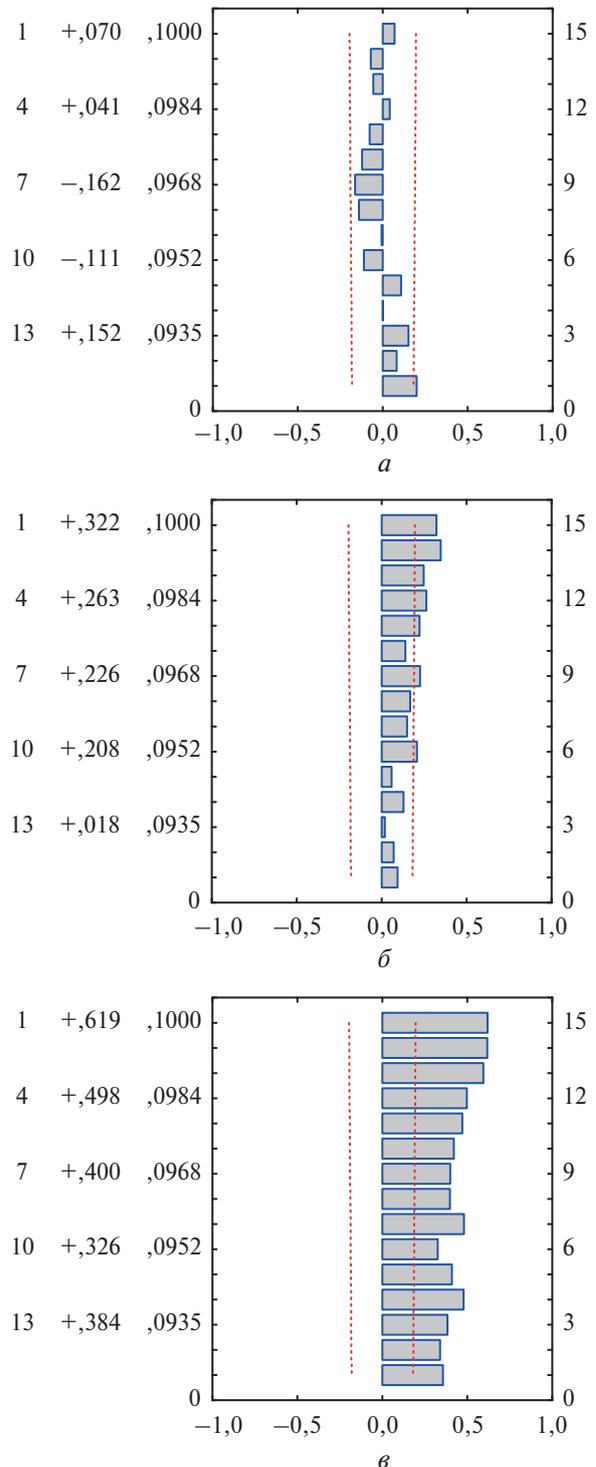


Рис. 2. Графики автокорреляционной функции ρ Волги в створе Чебоксарского гидроузла: а — половодье; б — лето-осень; в — зима

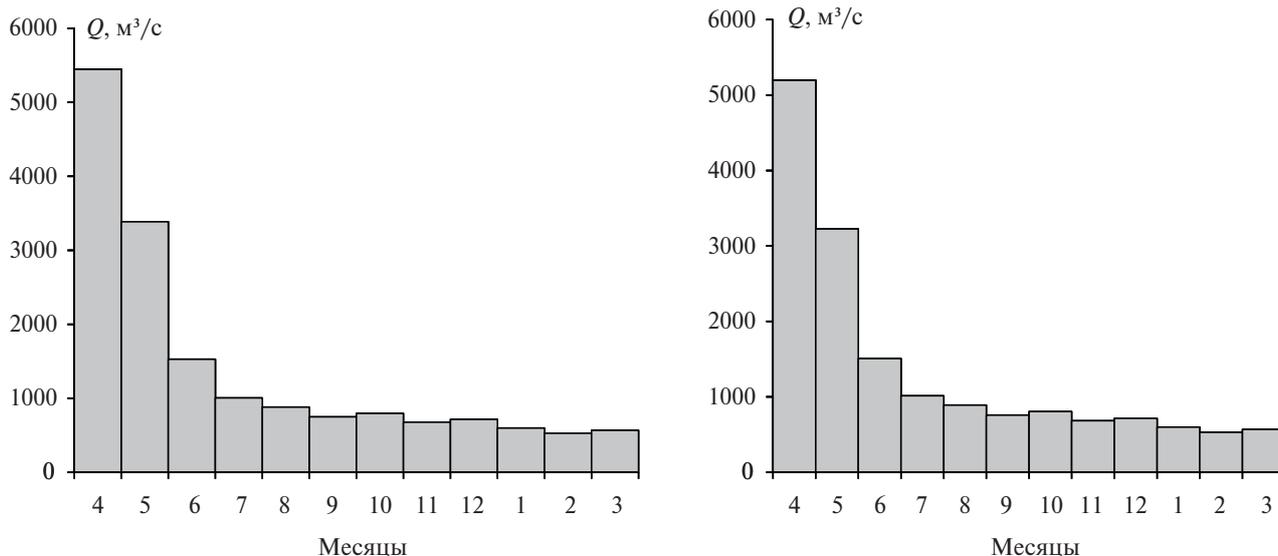


Рис. 3. Расчетные гидрографы р. Волга в створе Чебоксарского гидроузла при $p = 75\%$, построенные методом компоновки: а — по фактическим рядам; б — по условно-естественным рядам

ки по фактическим рядам наблюдений. На рис. 3а приведен расчетный гидрограф в створе Чебоксарского гидроузла.

Из гидрографа видно, что в створе Чебоксарского гидроузла пик весеннего половодья наступает в апреле. Во внутригодовом разрезе на всех водохранилищах бассейна Верхней Волги наблюдается низкая летне-осенняя и зимняя межень.

Гидрографы всех водохранилищ каскада отвечают условиям формирования максимальных расходов половодья. Они имеют форму с одной вершиной с наибольшей крутизной ветвей подъема и спада, с более резким переходом от зимней межени к подъему и от спада к летней межени.

Форма и очертания гидрографов притока к водохранилищам, построенных методом компоновки, схожи с формой гидрографов, построенных по условно-естественным рядам (рис. 3б).

Таким образом, была сделана попытка произвести анализ основных факторов, влияющих на процессы формирования стока внутри года. Рассмотрение вопроса показало, что на распределение стока внутри года в бассейне Верхней Волги влияют как климатические, так и антропогенные факторы, заметную роль играют также и физико-географические условия, определяющие режим стока.

Список литературы

1. Железняков Г.В., Овчаров Е.Е. Инженерная гидрология и регулирование стока. — М.: Колос, 1993. — 464 с.
2. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. — М.: Гидрометеоздат, 1974. — 426 с.
3. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. — Л.: Гидрометеоздат, 1989. — 334 с.

УДК 639.111.16:004

М.К. Чугреев, доктор биол. наук

В.И. Федотенков, канд. биол. наук

И.С. Ткачева

С.Р. Янгальчев

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЧЕТА РЕСУРСОВ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ОГРАНИЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Знание закономерностей и принципов распространения любого вида животных позволяет установить его потребности к различным экологическим условиям, качеству местообитания и факторам, обуславливающим это качество в разные периоды годового цикла. В итоге открываются допол-

гическим условиям, качеству местообитания и факторам, обуславливающим это качество в разные периоды годового цикла. В итоге открываются допол-

нительные возможности для разработки научных основ охраны и рационального использования ресурсов копытных животных.

Имеющиеся современные технологии позволяют повысить качество учетных и исследовательских работ, усовершенствовать их методики. Данные, полученные в результате использования геодезических информационных систем (ГИС), и их анализ могут быть весьма полезны для ведения сельскохозяйственного производства и рационального природопользования, в том числе на ограниченных и особо охраняемых территориях. Это система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информацией об объектах растровой и векторной графики.

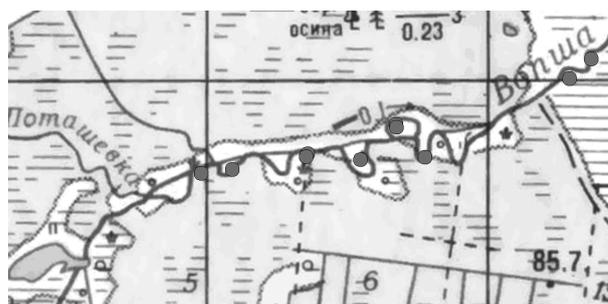
Авторы применили ГИС-технологии для изучения закономерностей распространения копытных животных на примере лося, как метод, позволяющий эффективно решать основные задачи зоогеографии. В ходе исследований подтвердили возможность использования GPS-навигации для учета численности копытных животных и определили характер его в государственном природном заказнике «Ярославский» на пограничной территории с охотхозяйством «Келнотское» Некрасовского района Ярославской области.

По реке Вопше, служащей границей между двумя хозяйствующими субъектами, был проделан маршрут протяженностью 10 км для регистрации местонахождения копытных животных. В работе использовался портативный GPS-навигатор Garmin Oregon 450. Этот прибор обладает высокочувствительным GPS-приемником (функция WAAS и технология прогнозирования местоположения спутников HotFix, которая обеспечивает быстрый и точный расчет координат), барометрическим альтиметром (отслеживание изменения давления для вычисления высоты, график барометрического давления относительно времени позволяет следить за изменениями погоды), 3-осевым электронным компасом, слотом для карты памяти microSD, поддерживает такие функции, как беспроводной обмен данными (путевыми точками, треками, маршрутами), который бывает необходим при работе в группе (размеры 5,8 × 11,4 × 3,5 см; диагональ 7,6 см; вес 192,7 г). Прибор поддерживает растровые карты и космоснимки, имеет функцию расчета площади. Данный прибор прост в обращении, что позволяет даже неопытному оператору при непосредственной встрече животного отметить путевую точку в устройстве (номер точки, координаты, дата и время, высота в данный момент записывается автоматически).

Полевые исследования проводились в период с 8 по 15 июня и с 1 по 5 июля 2014 г. Непосредственные наблюдения за распространением

лосей по границе двух указанных территорий проводились 14 июня и 4 июля 2014 г. В ходе полевых наблюдений за один проход по маршруту было учтено 10 особей в 8 географических точках, за второй проход — 2 особи в двух точках: взрослых самцов — 1, взрослых самок — 4, в том числе две самки с сеголетками, остальные лоси — молодняк (годовики). С помощью программ Global Mapper и OziExplorer осуществлялась перекачка полученных данных с устройства. При работе с программой Global Mapper требуется предварительная обработка данных программой BaseCamp. Далее уже обработанные данные поступали в таблицу Excel и MapInfo Professional, в которую вводилась топографическая карта, масштабом 1:50000. Посредством компьютерных программ полевая информация переводилась в ГИС, и полученные данные накладывались на геодезическую основу, включающую инфраструктуру и рельеф. Экспозиция территории ГПЗ «Ярославский» и охотхозяйства «Келнотское» выбиралась из базы данных Landsat 60 × 60 км. Для анализа использовалась съемка данной территории в безоблачные дни [1]. В качестве основы для интерполяции использовали трехмерную модель рельефа и мультиспектральную экспозицию. Последовательно выполнялись следующие действия: установка зоны и картографической проекции; установка параметров трека с шагом 30 м; ввод пояснительной информации; методы ориентации; скачивание данных в компьютер; перенос данных в ГИС; планирование учетных маршрутов на основе ГИС. Базовая ГИС с разрешением 30 м должна быть настроена на управление отдельным охотхозяйством [2, 3].

Полученное графическое изображение расположения точек, в которых были обнаружены животные на местности, накладывается на любую геодезическую основу в соответствии с поставленными задачами. Например, на топооснову нужного масштаба, на сканерные многозональные аэроснимки, на поконтурное изображение рельефа, на лесотаксационные карты. Таким образом, обеспечивается послойное хранение пространственной информации (рисунок).



Характер распределения животных
14 июня и 4 июля 2014 г.

Выводы

1. Применение ГИС-технологии с использованием GPS-навигации обеспечивает топографическую точность в распределении копытных животных при учете их ресурсов на ограниченных площадях, в том числе на особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

2. Практическую ценность представляет данная технология при изучении распределения животных по территориям.

3. Данная технология имеет широкий спектр возможного применения, так как работает с данными разного формата.

Список литературы

1. Получение бесплатных космических снимков Landsat TM, ETM+ через Glovis [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/landsat-glovis.html>
2. Использование GPS-навигатора при организации зимних учетов и расчете плотности / А.С. Желтухин, Р.Б. Сандлерский, Ю.Г. Пузаченко [и др.] // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России: материалы 4-й Международной научно-практической конференции. — М.: РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. — С. 133–135.
3. Состояние и основные направления развития охотничьего хозяйства в России / А.Е. Берсенев, Г.И. Блохин, Ю.Ю. Блохин [и др.] // Охота и охотничьи ресурсы Российской Федерации. — 2011. — Вып. спец. — С. 8–14.

УДК 656.13

И.В. Стародубцева

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ TOYOTA CAMRY HYBRID В РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Понижение содержания диоксида углерода (CO_2) в выхлопе для замедления процесса глобального потепления стало международной проблемой в последние годы. С точки зрения автомобилестроения самыми важными факторами в понижении содержания CO_2 в выхлопе являются уменьшение расхода топлива и достижение более чистого выхлопа. Миссия компании Toyota Motor Corporation состоит в том, чтобы снабдить клиентов во всем мире безопасными, чистыми транспортными средствами.

Прогресс в технологии позволил человеку путешествовать с помощью источника электроэнергии (т. е. электромобиля), или комбинацией между топливом и электроэнергией (гибридного автомо-

биля). Электромобили и гибридные транспортные средства производятся и продаются уже во многих развитых странах. В настоящее время технология для усовершенствования гибридных автомобилей все еще развивается. Одна из них — синхронный электродвигатель с постоянными магнитами.

В гибридном автомобиле Toyota Camry Hybrid используется синхронный электродвигатель с постоянными магнитами. Цель этого исследования состоит в том, чтобы определить вращающий момент, скорость, а также мощность, потребляемую электродвигателем в режиме электромобиля.

Компания Toyota Motor Corporation разработала свою собственную гибридную силовую установку (ГСУ) — гибридный синергетический привод (ГСП).

Данная ГСУ параллельного типа представлена на рис. 1.

В Camry Hybrid есть два главных режима функционирования: режим электромобиля и полный гибридный режим. В полном гибридном режиме работает и электродвигатель, и двигатель внутреннего сгорания (ДВС); в то время как в режиме электромобиля — только электродвигатель. Режим электромобиля в Toyota Camry Hybrid может использоваться только если транспортное средство движется со скоростью до 45 км/ч [2]. Выше данной скорости управление системой включает ДВС, и транспорт-

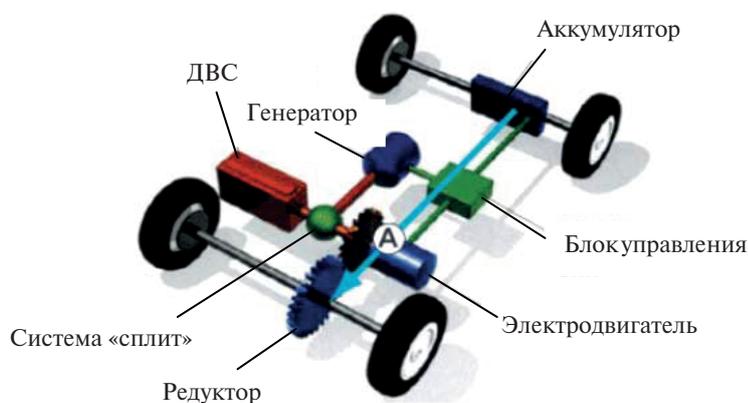


Рис. 1. Эксплуатация гибридного синергетического привода Toyota в режиме электромобиля [1]

Общие технические требования Toyota Camry Hybrid 2012 [2]

Гибридная система	Полная мощность	151 кВт
ДВС	Характеристика двигателя	2,5-литровый 4-цилиндровый бензиновый двигатель по циклу Аткинсона
	Максимальная мощность	118 кВт
	Максимальный вращающий момент	213 нм
	Степень сжатия	12,5: 1
Электро-двигатель	Максимальное напряжение	650 В
	Максимальная мощность	105 кВт
	Максимальный вращающий момент	270 нм
	Максимальная частота вращения	14000 мин ⁻¹
	Конструкция ротора	Внутренние постоянные магниты с V-образной конфигурацией
	Конфигурация электродвигателя	Параллельная
Батарея	Количество полюсов обмотки	8
	Тип батареи	Никель-металлогидридная батарея

ное средство переходит на полный гибридный режим. На рис. 1 показано, как ГСП работает во время разгона и на средних скоростях. В этих условиях двигатель прекращает работу в неэффективном диапазоне, таком как запуск и при движении на малой скорости. Транспортное средство работает на одном только электродвигателе [1].

В качестве электродвигателя в гибридном синергетическом приводе используется синхронный электродвигатель с постоянными магнитами. Это один из типов электродвигателей, в котором используется постоянный магнит, таким образом, устраняя использование щетки, как в электродвигателях постоянного тока. В этом состоит основное преимущество двигателя с точки зрения технического обслуживания. Другие преимущества синхронного электродвигателя с постоянными магнитами: высокий коэффициент полезного действия, высокий вращающий момент, компактная конструкция двигателя и быстродействие. Высокий КПД обусловлен отсутствием щетки и также использованием постоянного магнита, который устраняет потери меди в роторе [3].

Общие технические требования Toyota Camry Hybrid — 2012 представлены в таблице.

Моделирование работы синхронного электродвигателя с постоянными магнитами в режиме электромобиля было сделано с помощью программы ADVISOR. Результаты показаны рис. 2.

Скорость тягово-транспортного средства медленно увеличивается с 0 до 45 км/ч с линейным ускорением, которое составляет 0,83 м/с². Вес транспортного средства составляет 2100 кг из расчета на 5 пассажиров, включая водителя с багажом и полным топливным баком. Также предполагается, что есть коэффициент лобового сопротивления 0,28 и трение между колесами и дорогой [5].

Исходя из результатов моделирования, когда ДВС достигает своей максимальной мощности,

мощность электродвигателя в свою очередь постепенно снижается, потому что количество необходимого вращающего момента также уменьшается. Когда мощность транспортного средства максимальна, мощность электродвигателя тоже макси-

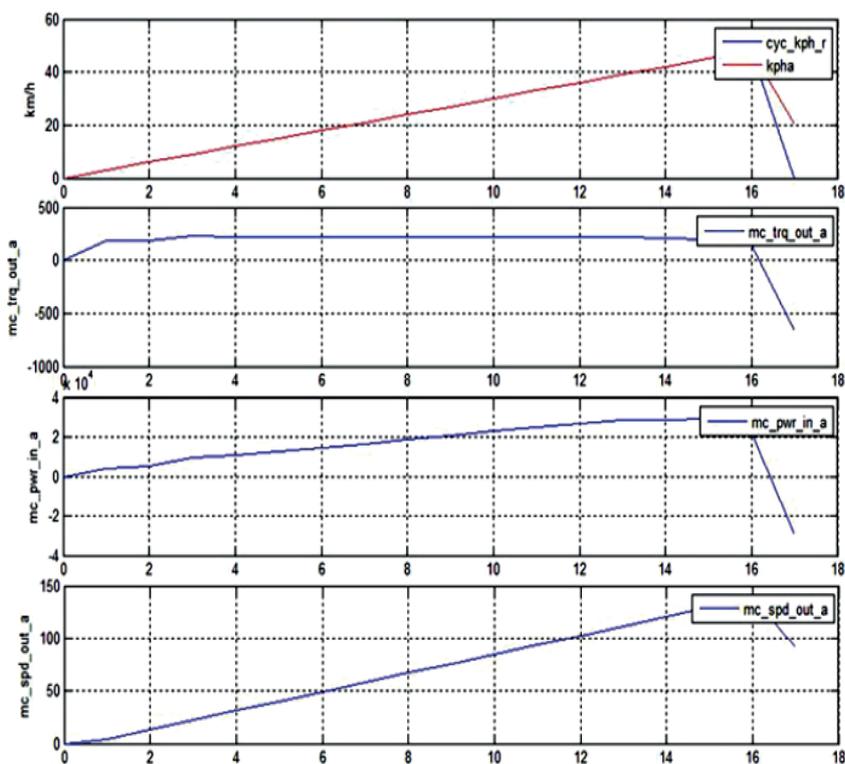


Рис. 2. Моделирование работы Тойоты в режиме электромобиля

мальна и составляет 71,98 кВт с вращающим моментом 7319 мин⁻¹. Транспортное средство достигает своего максимального вращающего момента, мощность электродвигателя составляет 69,02 кВт с вращающим моментом в 4183 мин⁻¹. Согласно заводским техническим требованиям, произведен расчет максимального вращающего момента и мощности двигателя, когда частота вращения двигателя составляет 4500 мин⁻¹ или транспортное средство движется приблизительно со скоростью 63 км/ч. В этом анализе максимальный вращающий момент достигнут при скорости 60 км/ч, это означает, что электродвигатель должен достигнуть своей максимальной точки, которая составляет 105 кВт. Но при проведении вычислений получаем 71,98 кВт. Таким образом, для достижения высоких эксплуатационных показателей транспортного средства максимальная мощность должна быть меньше по сравнению с заводской оценкой (71,98 кВт < 105 кВт).

Исходя из результатов моделирования и анализа Toyota Camry Hybrid получены следующие выводы.

1. В режиме электромобиля максимальный вращающий момент синхронного электродвигателя с постоянными магнитами составляет 38,98 нм в 2872 мин⁻¹ с мощностью 11,71 кВт.

2. При тестировании РЭ ДВС начнет работать в определенный момент, когда электродвигатель достигнет 37,81 нм вращающего момента в 3291 мин⁻¹ с мощностью 12,83 кВт.

3. Максимальная мощность синхронного электродвигателя в ГСУ транспортного средства составляет 71,98 кВт, которая меньше по сравнению с заводской оценкой (105 кВт).

Электродвигатель используется только в диапазоне скорости 0...45 км/ч с малым ускорением ~0,32 м/с². В этом диапазоне мощность, необходимая синхронному электродвигателю, составляет приблизительно 12 кВт. Таким образом, заводская оценка мощности электродвигателя (105 кВт) намного больше по сравнению с требуемым количеством мощности (~12 кВт).

Список литературы

1. Toyota Hybrid System: THS II. Toyota Motor Corporation. — Tokyo, May 2003.
2. Camry Hybrid Owner's Manual. — Toyota, 2012.
3. Krishnan R. Permanent Magnet Synchronous And Brushless DC Motor Drive. — Boca Raton: CRC Press, 2010.
4. Olszewski. Mitch. Evaluation of the 2007 Toyota Camry Hybrid Synergy Drive System. — Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 2008.
5. Toyota Camry Hybrid — 2012 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.hybridcars.com/toyota-camry-hybrid-overview.html>

УДК 631.31.333. 634.8

Н.Ф. Баширова, аспирант

НИИ «Агротехника», г. Гянджа, Азербайджанская Республика

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА

Современные требования к средствам возделывания различных сельскохозяйственных культур предусматривают необходимость применения инновационных почвозащитных и энергосберегающих технологий и технических средств минимальной обработки почвы, позволяющих существенно сократить количество проходов тракторных агрегатов по полю, уменьшить уплотнение почвы и создать наиболее благоприятный водно-воздушный режим питания растений.

В целях реализации преимуществ минимальной обработки почвы разработан агрегат для обработки почвы и посева (рисунок).

На основе рациональной формулы акад. В.П. Горячкина и его модульной интерпретации рассмотрены составляющие тягового сопротивления агрегата:

$$P = fG + kab + \varepsilon abv^2, \quad (1)$$

где G — вес агрегата в статическом состоянии, кН; f — коэффициент трения почвы, $f = 0,35...0,55$; k — коэффициент удельного сопротивления почвы, $\kappa = (0,45...0,75) \cdot 10^{-1}$ Мпа; a — глубина обработки, см; b — ширина захвата, см; ε — коэффициент скоростного сопротивления, $\varepsilon = 108 \text{ кгс}^2/\text{м}^4$; v — скорость поступательного движения, м/с, $v = 1,5...1,8$ м/с.

$$P_T = P_f + P_{c.l} + P_{ш} + P_{фб} + P_{бор} + P_{сош}, \quad (2)$$

где P_f — тяговое сопротивление от веса агрегата, кН, $P_f = fG$, где $f = 0,35...0,55$; $P_{c.l}$ — тяговое сопротивление стрельчатой лапы, кН; $P_{ш}$ — тяговое сопротивление щеллера, кН; $P_{фб}$ — тяговое сопротивление фрезбарабана секции, кН; $P_{бор}$ — тяговое сопротивление бороздореза, кН; $P_{сош}$ — тяговое сопротивление сошника, кН.

Для пассивного рабочего органа, т. е. для одной глубококорыхлительной стрельчатой лапы $P_{c.l}$ силу

сопротивления деформации почвы можно определить по формуле

$$P_{c.l} = kh_{c.l}b_{c.l}, \quad (3)$$

где k — коэффициент, характеризующий свойства почвы, принимаемый равным $k = 0,8 \dots 1,5 \text{ Н/м}^2$; $h_{c.l}$ — глубина обработки стрельчатой лапы, м; $b_{c.l}$ — ширина захвата стандартной стрельчатой лапы, м.

Так как в агрегате 11 глубокорыхлительных стрельчатых лап спереди на раме в первом и втором рядах, то тяговое сопротивление:

$$P_{c.l} = 11(kh_{c.l}b_{c.l}). \quad (4)$$

Учитывая наличие четырех щелерезов ($n_{щ} = 4$), заблокированных с четырьмя фрезерными секциями, тяговое сопротивление его определится из выражения

$$P_{щ} = n_{щ}(2N\sin\gamma + 2Nf\cos\gamma), \quad (5)$$

где N — нормальная реакция сопротивления почвы, кН, $N = \frac{1}{2}a_{щ}b_{щ}\frac{q}{\sin\gamma}$, 2γ — угол заострения, град; q — давление, приходящееся на 1 см^2 ножа, Н/см^2 ; a, b — соответственно ширина и толщина ножа, см.

$$P_{щ} = 4qa_{щ}b_{щ}(1 + \text{ctg}\gamma). \quad (6)$$

Снижение величины угла заострения будет способствовать повышению тягового сопротивления щелереза, а при значении $\gamma = 90^\circ$

$$P_{щ} = 4q_{щ}a_{щ}b_{щ}. \quad (7)$$

Вследствие этого угол заострения 2γ соответственно принимают равным до 55° для песчаных почв, для легких суглинков — 45° и для суглинистых почв — 30° .

Для одной секции фрезбарабана тяговое сопротивление определяется из равенства при вращении его сверху вниз:

$$P_{ф.б} = Sb_{ф}q_{ф}f + P_0\sin\alpha, \quad (8)$$

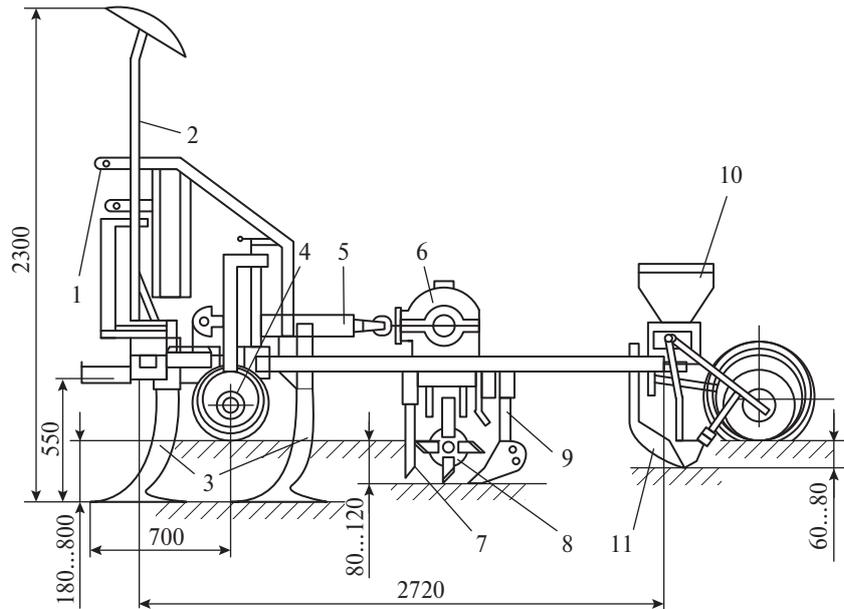
где S — площадь сегмента, образованного при вхождении ножей в почву, см^2 ; P_0 — сила окружной скорости вращения, кН; α — угол наклона от горизонтальной составляющей сопротивления почвы.

Соответственно для четырех секций фрезбарабана с учетом выражения (6) имеем

$$P_{ф.б} = 4(Sb_{ф}q_{ф}f + P_0\sin\alpha). \quad (9)$$

Аналогично для тяговых сопротивлений четырех бороздорезов и четырех сошников агрегата можно принять равенства:

$$P_{бор} = 4q_бa_бb_б(1 + \text{ctg}\gamma), \quad (10)$$



Комбинированный агрегат для обработки почвы и посева (вид сбоку):
 1 — рама; 2 — маркер; 3 — стрельчатые лапы; 4 — опорное колесо; 5 — карданная передача; 6 — конический редуктор; 7 — щелерез; 8 — секция фрезы; 9 — бороздорез; 10 — высевной аппарат; 11 — сошник

$$P_{сош} = 4q_{сош}a_{сош}b_{сош}(1 + \text{ctg}\gamma). \quad (11)$$

С учетом равенств (4, 8–11) по формуле (2) можно записать общее тяговое сопротивление комбинированного агрегата:

$$P_T = P_f + P_{c.l} + P_{щ} + P_{ф.б} + P_{бор} + P_{сош} = fG + 11(kh_{c.l}b_{c.l}) + 4[(q_{щ}a_{щ}b_{щ} + Sb_{ф}q_{ф}f + P_0\sin\alpha) + (1 + \text{ctg}\gamma)(q_бa_бb_б + q_{сош}a_{сош}b_{сош})]. \quad (12)$$

Полученная формула (12) характеризует технологический процесс совмещения обработки почвы с посевом однолетних сельскохозяйственных культур и может быть использована при разработке конструкций комбинированных агрегатов к почвам различного механического состава.

Список литературы

1. Демшин С.Л., Владимиров Е.А. Расчет оптимальной ширины захвата агрегата для обработки почвы и посева // Техника в сельском хозяйстве. — 2010. — № 5. — С. 3–6.
2. Баширова Н.Ф. Почвообрабатывающий посевной агрегат // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 7-й Международной научно-техн. конференции ВИЭСХ. — Ч. 2. — М., 2010. — 4 с.
3. Баширова Н.Ф. Инновационная технология комбинированной обработки почвы и посева // Научно-технический прогресс в с.-х. производстве: материалы международной научно-техн. конференции РУН «НПП НАН Беларуси по механизации с. х.». — Минск, 2013. — С. 18–20.
4. Баширова Н.Ф. Планирование эксперимента при совмещении процесса обработки почвы и посева // Аграрная наука Азербайджана. — 2013. — 6 с.

Н.Г. Русинова

Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, г. Ижевск

В.В. Касаткин, доктор техн. наук, профессор

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

В.В. Тестоедов

Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИ-ТЭЦ

Основными поставщиками тепловой энергии в Удмуртской Республике (УР) являются ТЭЦ и крупные районные котельные:

ТЭЦ-1 г. Ижевска с установленной тепловой мощностью 615 Гкал/ч;

ТЭЦ-2 г. Ижевска — 1345 Гкал/ч;

Сарапульская ТЭЦ — 351 Гкал/ч,

а также:

ТЭЦ ОАО «ЧМЗ» г. Глазова — 897 Гкал/ч;

ТЭЦ ОАО «Воткинский завод» г. Воткинска — 400 Гкал/ч.

Кроме ТЭЦ, производство тепловой энергии в Удмуртской Республике осуществляют котельные градообразующих промышленных предприятий, котельные ЖКХ административных районных центров и сельских населенных пунктов.

Основными потребителями тепловой энергии в УР являются:

г. Ижевск — 45,2% от суммарного потребления;

Глазовский район с г. Глазовом — 12,2%;

Воткинский район с г. Воткинском — 7,8%;

в остальных административных районах потребление составляет менее 25% от общего потребления [1].

Централизованное теплоснабжение в городах УР охватывает более 90% рынка потребителей, а в целом по Удмуртии — 75%.

В летний период мощные теплофикационные установки ТЭЦ республики вынуждены работать в режиме, близком к конденсационному (с КПД порядка 15...20%). Это означает, что примерно 75...85% теплоты сгорания топлива выбрасывается в атмосферу через градирни.

Всего в системах централизованного теплоснабжения, к которым условно отнесены системы мощностью более 10 Гкал/ч, производится около 75% тепла, из них более 70% производится на ТЭЦ в комбинированном цикле, а остальное количество — в котельных различной мощности, типа и назначения.

В малых котельных производится около 25% всей тепловой энергии, из этого количества око-

ло 45% тепла производится малыми котельными с мощностью менее 2 Гкал. Остальное же количество тепловой энергии производится средними котельными с мощностью от 2 Гкал/ч до 10 Гкал/ч.

В административных районах Удмуртской Республики преобладают малые котельные. Количество таких теплоисточников по УР составляет более 1100 единиц.

На рис. 1 и 2 представлены прогноз и потребление электрической энергии и тепловой мощности на 2011–2015 гг. в Удмуртской Республике.

Прирост потребления электроэнергии и мощности до 2014 года покрывается за счет внешних источников, с 2014 года за счет ввода новых мощностей на Ижевской ТЭЦ-1 [2].

Доля выработки электрической энергии существующих на территории Удмуртской Республики мини-ТЭЦ на сегодняшний день составляет 1,3%.

Обеспечение энергетической безопасности Удмуртской Республики, развитие индустриального и социального комплексов, качественное и надежное энергоснабжение потребителей энергии, формирует реальные условия для развития конкурентной среды по производству электрической и тепловой энергии и привлечения в энергетическую



Рис. 1. Потребление и прогноз электрической энергии в 2011–2015 гг. в УР



Рис. 2. Потребление и прогноз тепловой мощности в 2011–2015 гг. в УР

систему отечественных и иностранных инвестиций, реализации государственной энергетической политики и государственного регулирования тарифов на электроэнергию, тепловую энергию [3].

«Программа и схема развития электроэнергетического комплекса Удмуртской Республики на 2011–2015 годы и на перспективу до 2020 года» предусматривает только развитие электросетевого хозяйства УР классом напряжения 110 кВ и выше и полностью не решает проблему обеспечения надежности электроснабжения потребителей и обеспечения требуемого качества электрической энергии.

Внедрение средств и систем малой энергетики позволяет оперативно улучшить техническое состояние систем энергоснабжения предприятий.

Перспективы применения когенерационной технологии выработки тепловой и электрической энергии в республике позволяют решить ряд проблем:

- уменьшить энергетическую зависимость удмуртской энергосистемы от состояния на оптовом рынке;
- заменить и модернизировать котельные с низким КПД;
- установить источники энергии в непосредственной близости от предприятий, что в свою очередь обеспечит снижение потерь энергии;
- решить проблему несоответствия пропускной способности части распределительных сетей.

Под понятием когенерация подразумевается комбинированное производство электрической энергии и тепла. По сравнению с классическими электростанциями, где тепло, образованное при производстве электроэнергии, неиспользованное выпускается в окружающее пространство, когенерационные установки его используют для отопления и таким образом экономят как топливо, так и финансовые средства, нужные для его приобретения. Оборудование может быть на базе дизельных, газопоршневых, газотурбинных, а также мнотопливных установок [4].

Использование когенерационного способа производства электроэнергии и тепла дает до 40 % экономии топлива и в той же мере участвует в уменьшении экологической нагрузки на регион.

Комбинированное производство — это выработка электрической энергии газотурбинной энергетической установкой с последующей утилизацией в водогрейном котле теплоты выхлопных газов для получения тепловой энергии, при этом ГТУ всегда работает на номинальной мощности.

Утилизация теплоты с дожиганием содержащегося в выхлопных газах кислорода обеспечивает установке максимальную тепловую мощность при коэффициенте использования теплоты топлива (КИТТ) не менее 90 %.

Без дожигания кислорода установка развивает минимальную тепловую мощность, а значение КИТТ снижается примерно до 75 %. Благоприятное соотношение максимальной и минимальной тепловых нагрузок позволяет эксплуатировать установку в системах теплоснабжения круглосуточно.

Проблему дефицита тепловой и электрической мощности в УР можно решить следующими способами:

- внедрение газотурбинных установок (ГТУ) на ТЭЦ и крупных котельных и паротурбинных установок (ПТУ) на ТЭЦ и в котельных использующих пар для подогрева воды;
- внедрение ГТУ на крупных котельных (более 10 МВт/ч);
- внедрение газо-поршневых генераторных установок (ГПГУ) в районах (модернизация районных котельных и котельных предприятий) [5].

Во всех городах УР, а также в районных центрах, где развито централизованное теплоснабжение, проблему нехватки мощности возможно решить путем реконструкции и увеличения мощности данных котельных (более 60 Гкал/ч) и ТЭЦ за счет внедрения ГТУ.

Из общего количества котельных, находящихся в Удмуртии, исходя из технико-экономических показателей, внедрение ГТУ целесообразно только на 10 котельных с мощностью от 10 МВт/ч, из них 6 находится в г. Ижевске, 2 — в г. Воткинске, 1 — в г. Глазове и 1 — в Камбарском районе. Со всех этих котельных и ТЭЦ при установке в них ГТУ и ПТУ можно получить от 300 до 400 МВт электрической мощности при существующих тепловых нагрузках. При этом котельные, находящиеся в Ижевске, могут выдать до 300 МВт электрической мощности.

Сочетание теплоисточника и ГТУ представляет собой ГТУ-ТЭЦ, наиболее простую комбинированную установку. Опыт разработки ГТУ-ТЭЦ для нового строительства показывает, что, не уступая паросиловым ТЭЦ по технико-экономическим показателям, ГТУ-ТЭЦ значительно дешевле по ка-

питательным затратам, проще по устройству и эксплуатации.

В отдаленных районах, где преобладают котельные средней и малой мощности (менее 10 МВт/ч) целесообразно внедрять когенерационные установки малой мощности на базе газопоршневых двигателей.

Основным элементом комбинированного источника электроэнергии и тепла малой мощности является первичный газовый двигатель внутреннего сгорания с электрогенератором на валу. При работе двигатель-генератора утилизируется тепло газовыхлопа, масляного холодильника и охлаждающей жидкости двигателя. При этом в среднем на 100 кВт электрической мощности потребитель получает от 80 до 140 кВт тепловой мощности (в зависимости от фирмы-производителя установки) в виде горячей воды для отопления и горячего водоснабжения.

Предполагаемые суммарные мощности от внедрения ГПГУ составляют 561 МВт тепловой мощности и 449 МВт электрической.

Система электроснабжения промышленных предприятий формируется на базе ряда основополагающих принципов построения систем электроснабжения, таких как: принцип глубокого высокого напряжения (например, ОАО «Ижсталь» — ПС 220 кВ, ОАО «Свет», ОАО «Ижевский завод пластмасс», ОАО «Сарапульский радиозавод» — ПС 110 кВ и таких десятки); прямые фидера 6...10 кВ не менее двух без промежуточного отбора мощности другими потребителями; дробление подстанций распределительной сети и приближение их непосредственно к электроприемникам; глубокое секционирование шин источников питания. Эти принципы сохраняют актуальность и в настоящее время. То есть, все крупные и средние промышленные предприятия Удмуртской Республики, как правило, имеют надежное внешнее электроснабжение.

Вместе с тем, трансформация экономики в направлении рыночных отношений определенным образом сказывается и на этих, казалось бы, чисто технических вопросах и требует корректировки некоторых сложившихся стереотипов. Так, казалось бы, кратковременный (от нескольких минут до нескольких часов) перерыв в электроснабжении практически не сказывается на объеме и качестве продукции (услугах), экономике предприятия. Плановая экономика все сглаживает и никто не считал, а какой же убыток понесет предприятие? Фактические убытки могут достигать колоссальных величин, особенно на успешно работающих предприятиях с непрерывным технологическим процессом или требованием бесперебойного электроснабжения (например, при электроснабжении вентиляционных систем крупных птицеводческих фабрик, таких как Вараксино, Глазовская, на которых перерыв в электроснабжении всего на несколько минут

может привести к мору птицы исчисляемом в тысячах голов).

Это корректировка относится к вопросу формирования схемы промышленного предприятия, в составе которого имеется собственный источник электрической (тепловой) энергии ограниченной мощности. Следует подчеркнуть, что речь идет о собственном, рабочем (а не резервном) источнике электроснабжения, покрывающем часть нагрузки предприятия.

В качестве первичных двигателей используются газопоршневые двигатели или газовые турбины. Особенностью этих источников является их энергетическая мобильность, то есть способность просто и быстро запускаться и принимать нагрузку и так же быстро останавливаться.

Речь может идти по существу о надежности Удмуртской энергосистемы в целом. Событие в июле 2011 года (да и более ранние события) показали, что энергосистема уязвима, даже имея такие мощные источники как ПС 500 кВ Удмуртская и Воткинская ГЭС с семью ВЛ 220 кВ, была погашена большая часть г. Ижевск, г. Можга и других населенных пунктов. Следует заранее позаботиться о возможности энергоснабжения, по крайней мере, наиболее ответственных потребителей от источников, способных функционировать самостоятельно. К таким источникам относятся мини-ТЭЦ.

От надежности электроснабжения в данном секторе экономики зависит вообще жизнедеятельность человека. Перерыв в электроснабжении в данном секторе приводит к остановке системы теплоснабжения, водоснабжения, канализации и т. д.

В сельских районах Удмуртской Республики эти системы в большинстве своем имеют одно питание, если непосредственно рассматривать схему от генератора до электроприемника. Имеющиеся резервные, автономные источники питания (в основном дизель-генераторы) в полной мере не обеспечивают бесперебойное питание, так как находятся в холодном резерве и требуют постоянного присутствия дежурного персонала. Технически и экономически выгодно иметь автономный источник, работающий в постоянном режиме параллельно с энергосистемой.

Целесообразно начинать строительство мини-ТЭЦ на территориях центральных котельных крупных населенных пунктов для обеспечения собственных нужд теплоснабжения и ГВС. Количество и мощность мини-ТЭЦ определять по тепловой мощности, необходимой для горячего водоснабжения данного населенного пункта, то есть должна быть 100 % (или близкая к этому значению) утилизация тепла когенерационной установки. Электроэнергию, полученную при получении тепловой энергии, выдавать в энергосистему для

электроснабжения потребителей электрической энергии.

При появлении в системе электроснабжения независимого источника в виде мини-ТЭЦ приходится решать следующие задачи:

- ограничение возрастающих токов короткого замыкания;
- выбор между параллельным с энергосистемой и автоматическим режимом работы генераторов мини-ТЭЦ;
- выбор между параллельным или раздельным режимом работы силовых трансформаторов на ГПП;
- выбор между параллельным или раздельным режимом работы генераторов мини-ТЭЦ между собой;
- обеспечение качества электроэнергии в автоматическом режиме работы генераторов мини-ТЭЦ;
- обеспечение чувствительности и селективной работы релейной защиты и автоматики в различных режимах работы системы электроснабжения;
- обеспечение надежности питания системы выпрямленного оперативного тока при малых значениях токов КЗ в автоматическом режиме работы генераторов.
- обеспечение при нештатных режимах работы выделения генератора (ов) на сбалансированную нагрузку.
- включение объектов генерации в единое диспетчерское управление энергосистемой.

Выводы

В период с 2008 по 2012 годы в энергосистеме Удмуртской Республики отмечается рост электропотребления. За пять лет электропотребление возросло на 816 млн кВт·ч (средний прирост за период составил около 3,3%). Прирост электропотребления сопровождался ростом максимальных суточных нагрузок, средний прирост максимальных нагрузок составил около 2,2%.

Выработка электрическими станциями Удмуртской Республики за рассматриваемый период практически не изменялась, прирост потребления электроэнергии (мощности) покрывали за счет увеличения поступления из соседних энергосистем.

Прирост электропотребления сопровождался ростом максимальных суточных нагрузок.

Более 50% находящегося в эксплуатации электросетевого оборудования отработало свой срок службы и требует проведения работ по техпереворужению или строительству новых подстанций взамен отработавших. Большой уровень износа сетевого и подстанционного оборудования снижает надежность электроснабжения потребителей региона, с истечением срока эксплуатации электро-

оборудования вероятность отказа увеличивается на порядок.

Большие темпы роста нагрузок потребления и большой процент износа оборудования обостряют проблему дефицита электрической мощности в энергосистеме Удмуртской Республики. Для решения этой проблемы на период до 2015 года планируется ввод новых генерирующих мощностей в 2013 году — 230 МВт на Ижевской ТЭЦ-1, но это не решит проблему надежности и качества электроснабжения потребителей, так как система электроснабжения потребителей — 40% от общего потребления, находится за пределами города Ижевска.

Электрическая сеть и местонахождение источников электроэнергии построены таким образом, что расстояние до электроприемников может быть более нескольких сотен километров, четыре-пять раз трансформируясь, вероятность отключения одного из очень многих элементов сети очень высока, обесточивание электроприемников, особенно в сельской местности происходит практически по несколько раз в месяц продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток.

Закладываемые объемы инвестиций в строительство и реконструкцию электросетевого хозяйства (инвестиционные программы пяти электросетевых организаций УР) при их значительных объемах (за три года более 3,8 млрд р.) не решат вышеперечисленные проблемы, а тариф на передачу электроэнергии существенно повысится.

Строить протяженные ЛЭП 110 кВ с капитальными затратами 300 млн р. и более в проблемных населенных пунктах (потребителей) с объемом потребления не более 5 МВт в настоящее время не целесообразно. Более целесообразно построить мини-ТЭЦ стоимостью в 2...5 раз дешевле, решив проблемы и с электроснабжением, и с теплоснабжением в данном населенном пункте на ближайшие 5...10 лет.

Строительство мини-ТЭЦ следует производить совместно с реконструкцией сети 10...0,4 кВ, закладывая затраты в инвестиционные программы, и оптимизируя схему существующих сетей.

Более 70% потребителей II категории обеспечения надежности электроснабжения не имеют второго питания (рассматривается вся технологическая цепочка от генерации до электроприемника), наличие автономных источников (дизель-генераторов) не решает проблему бесперебойного электроснабжения, т. к. все они находятся в холодном резерве, и требуется время для их запуска, кроме того, себестоимость вырабатываемой электроэнергии очень высока.

Себестоимость выработанной электрической энергии на мини-ТЭЦ зависит от установленной мощности и режима работы (загрузки) в течение су-

ток и по сезонам года. Стоимость колеблется от 0,9 до 2,3 р./кВт·ч, с увеличением установленной мощности и повышением коэффициента заполнения суточного графика нагрузки генераторов себестоимость снижается.

Срок окупаемости проектов (объектов выбранных по установленным критериям отбора) колеблется от 3 до 7 лет. Чем выше время использования установленной мощности, продолжительность работы в течение года, доля утилизированного тепла, полученного от работы привода генератора (выхлопные газы, нагрев оборудования) на нужды отопления и ГВС, технологические нужды, тем ниже срок окупаемости.

Сложившийся в настоящее время топливно-энергетический баланс по региону и муниципальным образованиям, развитие техники и технологии показывает, что в ближайшие 5...10 лет наиболее целесообразно строительство мини-ТЭЦ, работающих на газообразном топливе и использование местных видов топлива. Нетрадиционная энергетика в промышленных масштабах — дело будущего.

Увеличение потребления газа произойдет не более 10...30 % в реконструируемой котельной. Схема газоснабжения и пропускная способность сети позволит обеспечить топливом вновь вводимые когенерационные установки.

Источники электроэнергии малой единой мощности должны быть рассредоточены по всей территории Удмуртской Республики, и работать

в постоянном режиме (8760 ч в году) автономно или параллельно с централизованной системой электроснабжения.

Суммарная генерируемая мощность мини-ТЭЦ должна быть не менее 20 % (298 МВт) от потребления мощности Удмуртской Республикой в максимум нагрузок (1490 МВт). Это обеспечит потребность в электрической мощности потребителей I и частично II категории по обеспечению надежности электроснабжения.

Список литературы

1. Строительство мини-ТЭЦ в Удмуртской Республике: инвестиционный проект. Ижевск: АНО «Агентство по энергосбережению в УР», 2011. — 128 с.
2. Программа и схема развития электроэнергетического комплекса Удмуртской Республики на 2011–2015 годы и перспективу до 2020 года [Электронный ресурс]: утв. Правительством УР 18 апреля 2011 года № 253-р. — Режим доступа: <http://izh-energotech.ru/4-10.doc>
3. Программа социально-экономического развития Удмуртской Республики на 2010–2014 годы [Электронный ресурс]: закон УР, утв. 18 декабря 2009 года № 68-РЗ. — Режим доступа: <http://izh-energotech.ru/4-28.doc>
4. Русинова Н.Г., Карташова А.А. Обзор когенерационных установок мини-ТЭЦ: материалы VI Международной научно-практической конференции. — Прага, 2011. — № 4. — С. 33–36.
5. Русинова Н.Г., Касаткин В.В. Мини-ТЭЦ для предприятий по переработке молока // Пищевая промышленность. — 2013. — № 10. — С. 34–35.

УДК 631.5:001

В.Т. Водяников, доктор экон. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ЗАРОЖДЕНИЕ, СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В АГРОИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ

Московский государственный агроинженерный университет (МГАУ) имени В.П. Горячкина был организован в 1930 г. и первоначально именовался как Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (МИМЭСХ), а с 1964 г. — Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства имени В.П. Горячкина (МИИСП). В 1993 г. вуз получил статус университета.

Научной и научно-методической основой МГАУ стали факультет сельскохозяйственной механики Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА) и факультет индустриального сельского хозяйства Московского механико-электротехнического института имени М.В. Ломоносова. В числе его основателей были известные ученые-академики В.П. Горячкин, В.Р. Вильямс, М.Г. Евреинов, Н.И. Мерцалов, Н.П. Прокофьев и др.

Развитие высшей агроинженерной школы во многом определялось успехами в области земледельческой механики, творцом и генератором идей был выдающийся ученый и педагог *Василий Прохорович Горячкин*.

Коллектив МГАУ вписал достойные страницы в историю развития страны. Ученые, выпускники и студенчество активно и успешно внедряют технические новшества на предприятиях АПК страны, участвуют в формировании промышленных и сельскохозяйственных предприятий, пропагандируют и реализуют достижения науки и передового опыта.

Истоки агроэкономической науки в агроинженерном вузе обусловлены созданием в 1932 г. и по-

следующим развитием кафедры экономики и организации производства на предприятиях АПК.

За годы своего существования кафедра совершенствовалась и развивалась. Очень важным был первый этап, когда формировался состав профессорско-преподавательских кадров, осваивались такие дисциплины, как «Экономика и организация сельского хозяйства», «Учет в МТС, колхозах и совхозах», «Управление и диспетчерская служба в МТС» и др.

С первых лет своего существования кафедра стремилась совершенствовать состав педагогов путем подбора и повышения квалификации преподавателей, предоставляя им возможность вести научную работу и готовить кандидатские и докторские диссертации. Здесь важная роль отводится заведующему кафедрой.

Первым заведующим кафедрой организации социалистических сельскохозяйственных предприятий был назначен в 1932 г. *Георгий Владимирович Веденяпин* (1899–1979). Затем он работал в политотделе треста совхозов в г. Иркутске, защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, получил звание профессора, был заведующим кафедрой эксплуатации МТП Сталинградского сельскохозяйственного института (ныне Волгоградский государственный аграрный университет).

С 1938 по 1942 г. кафедрой заведовал доцент *Григорий Матвеевич Лоза* (1907–1981), аттестованный в звании профессора, впоследствии работавший ректором ТСХА и избранный академиком ВАСХНИЛ. Это был выдающийся ученый, органи-

зитор науки и учебного процесса. В 1939 г. Г.М. Лоза опубликовал первое учебное пособие «Организация социалистических сельскохозяйственных предприятий» (М.: Сельхозгиз, 1939). Это пособие использовалось многие годы для подготовки инженеров, агрономов и экономистов сельского хозяйства.

После возвращения института из эвакуации на должность заведующего кафедрой был назначен в 1943 г. *Николай Степанович Власов* (1897–1990), который заведовал кафедрой более 30 лет — до 1975 г. Он обеспечил кадровое становление и фундаментальное научно-методическое развитие кафедры. В эти годы широко развивалась научно-исследовательская работа. Исследования велись по широкому спектру проблем экономики механизации и электрификации сельского хозяйства, а также по экономике и организации производства в колхозах, совхозах и МТС. Результаты исследований публиковались в научных трудах института и в периодической печати, велась подготовка диссертационных работ. Первая диссертация на тему «Диспетчерская служба в МТС» была подготовлена и защищена в 1946 г. *В.И. Поповым*.

Заслуга *Н.С. Власова* в создании высокопрофессиональной научной школы, сформированной из его учеников и последователей, окончивших вуз, из инженеров-механиков и инженеров-электриков, получивших в упомянутой школе глубокую экономическую подготовку и ставших известными учеными.

С 1975 по 2002 г. заведующим кафедрой был академик РАСХН, доктор экономических наук, профессор *Юрий Александрович Конкин*, а в 2002 г. на эту должность был избран доктор экономических наук, профессор *Владимир Тимофеевич Водяников*.

Технический прогресс, любое техническое средство лишь тогда оправданы, когда они экономически эффективны с народно-хозяйственных позиций и обеспечивают экономию при использовании той или иной техники по сравнению с базовой, находящейся в производстве. Это — исходное положение, обязательное требование при подготовке и защите диссертаций и дипломных проектов.

В связи с этим назрела необходимость в «Методике экономической оценки сельскохозяйственной техники», которая была подготовлена на кафедре в 50-е годы прошлого века первоначально в виде отдельных методических разработок, а затем в форме учебного пособия профессором *Н.С. Власовым* под названием «Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники» («Колос», 1968 г.) Автор этой работы удостоен серебряной медали ВДНХ. В работе глубоко исследованы вопросы методологии определения эффективности сельскохозяйственной техники, обоснованы спо-

собы механизации, определения границы экономической эффективности сельскохозяйственных машин. Методика признана достойным вкладом в науку о сельскохозяйственной технике.

В конце 1979 г. в издательстве «Колос» вышла в свет книга (2-е издание) «Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники» под редакцией профессора *Н.С. Власова*. Она подготовлена с участием профессоров и преподавателей МИИСП (*Н.С. Власов, Ю.А. Конкин, Г.Г. Косачев, Э. Маслов, Н.Н. Сырых, В.Т. Водяников*) и других вузов.

Затем в 1986 г. выходит в свет «Практикум по организации производства на сельскохозяйственных предприятиях», подготовленный к изданию авторским коллективом под руководством профессора *Н.С. Власова*. В этом учебном пособии развиты положения «Методики», в нем закреплена критерий «приведенные затраты» — основа выбора наиболее эффективного технического решения, а также система экономических показателей, всесторонне характеризующая эффективность сельскохозяйственной техники.

Развитие научно-технического прогресса требует совершенствования методики и методов экономической оценки его результатов. Поэтому в 1991 г. на кафедре разрабатываются, а затем издаются методические рекомендации «Экономическое обоснование внедрения мероприятий научно-технического прогресса в АПК» (*Ю.А. Конкин, А.Ф. Пацкалев, А.И. Лысюк, В.Т. Водяников, В.И. Осин, А.С. Дворяшин, С.В. Оганесян, В.Г. Колесников*), в которых предложены методические основы экономической оценки на основе:

- сопоставления проектируемой или испытуемой новой машины со старой, используемой в сельскохозяйственном производстве;
- одной системы машин или технологических комплексов с другими того же назначения;
- машин одного назначения, но разных марок;
- машинно-тракторного парка одного хозяйства с другим (типичным, передовым или группой хозяйств той же специализации);
- проектируемых единовременных капиталовложений нескольких вариантов;
- проектируемых ремонтно-обслуживающих объектов или технологий с действующими.

Экономическая эффективность является категорией, определяющей пути наиболее рационального хозяйствования, осуществление процесса производства с наименьшими затратами общественного труда. В связи с этим разработка теории экономической эффективности стала одной из ключевых проблем экономической науки.

В той или иной степени результаты научных исследований ученых нашли отражение в типовых и временных методиках оценки экономиче-

ской эффективности единовременных и текущих затрат. Согласно этим методикам, оценка экономической эффективности капиталовложений и новой техники производится на основе метода сопоставления приведенных затрат. На практике этот метод получил название метода сравнительной эффективности.

Экономический критерий «приведенные затраты» не утратил своего значения. Некоторые ученые отрицают его роль в экономической оценке вариантов технических средств, другие же активно пропагандируют применение энергетической оценки при выборе техники. Однако анализ предлагаемой методики энергетической оценки выявляет, что энергетическая оценка предполагает привлечение множества коэффициентов и, кроме того, не позволяет учесть многие элементы рыночных отношений при внедрении и использовании технических средств. Поэтому выбор варианта технических средств следует осуществлять путем комбинирования экономического и энергетического методов оценки, причем каждый из методов сохраняет в этой комбинации свои характерные особенности. Критерием эффективности должен быть стоимостной показатель, энергетические целесообразно привлекать при оценке с позиций затрат энергии.

Среди крупных исследований по электрификации сельского хозяйства одной из первых в стране была тема «Техника и экономика электрифицированных колхозов». Исследование проводилось по окончании Великой Отечественной войны, когда в стране начался бурный процесс электрификации колхозов и совхозов (1945). Это направление экономических исследований активно проводилось и в последующие годы.

В то же время многие аспекты делают проблему экономики сельской электрификации привлекательной для ученых и практиков. Поиск экономически эффективных решений вопросов электрификации сельскохозяйственного производства, производственной и социальной инфраструктуры села остается актуальным и в настоящее время.

Техническое перевооружение сельского хозяйства страны выдвинуло в разряд приоритетных вопросы амортизации и сроков службы техники, восстановления и обновления парка машин, экономики ремонта сельскохозяйственной техники.

Впервые на кафедре с исчерпывающей полнотой исследованы экономические вопросы амортизации мобильных средств на основе оптимальных сроков службы сельскохозяйственной техники. Эта теоретическая работа выполнена и защищена Ю.А. Конкиным на соискание ученой степени кандидата экономических наук в 1959 г. Она опубликована в трех изданиях и отмечена золотой медалью ВДНХ. Теоретическое развитие этой пробле-

мы было выражено в его докторской диссертации «Экономические основы воспроизводства сельскохозяйственной техники» (1969).

Главное в работах автора — вопросы теории воспроизводства сельскохозяйственной техники на современном этапе технического прогресса, раскрывающие экономические закономерности кругооборота и оборота производственных фондов, позволяющие определить экономически целесообразные сроки службы в связи с моральным и физическим износом сельскохозяйственной техники. Эти исследования определили новое направление в экономической науке, в теории полного и частичного воспроизводства сельскохозяйственной техники.

Изучение закономерностей полного и частичного воспроизводства сельскохозяйственной техники проводилось Проблемной научно-исследовательской лабораторией по экономике ремонта и технического обслуживания МТП в сельском хозяйстве, организованной по инициативе Ю.А. Конкина, в соответствии с постановлением коллегии Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике в 1971 году.

По мере развития научно-технического прогресса техника совершенствуется, в связи с чем сфера технического сервиса имеет тенденцию к сокращению объема ремонтных воздействий в расчете на одну машину. Поэтому следует согласиться с мнением академика РАСХН Ю.А. Конкина, что «технический сервис — мероприятие вынужденное, дорогостоящее и обременительное; его перспектива ограничена, так как машиностроение неизбежно будет развиваться в сторону создания технических средств, требующих как можно меньше затрат ресурсов на поддержание их в работоспособном состоянии в течение всего жизненного цикла. Вместе с тем реализация этой тенденции в России возможна лишь в отдаленной перспективе».

В 1995 г. ректорат МГАУ имени В.П. Горячкина учел актуальность подготовки экономистов в университете, поддержал инициативу заведующего кафедрой экономики и организации производства в АПК академика РАСХН Ю.А. Конкина и ведущих преподавателей кафедры, создал на базе данной кафедры три новые кафедры: финансов и учета; экономики энергетики; менеджмента в АПК, что в конечном итоге позволило создать в 1999 году инженерно-экономический факультет (ИЭФ) как самостоятельное подразделение университета. Этому предшествовало создание в 1997 г. в составе университета Инженерно-экономического института, который давал возможность получить второе высшее экономическое образование.

В течение 15 лет факультет постоянно развивался, были созданы учебно-методический центр, научно-исследовательская лаборатория, лабора-

торно-вычислительный центр, отделение дополнительных образовательных услуг, магистратура.

На факультете проводится обучение по 13 образовательным программам, включая обучение выпускников техникумов и колледжей по сокращенным программам. На факультете осуществляется подготовка по двум специальностям:

- «Экономика и управление на предприятии АПК»;
- «Прикладная информатика в экономике».

Наряду с традиционной подготовкой специалистов открыты бакалавриат и магистратура по важнейшим для народного хозяйства страны направлениям:

- экономика;
- менеджмент;
- прикладная информатика;
- бизнес-информатика.

На факультете обучается более 1 тыс. студентов, 60 магистрантов и 30 аспирантов и докторантов. Учебный процесс обеспечивают академики РАН Ю.А. Конкин и Н.М. Морозов, член-корреспонденты РАН Е.Г. Лысенко и В.Ф. Федоренко, доктора экономических и технических наук, профессора Н.Е. Зимин, В.Т. Водяников, Б.А. Нефедов, Е.В. Худякова, А.Л. Эйдис и др. Для самых лучших студентов учреждена стипендия, а также премия имени заслуженного деятеля науки РСФСР, д.э.н., профессора Н.С. Власова, присуждаемая по итогам защиты дипломных проектов. Лауреатами этой премии за 2001–2013 гг. стали 39 выпускников факультета.

На факультете сложились научные школы, в рамках которых проводят свои исследования аспиранты и соискатели факультета.

Результатом работы научных школ и ученых факультета следует признать разработку ряда научных направлений федерального и регионального уровней, таких как:

- разработка экономических основ и практических предложений по воспроизводству материально-технической базы сельского хозяйства в современных условиях хозяйствования;
- исследование организационно-экономических проблем и разработка рекомендаций по совершенствованию инженерно-технического обеспечения аграрного производства;
- совершенствование теоретических основ управления инновационными процессами в агропромышленном комплексе;
- разработка экономических основ и практических предложений по инженерно-техническому обеспечению сельского энергетического хозяйства;
- совершенствование методики и методов технико-экономической оценки технических средств АПК;

- разработка организационно-экономических основ внедрения систем и средств информационно-технологического обеспечения АПК.

Таким образом, истоки инженерно-экономического факультета — в зарождении и становлении инженерно-экономической науки в МИИСП — МГАУ им. В.П. Горячкина. Наглядно это прослеживается на примере кафедры «Экономика и организация производства на предприятиях АПК». Здесь в разные годы работали д.т.н., профессор Г.В. Веденяпин, академик ВАСХНИЛ, д.т.н., профессор Б.С. Свиргцевский, академик ВАСХНИЛ, профессор Г.М. Лоза, доктора экономических наук, профессора Н.С. Власов, В.С. Антошкевич, М.И. Горячкин, А.Г. Белозерцев, Ю.Н. Попов, Г.Г. Косачев и др. Учеными кафедры вносится весомый вклад в науку по проблеме совершенствования методики и методов экономической оценки технических средств, сформировано современное направление в инженерной экономике на рубеже инженерных и экономических проблем воспроизводства сельскохозяйственной техники, продуктивно ведутся научные исследования по экономике и организации сельской энергетики. С первых дней создания инженерно-экономического факультета пристальное внимание уделяется повышению качества подготовки специалистов. На это нацелена работа всех кафедр и обслуживающих подразделений факультета, для чего совершенствуются рабочие программы дисциплин, привлекаются в учебный процесс современные инновации науки и производства. Регулярно проводятся учебно-методические и научные семинары и конференции обеспечивают повышение уровня научно-методической подготовки профессорско-преподавательского состава, главным образом, молодежи, не остается без внимания и поддержки студенческая наука и студенческое самоуправление.

В составе объединенного университета РГАУ—МСХА им. К.А. Тимирязева коллективу инженерно-экономического факультета в том или ином качестве предстоит доказать свою зрелость и способность наращивать уровень подготовки специалистов для экономики страны, главным образом, для аграрного сектора. Предстоит кропотливая работа по совершенствованию учебного процесса на основе корректировки учебных планов и содержания дисциплин, формированию и освоению новых направлений и профилей подготовки, реализации современных инновационных образовательных технологий, привлечению в учебных целях достижений науки и передового производственного опыта.

В течение последних 15 лет коллектив инженерно-экономического факультета трудился напряженно и продуктивно, и в дальнейшем лучшие традиции в работе коллектива будут поддерживаться и приумножаться.

УДК 631.86:631.15

Л.С. Качанова, канд. техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

А.М. Бондаренко, доктор техн. наук

Донской государственный аграрный университет

ЭКОНОМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Достижение устойчивого развития экономики сельского хозяйства в настоящее время и в перспективе требует решения проблемы оптимизации ресурсопотребления и ресурсосбережения.

Проблему ресурсосбережения следует рассматривать с позиций агроэкологических проблем земледелия, систем производства растениеводческой продукции, машинных технологий и машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства, учитывая, что они являются ключевыми ресурсами при производстве сельскохозяйственной продукции.

Ресурсосбережение представляет собой процесс эффективного использования материально-технических, трудовых, финансовых и других ресурсов. Цели его — производство сельскохозяйственной продукции с лучшими качественными показателями при минимуме совокупных затрат производственных ресурсов и повышение экономической отдачи с натуральной единицы ресурсов. Понятие «ресурсосбережение» включает в себя несколько вариантов экологически позитивной хозяйственной деятельности от непосредственного ресурсосбережения до повторного использования промышленных и бытовых отходов и отработавших свой срок машин, узлов и механизмов. Основой ресурсосбережения является разумное использование (при постоянном сокращении потребления и потерь) энергии и ресурсов, вторичное использование невозобновляемых природных ресурсов, недопущение превышения порога экологической устойчивости окружающей среды.

Мероприятия по ресурсосбережению включают в себя технический, технологический, организационный и экономический блоки.

Под организационно-экономическим механизмом ресурсосбережения понимается система взаимосвязанных организационных и экономических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и стимулирование экономии материально-технических ресурсов, и производство сельскохозяйственной продукции

с минимальными затратами всех ресурсов в денежном и натуральном исчислении [1].

Долгие годы в сельском хозяйстве главенствовали следующие правила:

- растительные остатки являются отходами производства, продажа или закапывание растительных остатков — норма;
- сжигание растительных остатков разрешается;
- на переднем плане стоят химические процессы почвы;
- внесение органического удобрения и севооборот не основные, а дополнительные факторы повышения рентабельности возделывания с.-х. культур.

Продолжительное использование почвы при данной системе способствует ее деградации и становится неприемлемым ни с экологической, ни с социальной, ни с экономической точки зрения.

В настоящее время, когда остро стала проблема обеспечения продовольственной безопасности государства, правила должны быть изменены на следующие:

- растительные остатки являются ценным продуктом, который необходимо рационально использовать;
- сжигание растительных остатков запрещается;
- на переднем плане должны быть почвенно-биологические, а не химические процессы;
- внесение органических удобрений и севооборот — важнейшие и основные условия повышения эффективности отрасли растениеводства.

Главным технологическим элементом в повышении плодородия почв, прекращении их деградации является внесение органических удобрений производимых на основе навоза животноводческих предприятий. В этой связи с.-х. предприятиям необходимо к произведенному навозу относиться не как к побочному отходу животноводческой отрасли, а как к ценному исходному сырью для производства органических удобрений, при помощи которых улучшается качественный состав почвы и как следствие повышается урожайность с.-х. культур.

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почве Южного федерального округа (ЮФО) необходимо ежегодное внесение органических удобрений (ОУ) из расчета 10...15 т на условный гектар пашни, однако из-за ограниченности ресурса навоза и отсутствия эффективных технологий его переработки в последние 15...20 лет внесение органических удобрений в хозяйствах ЮФО составляет менее 1 т/га.

Для увеличения производства высококачественных органических удобрений требуется мобилизация всех органических ресурсов отраслей животноводства и растениеводства и в первую очередь навоза животноводческих предприятий, соломы, растительных остатков с.-х. культур и др.

Сельхозугодия Ростовской области составляют 8,5 млн га, в том числе 5,8 млн га — пашни. С учетом почвенно-климатических и экономических условий Ростовская область разделена на 6 природно-сельскохозяйственных зон: северо-западную (С-З), северо-восточную (С-В), центральную (Ц), приазовскую (Пр.), южную (Ю) и восточную (В). Практически во всех природно-сельскохозяйственных зонах в той или иной мере в аграрном секторе культивируются растениеводство и животноводство.

Общее поголовье крупного рогатого скота (КРС) (на III кв. 2013 года) превышает 600 тыс. гол., в том числе в СПК более 133 тыс. гол. Общее поголовье свиней составляет более 463 тыс. гол., в том числе в СПК — более 191 тыс. гол.

Выход навоза на животноводческих предприятиях СПК Ростовской области составляет около 3252,00 тыс. т/год, в том числе твердый навоз (ТН) составляет 41,2 %, жидкий навоз (ЖН) — 28,1 % и полужидкий навоз (ПН) — 30,7 % [2].

Указанного количества навоза в Ростовской области и производства на его основе твердых и жидких органических удобрений хватает для внесения на 35 % пахотных площадей, что явно не достаточно для восстановления почвенного плодородия.

В Ростовской области отрабатываются технологии производства концентрированных органических удобрений (КОУ) на основе подстилочного, полужидкого и жидкого навоза, обоснована экономическая эффективность их применения в растениеводстве [3, 4].

Результаты производства годовых объемов навоза КРС и свиноводческих ферм по зонам Ро-

стовской области представлены на рис. 1, анализ которого показывает следующее.

Наибольший выход навоза в количестве 900 822 т/га получен в северо-западной зоне. При этом ЖН произведено 45 552 т, ПН — 155 140 и ТН — 290 162 т.

В восточной зоне производится 798 401 т/год навоза. При этом ПН произведено 240 465, твердого — 557 936 т. В приазовской зоне производится 765 278 т/год навоза, в том числе ЖН — 40 000, ПН — 282 857 и ТН — 442 453 т. В южной зоне выход навоза составил 409 717 т/год. При этом ЖН производится 14 965, ПН — 189 394 и ТН — 205 358 т. В центральной зоне производится 204 911 т/год навоза, в том числе: ПН — 67 395 и ТН — 137 566 т.

Наименьшее количество навоза в объеме 172 590 т/год производится в северо-восточной зоне. При этом ПН составляет 64 520, ТН — 107 870 т. Общая площадь пашни достигает 1099 тыс. га.

В северо-восточной, центральной и восточной зонах Ростовской области преобладают полужидкий и подстилочный навоз.

Применение органического удобрения, произведенного по традиционным технологиям переработки навоза, подразумевает дозы внесения 40...60 т/га [3, 4].

В то же время разработаны технологии ускоренного компостирования, которые при использовании элементов биотехнологий позволяют получить высококачественные органические удобрения, применяемые с дозой внесения 1...4 т/га.

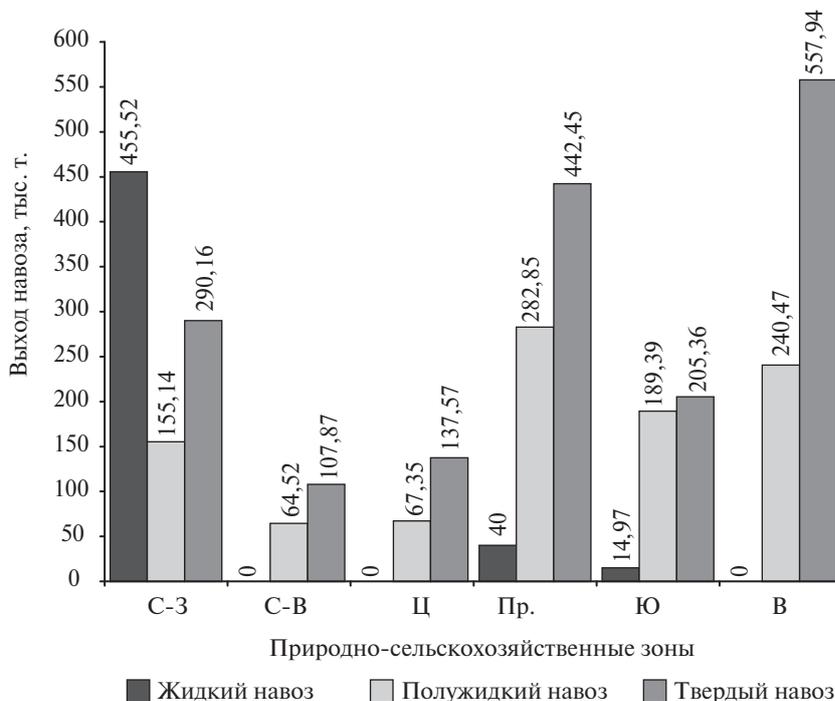


Рис. 1. Годовые объемы навоза, производимого фермами КРС в СПК по природно-сельскохозяйственным зонам Ростовской области (III квартал 2013 г.)

Для оценки эффективности применяемых технологий производства удобрений в рамках повышения плодородия почв и как следствие увеличение рентабельности производства с.-х. культур предлагается ввести критерий уровня органообеспеченности с.-х. площадей (УОО). Критерий характеризует уровень обеспечения органическими удобрениями с.-х. площади региона в расчете заданной дозы внесения и представляет отношение

суммы внесенных органических удобрений $\sum_{i=1}^I BOY_i$ к сумме площадей посева с.-х. культур $\sum_{k=1}^K S_k$, т. е.

$$UOO = \frac{\sum_{i=1}^I BOY_i}{\sum_{k=1}^K S_k} 100 \%$$

Уровень органообеспеченности с.-х. площадей зависит от следующих качественных и количественных факторов:

F — виды ресурсов (сырья и материалов), используемых при переработке навоза в ОУ;

V_j — объем j -вида навоза, используемого при производстве органического удобрения;

N — виды технологий переработки навоза в ОУ;

I — виды производимого органического удобрения;

S_k — площади посева k с.-х. культуры, га;

D_i — дозы внесения органического вещества, т/га.

Таким образом, уровень органообеспеченности с.-х. площадей можно представить как функцию.

$$UOO = f(F, V_j, N, I, S_k, D_i).$$

Результаты определения уровня органообеспеченности с.-х. площадей представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что уровень органообеспеченности с.-х. площадей при внесении твердого органического удобрения с дозой 40 т/га крайне низок — от 0,39% по северо-восточной природно-сельскохозяйственной зоне до 2,20% по приазовской зоне. При применении концентрированного органического удобрения ситуация несколько лучше, однако уровень органообеспеченности с.-х. площадей остается низким — от 2,35% (северо-восточная зона) до 14,40% (северо-западная зона).

По итогам проведенного анализа актуальной является разработка принципиально новых технологий производства концентрированного органического компоста (КОК) на основе полужидкого и жидкого навоза с использованием соломы, внесение которого с дозами 1...4 т/га позволяет более эффективно использовать произведенный навоз, увеличить объемы производства высококачественных твердых органических удобрений (ТОУ) и соответственно площади внесения удобрений под выращиваемые с.-х. культуры. Актуальность использования соломы в качестве удобрения определяется тем, что увеличиваются объемы внесения органических удобрений; снижа-



Рис. 2. Уровень органообеспеченности с.-х. площадей при применении различных видов органических удобрений

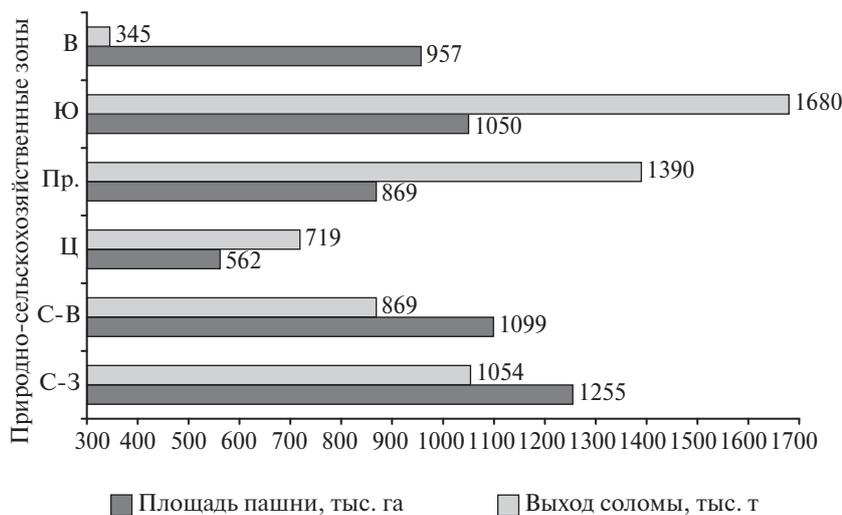


Рис. 3. Выход соломы и наличие пашни по природно-сельскохозяйственным зонам Ростовской области



Рис. 4. Технологическая схема производства КОК методом ускоренного компостирования на основе жидкого, полужидкого навоза и соломы:
 I — участок для производства жидких КОУ; II — площадка компостирования для производства твердого КОК

ются объемы сжигаемой соломы, появляется возможность перехода к экологическим принципам земледелия, где главным является охрана почв.

Из рис. 3 видно, что выход соломы по Ростовской области составляет около 6057 тыс. т/год.

Технологический процесс производства КОК протекает следующим образом (рис. 4). В емкости растворного узла, расположенные на участке для производства жидких КОУ, из навозохранилища подается жидкий (полужидкий) навоз влажностью

90 % и более, а также α-добавка в количестве 6,25 % от массы навоза и соломы (при компостировании).

Указанные компоненты перемешиваются гидравлическим способом в течение 30...40 мин, образуя жидкое КОУ. Насосами жидкое КОУ загружается в транспортно-технологическую машину (рис. 5) и подается на площадку для компостирования навоза.

Транспортно-технологическая машина конструкции АЧГАА выполнена на базе разбрасывателей жидких органических удобрений типа РЖТ (МЖТ), отличительной особенностью которой является наличие выгрузного шнека, дозирующей задвижки и разбрасывающего устройства роторного типа [5]. Емкость кузова составляет 8 м³, агрегируется с трактором кл. 3, потребляемая мощность на привод рабочих органов — до 33 кВт. При полной загрузке 8 т навоза в емкость добавляется 0,5 т α-добавки, что позволяет при соотношении 1 : 4 (1 часть соломы и 4 части навоза) получить 10 т концентрированного органического компоста от доставки указанной порции полужидкого навоза.

При необходимости жидкое КОУ можно вносить на поле самостоятельно с последующей его заделкой в почву. Площадка для компостирования располагается, как правило, в поле возле скирда соломы. На площадке базовой машиной является мобильный смеситель компонентов компоста (МСКК) конструкции АЧГАА, выполненный на базе кузовных разбрасывателей твердых органических удобрений типа ПРТ (рис. 6) [5].



Рис. 5. Технологическая машина для транспортировки и внесения жидких и полужидких КОУ



Рис. 6. Общий вид мобильного смесителя компонентов компоста конструкции АЧГАА



Рис. 7. Ворошитель СВБ16.30 для перебуртовки компостной смеси

Отличительной особенностью МСКК является возможность дозированной подачи соломы и жидких КОУ от технологической машины в смесительную камеру, где в результате активного перемешивания компонентов образуется компост влажностью 70 %, который выбрасывается лопатками, одновременно формируя бурт шириной 2,5 и высотой 1,5 м.

На площадке бурт компоста периодически, через 12 ч, перемешивается ворошителем буртов СВБ16.30 (рис. 7), что способствует его ускоренному компостированию.

В результате быстрого нагрева за счет наличия в компосте α -добавки происходит обеззараживание навозной массы, насыщение ее питательными элементами и через 7 сут (в летний период) КОК готов для внесения на поле. При этом влажность КОК составляет 50...60 %, он имеет комковатую форму (более 90 % частиц менее 0,5 см), плотность 0,7...0,8 т/м³.

Элементы данной технологии внедрены в ряде хозяйств Целинского, Зерноградского, Мясниковского и Матвеево-Курганского районов Ростовской области.

Количество сырья, необходимого для реализации предлагаемой ресурсосберегающей технологии, а также выход готового продукта — КОК и площадь, которая с заданной дозой внесения обрабатывается с использованием удобрения, представлены в таблице.

Уровень органообеспеченности с.-х. площадей при сравнении эффективности технологий производства КОУ и КОК показал следующее (рис. 8).

Исходя из наличия одинакового количества сырья — жидкого и полужидкого навоза, получают уровень органообеспеченности выше при использовании КОК, что вполне объяснимо, так как при технологии производства КОК применяется солома, что увеличивает выход конечного продукта. При использовании КОУ в качестве основного удобрения наблюдают эффективность данной технологии в рамках обеспечения с.-х. площадей требуемым количеством удобрений во всех зонах, кроме северо-западной и южной. В северо-западной и южной — технология производства КОК показала себя как более эффективная.

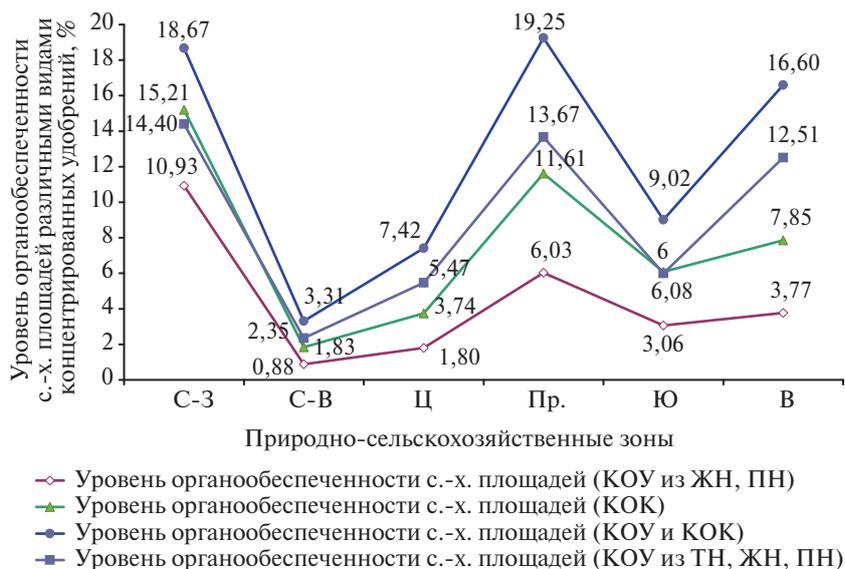


Рис. 8. Уровень органообеспеченности с.-х. площадей Ростовской области в разрезе природно-сельскохозяйственных зон

Количественные параметры реализации технологии производства концентрированного органического компоста

Природно-сельскохозяйственные зоны РО	Количество жидкого навоза, тыс. т	Количество полужидкого навоза, тыс. т	Используемое количество соломы для реализации технологии, тыс. т	Площадь пашни обеспеченная КОК, тыс. га
С-З	455,52	155,14	152,67	190,83
С-В	0,00	64,52	16,13	20,16
Ц	0,00	67,35	16,84	21,05
Пр.	40,00	282,85	80,71	100,89
Ю	14,97	189,39	51,09	63,86
В	0,00	240,47	60,12	75,15

Однако как наиболее рациональный с точки зрения повышения уровня органообеспеченности вариант сочетания двух технологий — ресурсы сырья в виде твердого навоза используются для производства твердых КОУ, сырье — жидкий, полужидкий навоз с добавлением соломы используются для производства КОК. Количество получаемых концентрированных удобрений при сочетании двух технологий обеспечивает наибольший уровень органообеспеченности с.-х. площадей по сравнению с другими технологиями (рис. 8).

Следовательно, эффективным приемом переработки навоза животноводческих предприятий Ростовской области является производство концентрированного органического компоста на основе соломы, жидкого (полужидкого) навоза и α -добавки, что позволяет на 25 % увеличить площади возделывания с.-х. культур с внесением удобрений и улучшить экологическую обстановку в местах накопления навоза за счет его перера-

ботки и применения соломы как альтернативы ее сжиганию.

Список литературы

1. Ресурсосберегающие технологии: состояние, перспективы, эффективность: науч. изд. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. — 156 с.
2. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. / Под ред. В.Н. Василенко. — Ч. 1. — Ростов-на-Дону: МСХиП РО, 2013. — 240 с.
3. Качанова Л.С., Бондаренко А.М., Вуколов М.В. Моделирование систем применения удобрений на предприятиях АПК: монография. — Зерноград: АЧГАА, 2013. — 118 с.
4. Качанова Л.С., Бондаренко А.М. Техничко-экономическое обоснование систем применения удобрений / Вестник ИрГСХА. — 2013. — Вып. 59. — С. 7–14. — Режим доступа: <http://www.igsha.ru/science/files/v59.pdf>
5. Бондаренко А.М., Забродин В.П., Курочкин В.Н. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: монография. — Зерноград: АЧГАА, 2010. — 184 с.

УДК 336.5:620.9(100)

В.Т. Водяников, доктор экон. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ СТИМУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ЗА РУБЕЖОМ

Ежегодно интерес к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в мире неуклонно возрастает. И в России несмотря на кажущуюся обеспеченность запасами органического топлива уже сегодня имеются предпосылки для эффективного применения ВИЭ. Это применение может быть существенно расширено в случае целенаправленной реализации принятых соответствующих законов РФ по повышению энергоэффективности экономики и стимулированию развития альтернативных источников энергии. В современном мире ВИЭ приобрели не только энергетическое и экологическое, но и мировое политическое звучание. Основные причины этого можно сформулировать следующим образом [1]:

- ресурсы ВИЭ (солнечная энергия, энергия ветра, энергия биомассы, геотермальная энергия, энергия малых рек, энергия морских волн и др.) практически не ограничены, во много раз превышают обозримые потребности человечества в энергии и постоянно восполнимы;
- использование ВИЭ не ведет к существенному загрязнению окружающей среды и не приводит к изменению теплового баланса земли;

- в отличие от нефти, газа, угля и урана ресурсы ВИЭ более менее равномерно распределены по территории стран и регионов, они не находятся в монопольном владении ограниченного числа страны, их освоение рассматривается как фактор энергетической и политической безопасности.

Во многих странах мира в последние десятилетия наметилась устойчивая тенденция по наращиванию использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В настоящее время 49 стран приняли ту или иную систему финансово-экономического стимулирования развития возобновляемой энергетики, в том числе 14 государств, относящихся по критериям ООН к развивающимся. Анализ мировой практики дает основание выделить четыре схемы такой поддержки [2]:

- установление финансовых тарифов на энергию ВИЭ или финансовых надбавок к рыночным ценам. Эту схему используют 41 государство. Среди них такие, как Дания, Германия, Франция, Канада, Индия, Бразилия и др.;
- система обязательных квот на производство и потребление энергии ВИЭ. Эта система действует в Англии, Италии, Швеции, Бельгии,

Японии, Нидерландах и в некоторых штатах США;

- тендерная система реализации проектов генерации электроэнергии на основе ВИЭ. Действует в Ирландии и Франции;
- система специальных налоговых списаний, т. е. схема списания инвестиций на проекты в области ВИЭ за счет других проектов. Данная система применяется в США.

Для того чтобы понять суть этих систем, следует остановиться на каждой более подробно.

Система фиксированных тарифов на энергию на основе ВИЭ впервые стала применяться в 1978 г. в США. Затем она была трансформирована в схему финансируемых надбавок к рыночной цене.

Суть системы состоит в обязательстве закупки энергии по установленному фиксированному тарифу либо в обязательстве доплатить генераторам энергии ВИЭ фиксированную надбавку к цене рынка на электроэнергию. Обязательство такой покупки может возлагаться на сетевые организации и крупные энергетические компании. К достоинствам системы финансируемых тарифов следует отнести:

- производители участвуют в продаже энергии на рынке как обычные продавцы, что снижает возмущение оптового рынка энергии;
- тарифы и надбавки входят в будущий уровень затрат на генерацию как традиционной, так и возобновляемой энергии;
- снижение рисков инвесторов за счет установления правил формирования и сроков действия тарифов или надбавок на долгосрочный период (15...20 лет); установления понятных (четких) правил и уровня затрат на балансирование поставок энергии на рынок, что фиксируется в соответствующих нормативных материалах рынка.

К недостаткам системы следует отнести:

- низкую предсказуемость в планировании объектов производства энергии ВИЭ в целом по стране;
- снижение тарифов и надбавок со временем не всегда отражает реальный технологический процесс и ситуацию на рынках энергии;
- тарифный вариант, который требует очевидного приоритета закупки энергии ВИЭ и может вызвать противоречия на рынках при увеличении доли ВИЭ в производстве электроэнергии до 20...25 %.

Система квотирования потребления энергии ВИЭ стала применяться в 2001–2003 гг., когда Европейский комитет принял Директиву по возобновляемым источникам энергии, устанавливавшую высокие нормативные показатели использования ВИЭ в странах Евросоюза к 2010 г. Сущность системы заключается в законодательном установ-

лении обязательств по производству и потреблению энергии на основе ВИЭ. Форма таких обязательств: либо в абсолютном выражении (мегаватт-часы), либо доля энергии ВИЭ в общем объеме производства и потребления. Они возлагаются соответственно на производителей и потребителей энергии. За невыполнение обязательств устанавливается специальный штраф. Для выполнения обязательств их субъекты могут либо создать свое собственное производство такой энергии, либо купить на рынке специальные сертификаты, подтверждающие производство такой энергии. Цель запуска этой системы — создание рынка торговли подтверждающими сертификатами ВИЭ, через цену и продажу которых производители электроэнергии на базе ВИО получают свою финансовую поддержку. При этом предполагается, что рынок должен привести к снижению стоимости сертификатов и, следовательно, к повышению стоимости энергии ВИЭ для общества.

Система квотирования обладает следующими достоинствами:

- установление взаимосвязи размеров квот с целями государства по производству и потреблению ВИЭ;
- возможность осуществления рыночной конкуренции различных производителей и технологий производства энергии посредством ВИЭ;
- осуществление стратегического планирования и осуществления долгосрочных перспектив развития производства энергии благодаря ВИЭ.

К недостаткам данной системы поддержки развития ВИЭ следует отнести:

- высокий уровень рисков инвесторов;
- сложность взаимной увязки разных параметров системы квотирования в пределах длительного срока;
- сложность выхода из системы поддержки после окончания ее срока действия.

Система квотирования позволила просто трансформировать долгосрочные национальные цели производства и потребления энергии ВИЭ в квоты потребления, однако практика применения этой системы неоднозначна. Например, Нидерланды пользовались ею в 1997–2000 гг., а с 2003 г. перешли на фиксированные тарифы. Неудачу с развитием ВИЭ в Японии специалисты связывают с низкой эффективностью системы квотирования.

Тендерная система предполагает изначальное объявление показателя мощности или количество энергии на основе ВИЭ, при этом претенденты должны дать свои ценовые заявки на строительство мощности этого уровня или производства энергии в объявленном объеме. В тендере заявок побеждает претендент, предложивший самую низкую цену.

В некоторых странах (Франция, Ирландия и др.) отказались от этой системы. Причина — проблема ответственности потребителей при задержке реализации проектов, полученных на тендерах, или вообще при отказе его реализации.

Налоговые кредиты представляют собой чисто американскую схему, по которой государство разрешает производителю энергии на основе ВИЭ списать расходы на другой инвестиционный проект (или производство) все расходы на проект по ВИЭ, снижая, таким образом, размер налога на прибыль по работающему проекту. Этот метод стимулирования, используемый в США, не вписывается как в российскую налоговую систему, так и в системы многих других государств.

При выборе схемы поддержки ВИЭ остаются два принципиальных вопроса: сколько добавлять и к чему. При ответе на первый из них необходимо исходить из анализа результатов сравнения показателей затрат на производство электроэнергии по традиционной схеме и с использованием ВИЭ.

На основании этого сравнения можно делать вывод об обоснованности тех мер поддержки и их уровня, которые предлагаются в проекте законодательного решения.

При ответе на второй вопрос о выборе объекта стимулирования можно придерживаться двух сценариев: поддержка использования ВИЭ в рамках инвестиционного цикла при строительстве объектов ВИЭ или по завершении инвестиционного цикла при производстве электроэнергии посредством ВИЭ. В последнем случае речь идет уже о произведенной и проданной на рынок электроэнергии. Таким образом, обеспечивается помощь за полученный конечный результат.

Список литературы

1. Фортон В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире: науч. изд. — Долгопрудный: Издат. дом «Интеллект», 2011. — 168 с.
2. Водяников В.Т. Экономические основы развития сельской энергетики: монография. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. — 184 с.

УДК 339.63:339.137(470)

Л.Д. Черевко, канд. экон. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

Н.Н. Бекренева, канд. экон. наук

Н.М. Гурьянова, канд. экон. наук

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ МАЛОГО БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ ЧЛЕНСТВА РОССИИ В ВТО

В настоящее время в международной экономике и международной торговле происходит несколько сложных процессов: глобализации, специализации и регионализации товарного производства и рынка услуг. Все больше намечается тенденция концентрации производства услуг в развитых странах и перенос товарного производства в страны, где это производство наиболее оптимально с точки зрения требований законодательства этих стран, стоимости рабочей силы и других благоприятных для товарного производства факторов. Как итог — происходит глобализация правил мировой торговли и международной системы разделения труда.

Открытость отечественной экономики для экспорта и импорта современной продукции и технологий, постепенное решение инвестиционного процесса приводят к осознанию необходимости обеспечения конкурентоспособности организации как важнейшего фактора его долгосрочного выживания и поступательного развития.

Создание цивилизованного рынка, глобализация международных экономических отношений и новый этап экономического развития России резко актуализировали проблему конкурентоспособности. Становление новых экономических отношений, а также вступление России в ВТО настоятельно требуют поиска и применения новых методов и подходов к управлению отдельными хозяйствующими субъектами.

Всемирная торговая организация (ВТО) была образована в 1995 г. как устанавливающая правила торговли между странами и определяющая их поведение на мировых рынках. Сегодня около 95 % мировой торговли приходится на страны, входящие в состав ВТО. 22 августа 2012 г. вступил в силу протокол о присоединении Российской Федерации к ВТО.

Всемирная торговая организация регулирует все меры внутренней поддержки производителей сельскохозяйственной продукции на основе главного параметра: приводит ли их применение к получению

конкурентных преимуществ на рынках продовольствия. При этом некоторые из применяемых в России инструментов поддержки сельского хозяйства ограничены к использованию в странах-членах ВТО.

Одним из условий вступления России в ВТО стало сокращение с 2013 г. господдержки села с 9 млрд долл. (2013 г.) до 4,4 млрд долл. (2018 г.). Формально обязательства России как члена ВТО распространяются только на Федерацию, однако каждый субъект обязан будет выполнять законодательство данной организации и обязательно столкнется с определенными трудностями и ограничениями. Это также коснется и Пензенского региона.

Конкурентоспособность является интегральным показателем, характеризующим положение организации на рынке [1]. Отечественным товаропроизводителям в последнее время приходится конкурировать с зарубежными компаниями на внешнем и на внутреннем российском рынках.

Руководители большинства организаций в настоящее время недостаточно внимания уделяют вопросам повышения конкурентоспособности и не готовы к активному ведению конкурентной борьбы [2]. Низкая конкурентоспособность региональных производителей требует создания механизма воздействия на формирование и реализацию конкурентных преимуществ субъекта хозяйствования, что приводит к необходимости глубокого теоретического и методологического анализа сущности категории «конкурентоспособность», условий и факторов ее возникновения.

Роль и значение конкурентоспособности организации в экономическом развитии региона определяют актуальность и перспективность тем исследования, необходимость разработки эффективной системы управления конкурентоспособностью [3].

Для отечественной экономики проблемы, связанные с развитием конкуренции, выходят на первый план и требуют всестороннего научного анализа. Отсюда возникает необходимость постоянного изучения новых явлений и процессов в этой области [4–6].

Малый бизнес пока не осознал всех возможных последствий, а также рисков и угроз, которые принесет для него присоединение России к ВТО и открытие внутренних рынков для более конкурентоспособных международных организаций. Не конкурентоспособные российские товаропроизводители должны будут реструктурировать и модернизировать свое производство или уйти с рынка. Иностранным компаниям присоединение России к ВТО, напротив, позволит увеличить рынок сбыта в стране. На российский рынок придут международные корпорации и усилят конкуренцию во всех отраслях экономики, что приведет к значительному увеличению маркетинговых расходов на поддержание рыночных позиций. В связи с этим наметит-

ся значительное падение рентабельности бизнеса отечественных организаций и снижение их конкурентоспособности. Это в особенности относится к пищевой, легкой, электронной, химической, фармацевтической, авто- и авиастроительной промышленности, секторам финансовых услуг, страхования, розничной торговли, малому и среднему бизнесу. Причина этому довольно прозаичная — изношенность основных фондов [7], нехватка квалифицированных кадров, низкая техническая оснащенность производства. В каждой сфере бизнеса следует ожидать разных перемен [8–11].

Именно поэтому отечественному малому бизнесу незамедлительно нужно подготовиться к приходу на внутренние рынки международных производителей и усилить свой бизнес, используя существующие возможности, инструменты, механизмы [4] и инфраструктуру [5, 10], чтобы составить достойную конкуренцию международному бизнесу и сохранить контроль над национальной экономикой, а федеральным и региональным властям следует в рамках правил ВТО искать возможности поддержки стратегических отраслей российской экономики, в частности, малого бизнеса.

В качестве примера можно рассмотреть, каким образом современный малый бизнес может реализовать имеющийся потенциал для поддержания своей конкурентоспособности в условиях ВТО [8]. В качестве объекта исследования выбрана организация ООО «РИФ 98», которая планирует провести процесс диверсификации с целью расширения товарного ассортимента (макаронных изделий быстрого приготовления) в качестве поддержания своей конкурентоспособности [9]. Производство макаронных изделий быстрого приготовления можно отнести к новым технологиям. Для проникновения на планируемый рынок и занятию своей рыночной ниши необходимо придерживаться маркетинговой стратегии прочного внедрения на рынок [10]. В рамках данной стратегии предполагается установление относительно низкой цены в надежде на привлечение наибольшего числа потенциальных покупателей и завоевание большей доли рынка. Снижение издержек по сравнению с другими конкурентами предполагается за счет экономии затрат на перевозке продукции от производителя к потребителю, а также за счет того, что организация имеет следующее преимущество — основной вид сырья, а это зерно, которое производится в организации.

Для налаживания производства организации в первый год потребуются материальных затрат в сумме 7136,61 тыс. р., во второй — 8497,17 тыс. р., в третий — 8920,69 тыс. р. При производстве макаронных изделий работа будет организована в две смены, потребность в работниках основного производства занятых непосредственно выпуском продукции составит 4 чел., организация сможет полу-

чить уже в первом квартале 166,78 тыс. р. чистой прибыли. В третьем году чистая прибыль составит 4017,82 тыс. р. Индекс доходности затрат будет равным 1,34, что больше 1, а индекс доходности инвестиций — 20,72, что также больше 1, следовательно, реализация проекта в перспективе будет эффективна. Простой срок окупаемости составляет два квартала. Чистый дисконтированный доход составит 7026,56 тыс. р.

Таким образом, организация нового бизнеса позволит существующим организациям получить дополнительные финансовые ресурсы, которые позволят более маневренно вести им свой бизнес в новых изменившихся рыночных условиях. Реализация дополнительных возможностей с целью повышения конкурентоспособности российских товаропроизводителей будет возможна только при обеспечении полноценного существования государственной программы. Размер господдержки определяется условиями ВТО. Выбор инструментов поддержки следует осуществлять индивидуально с учетом производственно-экономических условий конкретных предприятий и проектов. При повышении эффективности предприятий растет доходность, а при повышении доходности организация будет иметь возможность развивать материально-техническую базу и становится конкурентоспособной.

Список литературы

1. Никифорова Е.Н., Гурьянова Н.М. Категория «качество продукции» в системе взаимосвязанных факторов // Региональная экономика: теория и практика. — 2011. — № 45. — С. 47–50.

2. Гурьянова Н. Уровень самообеспеченности населения Пензенской области продовольствием // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2013. — № 3. — С. 28–31.

3. Ворожейкина Т.М. Особенности конкуренции в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2012. — № 2. — С. 39–42.

4. Ворожейкина Т.М. Влияние состояния регионального продовольственного рынка на организацию взаимоотношений его участников // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2008. — № 8. — С. 70–72.

5. Ворожейкина Т.М. Основные направления развития отношений участников продовольственного рынка России // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2004. — № 2. — С. 115–122.

6. Зельднер А. Социализация общественных отношений и государственно-частное партнерство // Проблемы теории и практики управления. — 2012. — № 7–8. — С. 22–28.

7. Невская Н.А. Реиндустриализация как целевой ориентир индикативного планирования // Экономика и предпринимательство. — 2014. — № 4–1. — С. 104–107.

8. Осипов В.С. Институциональное поле взаимодействующих хозяйствующих субъектов // Экономика и предпринимательство. — 2013. — № 12–4. — С. 405–409.

9. Осипов В.С. Затраты и полезность versus стоимость и ценность (к проблеме единства экономической науки) // Вопросы экономики и права. — 2013. — № 58. — С. 85–89.

10. Осипов В. Введение в теорию конкурентного взаимодействия хозяйствующих субъектов // Вестник Института экономики РАН. — 2013. — № 6. — С. 181–190.

11. Халтурин Р.А. Инвестиционная привлекательность производственной инфраструктуры // Экономика и предпринимательство. — 2014. — № 4–2. — С. 148–151.

УДК 633.1

Ахмед Омар Юсеф Азаби

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В ЛИВИИ

В Ливии посевные площади под зерновыми культурами занимают 380 тыс. га, или около 18 % пахотных земель, они всегда были непостоянны. Еще большим колебаниям из-за разных факторов (экономические, политические и особенно природно-климатические) подвержены урожайность и валовые сборы зерна. По сравнению с соседними странами Ливия занимает отстающие позиции по урожайности зерновых культур.

В стране были попытки увеличить производство зерна за счет расширения площади посевов, но ограниченные пахотные земли не позволяют расширить посевные площади под зерновые куль-

туры в основных зернопроизводящих и других зонах Ливии.

Агроклиматические условия на большей части пашни страны неблагоприятны для возделывания зерновых культур.

В Ливии возделываются четыре вида зерновых культур (пшеница, ячмень, кукуруза и просо), однако основную долю в посевах и производстве занимают две — пшеница и ячмень. В 2001–2002 гг. их площадь в совокупности составила чуть более 97 %, а общий валовой сбор — около 95 %.

Состояние зернового хозяйства характеризуется размерами посевных площадей, валовыми сбо-

рами зерна и структурными сдвигами производства отдельных видов продукции.

В конце 70-х — начале 80-х годов прошлого века в стране начинает преобладать распашка новых земель, обращение их под посевы зерновых культур. Характерно, что в этот период быстро увеличивалась пашня в южной зоне. Зерновые культуры в Ливии размещались в основном на плодородных землях. При наличии воды и соблюдении законов земледелия представлялась реальная возможность для полного обеспечения населения продовольствием в то время за счет собственного производства.

С начала 90-х годов XX в. наблюдалась тенденция сокращения посевных площадей как в западной зоне, так и в восточной. Перемещение посевов зерновых культур с севера на юг было связано с социально-экономическими условиями возделывания зерновых культур, но оно происходило так-

же под влиянием изменившихся природно-климатических условий.

В конце XX — начале XXI в. в фермерских хозяйствах сократилось возделывание пшеницы из-за влияния экономической блокады (1992—1998 гг.) и государственной поддержки на импорт основных продовольственных продуктов питания. Аграрные политики не отказывались от производства пшеницы и других зерновых культур на государственных зернопроизводящих предприятиях, но не было финансово-материальных средств для поддержки отечественного производства.

С начала 2000-х годов по настоящее время удельный вес посевных площадей государственных зернопроизводящих предприятий сократился на 63,8%.

Проводимые преобразования в сельском хозяйстве отрицательно отразились на развитии зернового производства. Площадь посевов зерновых культур страны снижается.

О характере изменений в посевах зерновых культур за 50 лет можно судить по данным, приведенным на рис. 1.

За анализируемый период площадь зерновых культур в хозяйствах всех категорий снизилась почти наполовину по сравнению с 1976 годом. Особенно быстрыми темпами снижалась посевная площадь в фермерских хозяйствах, на их долю в структуре посевов приходилось 95,33% в 2008 г. Наиболее низкие темпы сокращения посевов зерновых наблюдались на государственных зернопроизводящих предприятиях, их удельный вес посевов составлял 4,67% в том же году.

В структуре посевов зерновых культур начала увеличиваться доля ячменя, кукурузы и проса при сокращении удельного веса пшеницы.

Вместе с сокращением посевных площадей произошло уменьшение валового сбора зерна в стране (рис. 2).

В настоящее время в Ливии сложилась следующая структура производства зерна. Около половины объемов ежегодного производства зерна в Ливии составляет ячмень. Он же занимает больше половины посевных площадей. Второй по значению культурой является пшеница. Кроме пшени-

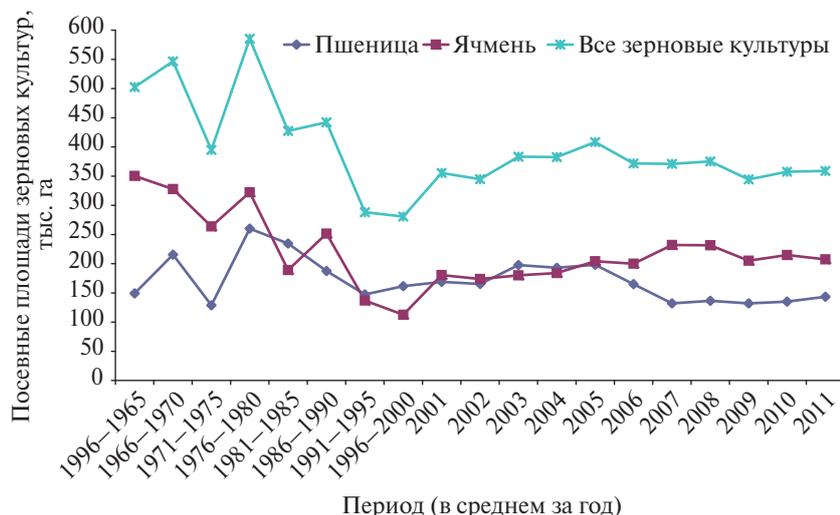


Рис. 1. Динамика посевных площадей зерновых культур Ливии (1961–2011)

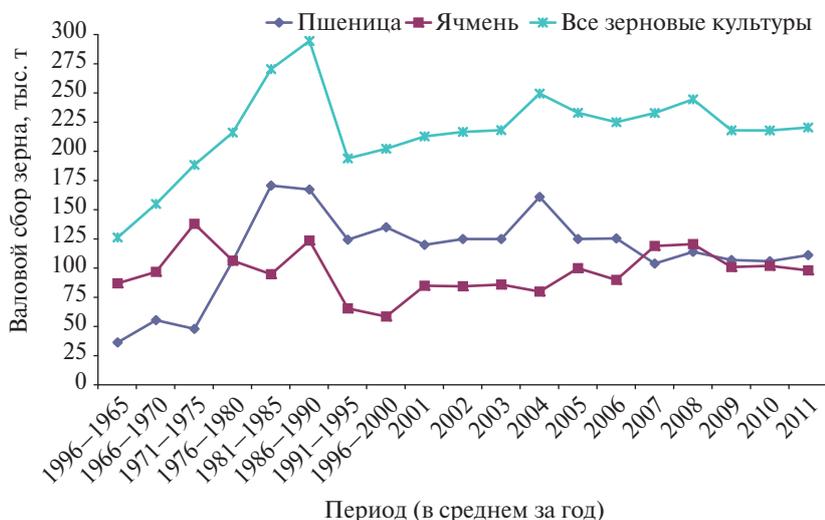


Рис. 2. Динамика валового сбора зерна Ливии (1961–2011)

цы и ячменя, значительную долю в валовых сборах занимает просо (3%). Доля кукурузы составляет примерно 1,5%.

Как свидетельствуют данные диаграммы, за исследуемый период произошли значительные изменения в динамике производства зерновых. Изменение объемов производства зерновых культур произошло как за счет изменения посевных площадей, так и за счет изменения урожайности основных зерновых культур.

В хозяйствах всех категорий объем производства зерна в 2011 г. уменьшился на 98,4 тыс. т (или на 31,2%) и на 52,1 тыс. т (или на 19,2%) по сравнению с 1976 и 1990 годами соответственно. Произошло сокращение объемов производства зерна на зернопроизводящих предприятиях на 38,1 тыс. т в 2008 г. по сравнению с 1990 годом и в фермерских хозяйствах — на 37,7 тыс. т.

В структуре производства пшеницы и ячменя их удельный вес практически стал одинаковым, они составляют 47,8 и 47,6% соответственно в среднем за период 2006–2011 гг., тогда как в 1990-е годы доля пшеницы превышала удельный вес ячменя на 34,1%.

За анализируемый период удельный вес валового сбора ячменя был значимым в структуре производства зерна до начала 80-х годов. Если в 1961–1975 гг. на его долю в посевах зерновых приходилось 65,5%, а в общем объеме производства зерна — 68%, то в 2001–2011 гг. соответственно 54,7 и 42,9%.

Пшеница заняла доминирующее положение в структуре валового сбора зерновых культур.

Производство кукурузы находится на незначительном уровне — 2...3 тыс. т под нею занято менее 2 тыс. га. Собственное производство кукурузы не покрывает платежеспособного спроса, и она завозится по импорту.

В условиях ограниченной возможности расширения посевов зерновых культур рост производства зерна в стране следует обеспечить за счет повышения урожайности всех видов зерновых культур. Ее среднегодовой уровень не должен быть ниже 2,5...3 т на гектар.

В современных условиях для достижения этого уровня необходимо обеспечить внедрение интенсивных методов ведения зерновых хозяйств: рост количества и повышение качества применяемой техники, увеличение использования минеральных и органических удобрений и средств защиты растений, расширение площади мелиорируемых земель, создание и внедрение новых высокоурожайных сортов и гибридов зерновых культур, улучшение семеноводства, распространение вы-

сокотехнологических приемов и энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур.

Ученые опытной станции Эль-Мардж пришли к заключению, что в расчете на фактическую урожайность зерна природный потенциал обеспечивает при нормальных природно-климатических условиях пшеницы 0,65 т/га и ячменя 0,45 т/га. Орошение и внесение удобрений может поднять указанный потенциал в 5...9 раза, т. е. до 4...6 т/га пшеницы и до 2,5...4,5 т/га ячменя. Эта возможность подтверждается опытом работы государственных зернопроизводящих предприятий.

О характере изменений в урожайности зерновых культур в Ливии за 50-летний период (1961–2011) можно судить по рис. 3.

Поэтому можно сделать вывод, что продуктивность зернового хозяйства в стране всегда была низкой, она постоянно и резко колебалась по годам. Это было вызвано главным образом засухами.

В Ливии на первом месте по урожайности хлебов стояла кукуруза, на втором — просо, на третьем — пшеница, на четвертом — ячмень. Эта последовательность сохранялась до настоящего времени.

В результате экономической блокады 1992–1998 гг. снизились посевные площади, урожайность, валовое производство зерна. Резко ухудшилось плодородие почв, обострились экологические проблемы.

Снижение товарности производства зерна и объемов его производства на душу населения происходило и в период после блокады. Высокий ее уровень не допустил резкого снижения этих показателей, которое произошло в 1993–2000 гг.

Несмотря на низкий уровень урожайности почти во всех фермерских хозяйствах, за исключением некоторых из них, где урожайность находится на среднем уровне и составляет 1,5...2,5 т на гектар, на государственных зернопроизводя-



Рис. 3. Динамика урожайности зерновых культур Ливии (1961–2011)

Таблица 1

Динамика производства пшеницы в Ливии

Год	Все категории хозяйств			Зернопроизводящие предприятия		
	Площадь, га	Валовой сбор, т	Урожайность, т/га	Площадь, га	Валовой сбор, т	Урожайность, т/га
2000	157 293	125 000	0,79	1970	5844	2,97
2001	169 012	120 000	0,74	3431	11 038	3,22
2002	165 294	125 000	0,76	12 377	52 961	4,28
2003	197 624	125 000	0,63	13 697	70 577	5,15
2004	193 000	161 000	0,83	15 329	67 025	4,37
2005	198 197	125 000	0,63	9800	40 368	4,12
2006	165 000	125 500	0,76	8215	34 519	4,20
2007	132 000	104 000	0,79	6241	23 310	3,73
2008	136 530	114 000	0,83	8858	34 128	3,85
2009	132 000	107 000	0,81	6400	21 555	3,36
2010	135 000	106 000	0,79	8756	33260	3,80
2011	143 448	111 215	0,78	х	х	х

Источник: данные Министерства сельского хозяйства Ливии.

Таблица 2

Динамика производства ячменя в Ливии

Год	Все категории хозяйств			Зернопроизводящие предприятия		
	Площадь, га	Валовой сбор, т	Урожайность, т/га	Площадь, га	Валовой сбор, т	Урожайность, т/га
2000	129 000	83 000	0,64	14 600	34 136	2,34
2001	180 500	85 000	0,47	14 601	39 675	2,72
2002	173 697	84 500	0,49	1595	6460	4,05
2003	180 000	86 000	0,48	2728	11 004	4,03
2004	184 000	80 000	0,43	4123	15 387	3,73
2005	204 080	100 000	0,49	7964	21 192	2,66
2006	200 000	90 000	0,45	4092	15 519	3,79
2007	232 000	119 000	0,51	9625	37 891	3,94
2008	231 500	120 620	0,52	8664	35 630	4,11
2009	205 000	101 000	0,49	1321	5042	3,82
2010	214 922	102 000	0,47	2614	9377	3,59
2011	207 479	98 125	0,47	х	х	х

Источник: тот же.

Таблица 3

Урожайность пшеницы на с.-х. предприятиях (1995–2010 гг.)

Название предприятия	Урожайность, т/га		
	Минимальная	Максимальная	Средняя
Эль-Куфра	3,4	5,7	4,5
Эль-Срейр	1,3	4,6	2,9
Мкнуса	2,8	6,1	4,4
Аирван	1,2	3,6	2,4
Арил	0,9	3,4	2,1
Бржуж	2,9	5,8	4,4
Абу-Шэба	2,5	5,0	3,7

Расчитано по данным предприятий и Министерства сельского хозяйства Ливии.

ских предприятиях этот показатель очень высок, для пшеницы он составляет 2,97...5,15 т на гектар в 2000–2010 гг. и для ячменя — 2,34...4,11 т на гектар в тот же период (табл. 1 и 2). Но эти предприятия и фермерские хозяйства представляют только 8 % всей площади посева.

Следует проанализировать урожайность зерновых культур на зернопроизводящих предприятиях за период 2000–2010 гг. В 2008 г. существующие предприятия производили 34,1 тыс. т пшеницы, средняя урожайность составляла 3,85 т/га; 35,6 тыс. т ячменя, средняя урожайность — 4,11 т/га. В среднем за 1995–2010 гг. средняя урожайность пшеницы составляла 3,7 т/га (табл. 3).

Средняя урожайность на всех предприятиях высокая, а, как видно из таблицы, наибольшая урожайность была на предприятии Мкнуса, а самая низкая — в Арил. Низкая урожайность объясняется тем, что несколько участков этих предприятий страдают от нестабильности и колебания уровня производства, снижения производительности труда и сокращения посевных площадей. Это приводит к увеличению стоимости и снижению доходности. Данные негативные результаты возникли из-за проблем на предприятиях, в том числе низкой эффективности материально-технической базы предприятия, распространения сорняков и ослабления борьбы с ними, а также невыделения финансовых средств из бюджета для покупки техники в некоторые годы.

Для решения проблем необходимо срочное вложение денежных средств. В 2005 г. объем инвестиций для предприятия области Мурзук составил 12,376 млн ливийских динаров, а Эль-Куфра — 7,943 млн, что не способствовало значительному изменению состояния предприятий, так как этого количества недостаточно.

В 2006 г. государство приняло еще одну попытку помощи зернопроизводящим пред-

приятным, увеличило отчисление денежных средств до 80 млн ливийских динаров на два последующих года (2006 и 2007), но и эта сумма является только краткосрочным спасением, коренным образом не изменившим состояние предприятий.

В 2008 г. для восстановления предприятий был разработан проект 100 тыс. га отчислениями в 1031 млн на пять лет (2008–2012) [1–2].

В начале 2011 г. проект был остановлен в связи с началом гражданской войны. К концу 2012 — началу 2013 г. новое правительство возобновило этот проект, выделяя ту же сумму денежных средств и продлевая срок действия программы до 2015 г.

Организационно-экономические связи зернопродуктового подкомплекса характеризуются недостаточной сбалансированностью и неравномерными темпами развития комплексообразующих видов производства. С этим связаны большие потери зерна и зерновой продукции, ослабевает связь отраслей, занимающихся производством зерна и осуществляющих его переработку и хранение.

Ежегодный недобор зерна в фермерских хозяйствах, по оценкам экспертов, составляет одну треть часть амбарного урожая. Это является следствием недостатка средств защиты, технического несовершенства средств механизации и нерационального их использования, а также некомплексного использования имеющихся сырьевых ресурсов, ведомственной и территориальной разобщенности технологически взаимосвязанных отраслей. Суще-

ствующий механизм подкомплекса не отвечает требованиям развивающейся экономики и не обеспечивает координацию, согласованность всех звеньев производства конечных продуктов. Формирование рынка зерна в условиях развития интеграционных процессов преследует цель создания благоприятных условий для взаимовыгодной торговли, содействия эффективному производству, формированию необходимых резервов для обеспечения продовольственной безопасности.

Основными мероприятиями в условиях страны, обеспечивающими повышение урожайности зерна, являются: внедрение прогрессивных систем ведения зернового производства с учетом развития общей культуры земледелия; повышение плодородия почв и на его основе рост продуктивности всех видов угодий; оптимизация структуры посевных площадей и зерновых районов; внедрение интенсивных энергосберегающих технологий на всей площади посевов зерновых культур и внедрение высокопродуктивных районированных сортов и гибридов.

Список литературы

1. Ежегодный отчет о состоянии сельского хозяйства в Ливии. — Триполи: Министерство сельского хозяйства, животноводства и рыболовства Ливии, 2012. — 56 с. (на арабском).
2. Новые отчеты: глобальные и локальные ситуации производства зерна. — Триполи: Высший народный комитет по вопросам сельского хозяйства, животноводства и рыболовства, 2010. — 42 с. (на арабском).

УДК 338.43.01/.02

В.С. Осипов, доктор экон. наук
Институт экономики РАН

ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЯ САНКЦИЙ (НОВАЯ АГРАРНАЯ ПОЛИТИКА)

Введение санкций в отношении российских политиков и крупнейших компаний вынудило руководство страны ответить своими санкциями. Ответ получился изящный и действенный. Сельскохозяйственные товаропроизводители стран Евросоюза, а также переработчики сельскохозяйственного сырья на столько сильно ощутили этот ответ, что некоторые страны резко изменили свое отношение к «санкционной войне».

На наш взгляд, введение санкций в отношении России не имеет никакого отношения к политическим заявлениям западных политиков. Даже если бы Россия не имела общих границ с Украиной, все равно повод оказывать давление на Россию нашелся бы: «... Ты виноват хоть тем, что хочет-

ся мне кушать...». Ответ кроется в усиливающейся роли России в мировом хозяйстве и одновременной относительной независимостью политического режима от западных демократий. Однако и это не самое главное. Самое главное кроется в усилении экономического влияния России в мире. Россия входит в состав стран БРИКС, активно продвигает проект «МВФ-2», независимый глобальный финансовый центр, неподконтрольный США и его союзникам. В этой части ответ России на санкции западных стран в виде запрета на ввоз подавляющего числа наименований продовольственных товаров не только и не столько больно ударит по западным экономикам, сколько поможет России, наконец, начать процесс перехода к продовольственной

независимости [2]. «Санкционная война» заставила российское правительство обратить внимание на аграрный сектор страны. Фактически, именно благодаря санкциям, появилась возможность новой аграрной политики, направленной на обеспечение продовольственной независимости страны.

Новая аграрная политика, однако, нуждается в двусторонней поддержке. Потребительский спрос это один вид поддержки, образовавшийся в результате санкций. Второй вид поддержки целиком и полностью зависит от государства. В экономической теории принято рассчитывать валовый внутренний продукт тремя способами. Расчет по добавленной стоимости и по затратам в данном случае мы не рассматриваем, а вот расчет по доходам представляет однозначный интерес. Напомним, что ВВП равен сумме доходов экономических агентов: рента (доход с земли), процент (доход с финансового капитала), прибыль (доход с капитала), заработная плата (доход от фактора труд), чистый экспорт. Следовательно для обеспечения продовольственной независимости надлежит не только создать искусственные барьеры к доступу иностранных товаров на рынок, но и сформировать условия для получения доходов предпринимателями, чтобы они были заинтересованы в инвестировании средств в аграрное производство. Это обеспечит не только продовольственную независимость, но и уже, рост ВВП. В этом состоит идеология новой аграрной экономической политики. Механика же новой аграрной экономической политики состоит в выработке рецептов получения заинтересованными сторонами повышенного дохода от инвестирования факторов производства в аграрную сферу. Речь идет об инвестировании не только финансового капитала, но и производственного капитала, труда. Фактор земли резко уменьшился в объемах в результате аграрных реформ в России. По разным оценкам Россия потеряла около 40 миллионов гектаров пахотных земель, которые заросли лесом, и еще приблизительно 100 миллионам гектаров грозит опустынивание, что несомненно затрудняет включение земли как фактора производства в хозяйственный оборот, а затраты на восстановление этого фактора сокращают конкурентоспособность конечного продукта, за счет включения этих затрат в цену товара.

Тем не менее возрастающий потребительский спрос и закрытые рынки для западных товаров обеспечат покрытие этих затрат за счет повышения цен на продовольствие. Кроме фактора земли особое внимание следует уделить фактору капитала — ни финансов, ни достаточного количества сельскохозяйственной техники у сельскохозяйственных товаропроизводителей нет. Проценты по кредитам также лягут в цену товара, также как и лизинговые платежи за технику. Отсюда достаточно высокий рост цена на конечные продовольственные това-

ры в краткосрочной, по крайней мере, перспективе неизбежен.

Каковы же по нашему мнению должны быть действия государства в стихийно сложившейся новой аграрной политике? Очевидно, что если страна нуждается в каких-то товарах, и по каким-либо причинам закупить их за рубежом не представляется возможным, то разрабатываются механизмы государственной поддержки развития таких производств [1].

Какие же меры предпринимаются в нашем случае? Пока не слышно о дополнительном субсидировании кредитов или страхования, лизинговых платежей, снижении налогового бремени для сельскохозяйственных товаропроизводителей, финансировании кадастровых работ по земле сельскохозяйственного назначения. Однако появились предложения открыть рынки для стран Латинской Америки для поставок их сельскохозяйственных товаров на наш рынок. Наш стратегический партнер — Республика Беларусь также заинтересовалась возможностями расширения рынка сбыта своих товаров. Не получится ли так, что одни поставщики просто сменяются другими, продовольственная независимость так и не улучшится, а наши аграрии так и останутся «пасынками»? Пока, к сожалению, все сходится именно в этом.

Промышленно развитые страны, богатые страны по Э. Райнерту*, специализируются на тех стадиях передела или технологического процесса, которые дают наибольшую доходность, а те стадии, которые дают меньшую доходность остаются для «производства» бедным странам. Как только жизненный цикл операции с высокой доходностью подходит к концу (т. е. снижению доходности), богатая страна переносит его производство в бедную страну (по аналогии с отверточным производством). Да, бедная страна получает производство, рабочие места и даже относительный рост благосостояния населения, однако, страны «третьего мира» таким путем никогда не достигнут благосостояния стран «первого мира». Поэтому прав Э. Райнерт утверждая, что богатые страны именно специализируются на богатстве, а бедные страны — на бедности.

Убывающая отдача характерна в первую очередь для неуникальных отраслей, производящих неуникальные товары, то есть сырьевых отраслей, сельского хозяйства, в которых экстенсивный способ производства превалирует над интенсивным [3]. Даже в развитых странах сельское хозяйство существенно субсидируется из государственного бюджета, так как доходность там просто не может быть такой же высокой как в высокотехнологичных отраслях. Возрастающая отдача характерна для высо-

* Райнерт Э. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. — М.: ГУ ВШЭ, 2014. — 382 с.

котехнологичных отраслей промышленности, для которых более характерен интенсивный тип производства. Таким образом, в результате принятия рецептов так называемого «Вашингтонского консенсуса», страны «третьего мира» потеряли свою промышленность, так как слишком быстро открылись мировым рынкам и поток импортных товаров в первую очередь погубил промышленность, что привело к снижению доходов населения (ведь возрастающая отдача была потеряна, а убывающая отдача осталась), что привело к снижению доходов в сельской местности, так как сократился совокупный спрос. Нынешняя ситуация характерна как раз возрастающим спросом на потребительские товары, что обеспечивает повышение доходности сельского хозяйства. Однако это повышение доходности в сельском хозяйстве может оказаться краткосрочным из-за педалирования импорта продовольствия из стран Латинской Америки и Беларуси.

Важно рассмотреть опыт некоторых стран, использовавших стратегию развития местной промышленности с возрастающей отдачей, причем разными способами, но все же протекционистскими по своему характеру. Фактически, применение ответных санкций сделало аграрную политику России более протекционистской, поэтому опыт зарубежных стран востребован особенно в сложившейся глобальной мировой экономической ситуации.

Во-первых, это опыт Южной Кореи, которая столкнулась с проблемой выхода на мировой рынок своих промышленных товаров и воспользовалась стратегией импортозамещения. «Здесь не только возникает возможность для развития отраслей с возрастающей отдачей, но и возможность воспользоваться уже существующими институциональными структурами — инфраструктурой рынка, ранее использованными для реализации импортных товаров. Решена автоматически проблема организации рынка сбыта товаров, так как он уже существует и, возможно, даже не потребует его перестройка»*. Во-вторых, это опыт Финляндии, где политика импортозамещения выражалась в том, что иностранному инвестору законодательно было запрещено напрямую инвестировать средства в обрабатывающую промышленность без специального разрешения Министерства промышленности. Был создан искусственный барьер для проникновения иностранного капитала в местную обрабатывающую промышленность. Причем разрешение предусматривало запрет на осуществление тех видов деятельности, в которых иностранный инвестор мог составить конкуренцию местным производителям. Фактически правительство устанавливало запретительные барьеры на пути конкуренции сильных «иностранцев» с «местными»

* *Мюрдаль Г.* Современные проблемы «третьего мира». — М.: Прогресс, 1972. — С. 373.

производителями. Наконец, важным представляется опыт Ирландии, которая из сельскохозяйственной страны превратилась в самые короткие сроки в страну с передовыми информационными технологиями и резко повысила свое благосостояние за счет переключения на отрасль с возрастающей отдачей, опередив многих европейских партнеров.

«... независимость можно укрепить лишь при условии, чтобы большая часть средств производства, необходимых для национальных программ капиталовложений, производилась внутри страны»**.

Отсюда становится понятно, что целенаправленная политика государства на создание местной промышленности, вопреки рецептам Вашингтонского консенсуса, (возможно протекционистская по каким-то продуктовым позициям промышленного сектора), в сочетании с формированием условий для ведения бизнеса в виде институциональных полей, способна расширить совокупный спрос на внутреннем рынке за счет расширения доходов населения и дать толчок развитию сельского хозяйства и иных отраслей с убывающей отдачей путем предъявления платежеспособного спроса на их продукты со стороны работников отраслей с возрастающей отдачей при условии активной государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей по всем возможным направлениям (субсидирование процентных ставок по кредитам, ГСМ, лизинга и т. п.) и не столько активного приглашения импортеров из стран Латинской Америки. Очевидно, что в результате предпринятых действий цены на сельскохозяйственную продукцию должны вырасти, это объективная реальность, но в долгосрочной перспективе Россия может увеличить свою продуктивную независимость, повысить занятость, ВВП и обеспечить рост благосостояния населения в регионах, занятых сельскохозяйственным производством.

Список литературы

1. Ворожейкина Т.М. Государственное регулирование фрагментированных отраслей // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. — 2011. — № 4. — С. 108–113.
2. Ворожейкина Т.М. Роль институциональной среды в обеспечении продовольственной безопасности страны // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2014. — № 6. — С. 15–17.
3. Зельднер А. Государственное регулирование агропромышленного сектора экономики // Вопросы экономики. — 1997. — № 6. — С. 83.
4. Осипов В.С. Отраслевые и операционные конкурентные преимущества в международном разделении труда: матрицы структуризации промышленной политики // Экономика и предпринимательство. — 2014. — № 6. — С. 26–33.
5. Осипов В.С. Базовые предпосылки притока частных инвестиций // Вестник Института экономики РАН. — 2014. — № 3. — С. 118–126.

** Там же. — С. 375.

Рефераты статей Brief reports

АГРОИНЖЕНЕРИЯ AGROENGINEERING

УДК 621.81:539.3

М.Н. Ерохин, доктор техн. наук, профессор

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

П.В. Дородов, канд. техн. наук, доцент

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА

Представлено решение обратной краевой задачи механики деформируемого твердого тела, позволяющее проектировать сопряжения деталей сельскохозяйственной техники в зоне контактной концентрации напряжений в зависимости от технологических требований и механических свойств материала изделий.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, деталь, контактная задача, оптимальное проектирование, жесткий штамп, упругое основание, контактное напряжение.

M.N. Erokhin

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

P.V. Dorodov

Izhevsk State Agricultural Academy

METHOD OF OPTIMAL DESIGN OF PARTS IN THE CONTACT ZONE

The solution of inverse boundary value problem of solid mechanics, allowing interface design details of agricultural machinery in the area of the contact stress concentration depending on the technological requirements and mechanical properties of the material products.

Key words: agricultural equipment, item, contact problem, optimal design, the hard stamp, elastic base, contact stress.

УДК 631.3:629.3.014.2.033:636.085

В.В. Стрельцов, доктор техн. наук, профессор

Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева

В.П. Лапик, канд. техн. наук, доцент

И.П. Адылин, аспирант

Брянская государственная сельскохозяйственная академия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЧНОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ЕЕ ОПОРНЫМИ КАТКАМИ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Изложен процесс взаимодействия резиноармированной гусеницы с опорными катками движителя.

Ключевые слова: гусеничный движитель, резиноармированная гусеница, опорные катки.

V.V. Streltsov

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

V.P. Lapik, I.P. Adylin

Bryansk State Agricultural Academy

STIFFNESS TEST OF RUBBER-REINFORCED TRACK WHEN DEFORMING IT WITH THE HELP OF TRACK SUPPORT ROLLERS OF THE CATERPILLAR MOVER

The article presents the process of interaction between rubber-reinforced track and track support rollers of caterpillar mover.

Key words: Caterpillar mover, rubber-reinforced track, track support rollers.

УДК 621.1

С.А. Андреев, канд. техн. наук, доцент

Е.А. Петрова, аспирантка

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО БАЛАНСА КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В ТОПОЧНОЙ КАМЕРЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА

Обоснована необходимость изучения зависимости концентрации озона от производительности озонатора и интенсивности горения топлива в топочной камере водогрейного котла. Составлена и проанализирована

зирована система дифференциальных уравнений, связывающих показатели поступления и использования озона. Определено математическое выражение, иллюстрирующее взаимосвязь изучаемых величин. Построен график изменения концентрации озона в функции интенсивности горения топлива.

Ключевые слова: озон, интенсификация горения, топочная камера, водогрейный котел, динамика концентрации озона.

S.A. Andreev, E.A. Petrova

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

THE STUDY OF DYNAMIC BALANCE OF OZONE CONCENTRATION IN THE COMBUSTION CHAMBER OF THE BOILER

The necessity of studying the dependence of ozone concentration on the performance of the ozonator and intensity of combustion in the combustion chamber of the boiler. Compiled and analyzed by the system of differential-equations linking indicators of education and the use of ozone. Defined mathematical expression showing the relationship of the studied variables. The schedule of changes in the concentration of ozone as a function of the intensity of burning fuel.

Key words: ozone, the intensification of combustion, combustion chamber, boiler, the dynamics of the ozone concentration.

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук

С.Н. Романюк

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

С.О. Нукешев, доктор техн. наук

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфулина, Республика Казахстан

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РОЛИКОВЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Приводится краткий анализ существующих способов восстановления бронзовых подшипников скольжения. Изложены некоторые результаты исследований и опытов в области восстановления работоспособности подшипников скольжения. Предлагаются конструкционные решения приспособлений для восстановления подшипников скольжения.

Ключевые слова: подшипник скольжения, втулка, восстановление, работоспособность.

S.K. Toigambaev, S.N. Romaniuk

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

S.O. Nukeshev

Kazakh Agro Technical University named after S. Seifullin, Republic of Kazakhstan

ADAPTATIONS FOR RESTORATION OF BEARINGS OF SLIDING

In given clause the brief analysis of existing ways of restoration of bronze bearings of sliding is resulted. Some results research and experiences in the field of restoration of working capacity of bearings of sliding are stated. Constructional decisions the adaptation for restoration of bearings of sliding are offered.

Key words: the bearing of sliding, the plug, restoration, working capacity.

УДК 631.3.004.67–192

Ю.Г. Вергазова, ст. преподаватель

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ «ВАЛ–ВТУЛКА»

Показано влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединения «вал–втулка». Определены ремонтные размеры исследуемых соединений.

Ключевые слова: допуск, посадка, восстановление, долговечность, вал, отверстие.

Yu.G. Vergazova

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

INFLUENCE OF ACCURACY AND PROCESS PARAMETERS ON THE DURABILITY OF THE CONNECTION «SHAFT-HUB»

Shows the influence of technological parameters of accuracy and durability of the «shaft-hub». Defined repair sizes of test compounds.

Key words: tolerance, planting, restoration, durability, shaft hole.

УДК 502/504: 631.3.004.67–631.145

Г.И. Бондарева, доктор техн. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А.Тимирязева

Н.Б. Орлов, канд. техн. наук

Республиканский навигационный-информационный центр, Республика Калмыкия

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАРКАСОВ КАБИН ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Проведена оценка несущей способности каркасов кабин тракторов и автомобилей.

Ключевые слова: энергия, удар, риск, трелевочный, пассивный, пластических, конечно-элементные модели, ускорения, опрокидывания, деформация, изгибающий момент, квазистатические расчеты, упругопластические деформации.

G.I. Bondareva

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

N.B. Orlov

Republican navigation and information center, the Republic of Kalmykia

EVALUATION OF THE BEARING CAPACITY OF THE CAR FRAME TRACTORS AND CARS

The evaluation of the carrying capacity of the car frame tractors and cars.

Key words: energy, impact, risk, logging, passive, plastic, finite-element models, acceleration, tipping, deformation, bending moment, quasi-static calculations, elastic-plastic deformation.

УДК 632

И.Н. Гаспарян, канд. биол. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А.Тимирязева

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ОТ РИЗОКТОНИОЗА

Рассмотрен вопрос о влиянии ризоктониоза на процесс накопления вирусных частиц и включению в рекомендации по защите картофеля от вирусных болезней как обязательный прием защиты от ризоктониоза.

Ключевые слова: картофель, ризоктониоз, вирусные болезни, противовирусные препараты, ДАДГТ, кампозан, винур, производные винура.

I.N. Gasparyan

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

PROTECTING POTATOES FROM RHIZOCTONIA

The question of the effect of sheath blight on the accumulation of virus particles and included in the recommendations for the protection of potato virus diseases as compulsory acceptance protection against Rhizoctonia.

Key words: potatoes, sheath blight, viral diseases, antiviral drugs, DADGT, kampozan, vinur derivatives vinura.

УДК 633.494

В.И. Старовойтов, доктор техн. наук, профессор

О.А. Старовойтова, канд. с.-х. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха

А.А. Манохина, канд. с.-х. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева

ТОПИНАМБУР — КАК КОРМОВОЙ РЕСУРС

Показано значение топинамбура — высокопродуктивного кормового растения, дающего два вида кормовой продукции — зеленую массу и клубни.

Ключевые слова: топинамбур, кормовая ценность, питательные вещества, высокоэнергетические корма, зеленая масса, кормопроизводство.

V.I. Starovoytov

O.A. Starovoytova

All-Russian Research Institute of potato farming named after A.G. Lorch

A.A. Manokhina

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

JERUSALEM ARTICHOKE — AS FEED RESOURCES

The significance of Jerusalem artichoke — high-yielding forage plant, giving two types of feed products — green mass and tubers.

Key words: artichoke, food value, nutrients, high-energy food, green mass, forage production.

УДК 62–63

Е.В. Быкова, канд. техн. наук, доцент

А.В. Гемонов, студент

А.В. Лебедев, студент

Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНОГО ЭТИЛОВОГО СПИРТА НА ТРАНСПОРТЕ

Дается анализ применения топливного этанола в двигателях внутреннего сгорания автомобилей, отвечающих современным нормам токсичности. Одним из значимых направлений, позволяющих, с одной стороны, существенно сократить выбросы вредных веществ, а с другой — снизить потребление нефтяного топлива, является применение бензоспиртового топлива.

Ключевые слова: топливный этанол, бензоспиртовые смеси, автомобильный транспорт, альтернативное топливо.

E. V. Bykova

A. V. Gemonov

A. V. Lebedev

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

PROSPECTS FOR THE USE OF FUEL ETHANOL IN TRANSPORT

The article analyzes the use of ethanol fuel in internal combustion engines of vehicles that meet current emission regulations. One of the important areas that allow, on the one hand, to significantly reduce emissions, and on the other — to reduce the consumption of petroleum fuels, is the use of benzospirtovyyh fuels.

Key words: fuel ethanol, benzospirtovyye mixture, motor vehicles, alternative fuel.

УДК 556.16

А.В. Перминов, канд. техн. наук, доцент

М.А. Смирнова, аспирантка

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ОЦЕНКА ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В БАСЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Рассмотрены вопросы закономерностей внутригодового распределения стока в бассейне Верхней Волги. При исследовании применялась методика расчета распределения стока по сезонам (весна, лето—осень, зима). Расчеты стока выполнены методом компоновки. Установлены основные факторы, влияющие на распределение речного стока внутри года.

Ключевые слова: каскад водохранилищ, частный водосбор, речной сток, Верхняя Волга, коэффициент автокорреляции.

A. V. Perminov, M. A. Smirnova

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

ASSESSMENT OF THE YEAR RIVER FLOW DISTRIBUTION IN THE UPPER VOLGA BASIN

There are considered questions of the regularity of the year flow distribution in the Upper Volga basin. In the research used the method of calculation of the flow distribution by seasons — spring, summer-autumn, winter. The calculations of the flow were carried out by method layout. There are installed main factors affecting the river flow distribution within a year.

Key words: cascade of reservoirs, the private catchment, river flow, Upper Volga, the autocorrelation coefficient.

УДК 639.111.16:004

М.К. Чугреев, доктор биол. наук, профессор

В.И. Федотенков, канд. биол. наук, доцент

И.С. Ткачева, лаборант-исследователь

С.Р. Янгальчев, студент

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЧЕТА РЕСУРСОВ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ОГРАНИЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Применение ГИС-технологии с использованием GPS информационной базы обеспечивает повышение качества учета и мониторинга ресурсов копытных животных, позволяет получить новые знания о характере и принципах их распространения на больших площадях и на ограниченной охраняемой территории.

Ключевые слова: лось, ресурсы, учет, численность, геодезические информационные системы, мониторинг, GPS-навигация, расселение.

M.K. Chugreev, V.I. Fedotenkov, I.S. Tkacheva, S.R. Yangalychev

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGY FOR RESOURCE ACCOUNTING UNGULATES IN LIMITED AREAS

Usage of the GIS-technology with the GPS information base provides an increase in the quality of accounting and monitoring resources of ungulate animals, allows to obtain new knowledge about the patterns and spread principals of the species on large areas and on a limited territory.

Key words: elk, resources, accounting, number, geodesic information system (GIS), monitoring, GPS-navigation, dispersal.

УДК 656.13

И.В. Стародубцева, аспирантка

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ TOYOTA CAMRY HYBRID В РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Исследован синхронный электродвигатель Toyota, определены: вращающий момент, скорость и мощность, которую потребляет электродвигатель в режиме электромобиля (РЭ). Для определения параметров двигателя было проведено моделирование с помощью Advisor Simulation.

Ключевые слова: Toyota Camry Hybrid; гибридный автомобиль; режим электромобиля; синхронный электродвигатель с постоянными магнитами.

I.V. Starodubtseva

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

PERFORMANCE ANALYSIS TOYOTA CAMRY HYBRID IN ELECTRIC VEHICLE MODE

In this paper it will be investigated the performance of PMSM in Camry Hybrid's drive system, including torque and speed output of PMSM, and how much power required for the PMSM in EV (Electric Vehicle). Also simulation using Advisor software was done to verify the characteristics of the motor during EV mode.

Key words: Toyota Camry Hybrid; hybrid vehicle; electric vehicle mode; permanent magnet synchronous motor.

УДК 631.31.333. 634.8

Н.Ф. Баширова, аспирантка

НИИ «Агромеханика», г. Гянджа, Азербайджанская Республика

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА

Приводится общий вид комбинированного агрегата и аналитическое определение его тягового сопротивления. Стрельчатые лапы расположены фронтально в два ряда. Высевающие аппараты и фрезерные секции блокируются щелерезами и бороздорезами с симметричным расположением относительно друг к другу в направлении поступательного движения агрегата.

Ключевые слова: стрельчатая лапа, сошник, щелерез, бороздорез, фрезерная секция, высевающий аппарат.

N.F. Bashirova

Research institutes «Agromekhanika», Ganja, Azerbaijan Republic

TRACTIVE RESISTANCE COMBINED UNIT FOR TILLAGE AND SEEDING

Gives a general view of a combined unit and analytical determination of its traction resistance. Sweeps frontally located in two rows. Sowing machines and milling section and blocked schelerezami borozdorezami symmetrical arrangement with respect to each other in the direction of forward motion of the machine.

Key words: stubble share, vomer, schelerez, borozdorez, milling section, sowing apparatus.

УДК 697.432

Н.Г. Русинова, ст. преподаватель

Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, г. Ижевск

В.В. Касаткин, доктор техн. наук, профессор

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

В.В. Тестоедов

Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИ-ТЭЦ

Представлены альтернативные варианты развития энергетического комплекса республики с использованием мини-ТЭЦ, дается характеристика существующего положения, а так же обоснование необходимости строительства новых генерирующих установок на территории Удмуртской Республики.

Ключевые слова: энергообеспечение, электрическая энергия, котельная, установка газопоршневого агрегата, топливо, газ, теплопроизводительность.

N.G. Rusinova

Kamsky Institute of Humanitarian and Engineering Technologies, Izhevsk

V.V. Kasatkin

Izhevsk State Agricultural Academy

V.V. Testoedov

Agency for Energy Conservation of the Udmurt Republic

ALTERNATIVE OPTIONS FOR THE ENERGY SECTOR OF THE UDMURT REPUBLIC WITH MINI CHP

Presented alternatives of energy complex with mini CHP, describes the current situation as well as the rationale for the construction of new generating facilities in the territory of the Republic of Udmurtia.

Key words: power supply, electric power, boiler, installation of gas-piston unit, fuel, gas, heat output.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ECONOMY AND THE PRODUCTION ORGANIZATION IN AGRO INDUSTRIAL COMPLEX

УДК 631.5:001

В.Т. Водяников, доктор экон. наук, профессор, декан

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ЗАРОЖДЕНИЕ, СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В АГРОИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ

Изложена история возникновения и развития инженерно-экономической науки. На основе ее развития создавался инженерно-экономический факультет. Успехи деятельности факультета стали основой создания научных школ в области инженерной экономики в АПК.

Ключевые слова: инженерно-экономическая наука и образование, научные школы, факультет, развитие науки и образования, специальности и направления подготовки.

V.T. Vodyannikov

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

THE ORIGIN, FORMATION AND DEVELOPMENT OF ENGINEERING AND ECONOMIC SCIENCE AND EDUCATION IN THE AGROENGINEERING UNIVERSITY

The history of the emergence and development of engineering and economics. On the basis of its development created the Faculty of Engineering and Economics. The success of the faculty have become the basis for creating scientific schools in the field of engineering economics in agriculture.

Key words: engineering and economic science and education, scientific school, faculty, development of science and education, and specialty areas of training.

УДК 631.86:631.15

Л.С. Качанова, канд. техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

А.М. Бондаренко, доктор техн. наук

Донской государственный аграрный университет

ЭКОНОМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Предложена перспективная ресурсосберегающая технология производства концентрированных органических компостов. Введен критерий «уровень органообеспеченности с.-х. площадей», обоснована формула для его определения, выявлены факторы, от которых критерий зависит.

Ключевые слова: ресурсосберегающая технология, навоз, твердые органические удобрения, концентрированные органические удобрения, концентрированный органический компост, уровень органообеспеченности с.-х. площадей.

L.S. Kachanova

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

A.M. Bondarenko

Don State Agrarian University

ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF HIGH-QUALITY ORGANIC FERTILIZER IN THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT

Offered a promising alternative technology of production of concentrated organic composts. Introduced the criterion of «level of security fertilizers agricultural areas», proved a formula for determining it, identified factors that criterion depends.

Key words: resource-saving technology, manure, solid organic fertilizers, organic fertilizers, concentrated, concentrated organic compost, level of security fertilizers agricultural areas.

УДК 336.5:620.9(100)

В.Т. Водяников, доктор экон. наук, профессор, декан

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ СТИМУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ЗА РУБЕЖОМ

Изложены факторы применения возобновляемых источников энергии. Проанализированы методы финансово-экономической поддержки использования ВИЭ за рубежом.

Ключевые слова: финансово-экономический механизм, возобновляемые источники энергии, тарифы, кредит, методы стимулирования.

V.T. Vodyannikov

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

FINANCIAL AND ECONOMIC INCENTIVE MECHANISM FOR RENEWABLE ENERGY ABROAD

Sets out the factors the use of renewable energy sources. The methods of financial and economic support for the use of renewable energy abroad.

Key words: financial and economic mechanism, renewable energy, rates, credit, incentives.

УДК 339.63:339.137(470)

Л.Д. Черевко, канд. экон. наук, профессор

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

Н.Н. Бекренева, канд. экон. наук, доцент

Н.М. Гурьянова, канд. экон. наук, доцент

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ МАЛОГО БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ ЧЛЕНСТВА РОССИИ В ВТО

Обозначена проблема необходимости перехода российской экономики на инновационный путь как одного из действенных методов выхода из кризиса. Рассмотрены возможности повышения конкурентоспособности отечественного среднего и малого бизнеса в условиях вступления в ВТО.

Ключевые слова: Пензенская область, АПК, Всемирная торговая организация (ВТО), конкурентоспособность предприятия.

L.D. Tcherevko

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

N.N. Bekreneva, N.M. Guryanova

Penza State Agricultural Academy

MANAGEMENT OF COMPETITIVENESS OF SMALL BUSINESS IN RUSSIA'S WTO MEMBERSHIP

The problem is indicated by the need to move the Russian economy to innovation as one of the most effective methods of overcoming the crisis. The possibilities of improving the competitiveness of domestic small and medium businesses in terms of accession.

Key words: Penza region, agribusiness, the World Trade Organization (WTO), the company's competitiveness.

УДК 633.1

Ахмед Омар Юсеф Азаби, аспирант

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В ЛИВИИ

Анализируется историческое и современное состояние производства зерна в Ливии (структура посевной площади основных возделываемых зерновых культур, производительность, основные причины снижения производства).

Ключевые слова: производство зерна, зерновые культуры, Ливия.

Azabi Ahmed Omar Yousef

Russian State Agrarian University — MAA named after K.A. Timiryazev

THE CURRENT SITUATION ANALYSIS OF GRAIN PRODUCTION IN LIBYA

This article analyses the historical and the current situations of grain production in Libya. Also shows the structure of planted area of major cultivated grain crops in country (wheat, barley, corn and millet). Productivity of each these crops also are shown. View the main reasons of production decreased.

Key words: grain production; cereals; Libya.

УДК 338.43.01/.02

V.S. Osipov, доктор экон. наук

Институт экономики РАН

ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЯ САНКЦИЙ (НОВАЯ АГРАРНАЯ ПОЛИТИКА)

Рассмотрены последствия введения санкций в отношении продовольственных товаров западных стран для российской экономики и ее аграрного сектора. Дан анализ последствий некоторых решений, но и обоснована необходимость корректировки аграрной политики страны для обеспечения продовольственной независимости страны от импортных продуктов питания и сельскохозяйственного сырья.

Ключевые слова: аграрная политика, санкции, убывающая отдача, возрастающая отдача, продовольственная независимость.

V.S. Osipov

Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences

THE POLITICAL ECONOMY OF SANCTIONS (NEW AGRICULTURAL POLICY)

The article discusses the consequences of imposing sanctions on food products of Western countries for the Russian economy and its agricultural sector. The article not only an analysis of the effects of certain decisions, but also the necessity of adjusting the agricultural policy of the country to ensure the country's food independence from imported food and agricultural raw materials.

Key words: agricultural policy, sanctions, diminishing returns, increasing returns, food independence.

Научный журнал

**ВЕСТНИК
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Московский государственный агроинженерный
университет имени В.П. Горячкина»**

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ
ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Выпуск 3(63)

**Под редакцией Т.Б. Лещинской, О.А. Леонова, С.П. Казанцева,
Ю.А. Конкина, В.Т. Водяникова**

Индекс издания в каталоге агентства «Пресса России» — 42252

Редактор *Г.А. Кунахович*

Набор *В.И. Левина*

Верстка *Д.Н. Сахаров*

Подписано в печать 27.10.2014.
Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 8,6.
Тираж 300 экз. Заказ № 960.
Цена подписная.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»

Отпечатано в издательском центре Института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.
Адрес: 127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 58. Тел. (499) 976-0264. E-mail: t_sams@mail.ru