

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

АКАДЕМИЯ АГРАРНЫХ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БЕЛОРУССКАЯ АССОЦИАЦИЯ АГРОИНЖЕНЕРОВ

ЗАО «АГРОТЕХНАУКА»

Материалы
Международной научно-технической конференции

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АГРАРНЫХ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

22-24 апреля 1998 г.

Часть 2

Доклады на секциях:

**«Почвозадающие технологии и машиностроение»
«Моделирование агроэкологических процессов и
современное развитие агробизнеса»**

Минск-1998

УДК 631.371:620.9|001

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АГРАРНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

**(Материалы Международной научно-технической
конференции. Под ред. Ю.В.Чигарева, А.В.Кругова)**

Сборник докладов посвящен проблемам рационального использования энергоресурсов в агро-промышленном комплексе, разработке экологически безопасных и энергосберегающих технологий, машин и оборудования для сельскохозяйственного производства и перерабатывающих отраслей на основе научных методов моделирования и прогнозирования.

Предназначен для научных работников, руководителей и специалистов АПК, студентов сельскохозяйственных ВУЗов. В 2-х частях.

	Стр
2. Почвозащитные технологии и машиностроение	7
Драганов Б. Х., Мойсейкина И. И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУР В ПОЧВЕ С ДИСКРЕТНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОТЫ	7
Орда А.Н. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ	12
Размыслович И.Р., Маруда Н.С., Точинский А.А., Мельников Е.С., Пастушок В.Б., Никончук А.П. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР	15
Нигорский И. С., Азаренко В. В., Бакач Н. Г. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ НОВОГО ТИПА КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОРУДИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	17
Ларченко Л. В., Божок В. И., Таболевич Л. А. ПОЧВОЗАЩИТНАЯ, ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩЕЙ	20
Азаренко В. В., Пищик С. А., Жуков И. Л., Нестеренок В. А. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ ЧИЗЕЛЬНЫХ ОРУДИЙ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	23
Пикуновский И.И. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТЫ РОТОРНЫХ ГРАБЛЕЙ-ВОРОШИЛОК	25
Скребелин С., Александровичюс А. ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	29
Германас Л. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОДГОТОВКИ СЕМЕННОГО ЛОЖА В СОЧЕТАНИИ С ПОСЕВОМ	31
Романюк Н.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	34
Чигарев А.В., Чигарев Ю.В. ПРОЦЕССЫ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ХАОСА И САМООРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СРЕДАХ	38
Чигарев Ю.В., Романюк Н.Н. КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПАХОТНОГО И ПОДПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ	40
Чигарев Ю.В., Литвинов С.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИНКИ В СЛУЧАЕ ЕЕ ПАРВЕРТНОГО ОПИРАНИЯ	44
Швагис А.С., Лутакос Н.Ф., Стусис С.А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВВОДА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В СВАРочНУЮ ВАГНУ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИИ	47
Астасюк В.С. КОМПЛЕКСИЯ РАЗВИТИЯ СЕЯЛОК НОВОГО	

ПОКОЛЕНИЯ	49
Капцевич В.М., Иванов И.А., Кузин Р.А., Калининский В.Р. ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТИТАНОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВАКУУМНО- ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ	52
Войлок Д.Г., Дрананов Б.Х. АНАЛИЗ ЛУЧИСТОГО ПОТОКА, ОТРАЖАЕМОГО С ПОВЕРХНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ЗЕМЛИ	55
Шило И.Н., Колос В.А. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НОВЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ	57
Левтеев А.А., Кузнецик Н.Ф. ПРОГНОЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ- МЕНЕНИЯ ПЛУГОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ШИ- РИНОЙ ЗАХВАТА К ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫМ ТРАКТОРАМ МТЗ	60
Мартынюк Н.П., Лякуста И.Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОН- СТРУКЦИИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	63
Бохан Н.И., Белик К.Т., Белик А.К., Хоронский А.Н., Бохан Е.Н. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОЦЕНКИ ПРОХОДИМОСТИ МОБИЛЬ- НОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	64
Белик К.Т., Бохан Н.И., Короткий А.В., Бохан Е.Н., Солонко И.Н. ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕСУРСА МАШИНЫ	66
Белик К.Т., Бохан Н.И., Бирюков М.П., Кузнецик О.О., Солонко И.И., Дутко Л.Ю. СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬХОЗМАШИНЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕЕ ДИНАМИКИ	69
Горин Г.С. ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРИ- ФИКАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	71
Константинов В.М., Лисовский А.Л., Штемпель О.П. ПРИМЕНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ СТРУЖКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛ- ГОВЕЧНОСТИ ПЛУГОВЫХ ДИМЕЛОВ	73
Вергейчик Л.А., Ганась В., Исайев Р. УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ, СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕМЛЯНОГО МИНДАЛЯ, АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ УБОРОЧНОЙ МАШИНЫ	74
Коробко В.И., Сембион В.И., Иванов В.П. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМА- ТИВНОЙ ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ НАРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ	78
Ключков А.В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ- ВЕННЫХ МАШИН	80
Дядур В.А., Калугин А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В ТЕХНО- ЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ	82
Иванов И.А. ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛ- ЛОРЕЖУЩЕГО И ШПАМТОВОГО ИНСТРУМЕНТА	85
Иванов И.А., Мрочек Ж.А. СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ВАКУУМНО- ПЛАЗМЕННЫХ КОНДЕНСАТОВ ТИТАН-КРЕМНИЕЙ	

3. Моделирование агроэкологических процессов и современное развитие агробизнеса

89

Карташевич А.Н., Мажугин Е.И. ОЧИСТКА ГАЗОВ И ТЕХНИ-

ЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ТРАКТОРОВ	91
Семенов В.И. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА	92
Афанаски Г. И., Беловский В. И., Дружина Д. Б., Пятница Д. С., Шкутов Э.И. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРОКОСИСТЕМ И ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБЕСПОКОЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ (СТРАТЕГИЙ) РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ	93
Мисун Л. В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРУПНОПЛОДНОЙ КЛЮКВЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	96
Полук В.Е., Видро В.Л., Безруков А.И., Андрищенко С.А. МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	98
Дубиковский Г.П. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РБ	100
Дмитриев А.М., Дымар О.В., Ковалев В.Я. ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ	101
Свидерская О.В., Свидерский В.Ф. ИСКУССТВЕННАЯ ШКАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	103
Ходякова С.В., Куркин С.П. ЭФФЕКТИВНЫЙ ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ — НОВЫЕ МЕДИКОБИОДИЙСТВУЮЩИЕ ФОРМЫ УДОБРЕНИЙ	106
Куркин С.П., Поддубная О.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ОЗИМУК РОЖЬ	107
Свидерская О.В., Свидерский В.Ф. МОДЕЛИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	108
Свидерская О.В., Свидерский В.Ф. ОПТИМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ	109
Побединский В.М., Бадингер Е.Я., Старух И.Г., Иейшер А.М., Рожков С.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ СЕРВИСА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АГРОАССОЦИАЦИЙ И ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ МОЛДОВЫ	111
Голонзый С.Е., Жигарев П.Ф., Папкрусский Л.И., Богатырева Е.И. О НОРМИРОВАНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ	115
Прищепов М.А., Иг.Рутковский И.Г. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕМКОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАПРАВЛЯТЕЛЕЙ-ДАТЧИКОВ	116
Русан В.И., Ковальчук О.Н. О КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	118
Русан В.И., Мильш Е.А. СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ	119
Шестерев В.Е., Шульга В.А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕ-	

ЛЕНИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА	120
Ларьков В.М., Батюк Ф.Ф. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ	
ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ	122
Свицкая О.В. ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ	
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И	
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	126
Круглень В.П. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМЫХ ТРИТИКАЛЕ	
В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ	127
Крутов А.В. К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ	
НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД	128
Добышев А.С., Валюженя Г.А., Котелько А.П. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИ	
ЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО КОМ-	
БАЙНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА РАЗЛИЧНЫХ	
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	130
Носкова С.А., Карташова А.И. О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ И	
ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОД-	
НОГО АГРОБИЗНЕСА	132
YahyaR., Frick T., Kuller K. DIRECT SEEDING - CURRENT STATE	
AND ITS POTENTIALS IN EASTERN EUROPE	133
СПИСОК АВТОРОВ	141

Секция 2. Почвоадаптивные технологии и машиностроение

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУР В ПОЧВЕ С ДИСКРЕТНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОТЫ

Б.Х. Драганов, И.И. Мойсейкина

Рациональная организация теплового режима в сооружениях защищенного грунта связана с расчетом и оценкой факторов, определяющих формирование температурного поля в почве и в прилегающем к ней воздухе. Анализ и расчет температурного поля в почве обычно проводят на основе аналитической теории теплопроводности. Ввиду неоднородности, многофазности почва, содержащих помимо почвенного скелета также межзерновой газ и почвенную влагу, обращаются к уравнениям, описывающим процесс эффективной теплопроводности. При этом почву рассматривают как некоторую квазиоднородную среду, в связи с чем вводят эквивалентные теплофизические характеристики почвы. Более целесообразно рассматривать почву как кусочно-однородную среду с плоскими границами раздела. Подобная модель в большей мере учитывает неоднородность теплофизических характеристик почвы по глубине. Кроме того, желательно создать расчетную модель, учитывающую дискретные источники теплоты в почве.

В данной задаче имеем дело с полем температур, т.е. с потенциальной гармонической функцией E , которую обозначим $\varphi(x,y,z)$. Определим ее в каждом слое многослойной области.

Рассчитаем потенциальную функцию $\varphi(x,y,z)$ от точечного источника тепловой мощности p , расположенного в одном из слоев среды (см. рисунок). Поле температур трехмерное, в среде, где расположен источник, оно удовлетворяет уравнению Пуассона, в остальных средах - уравнению Лапласа. Выберем систему координат так, чтобы плоскость XOY совпала с одной из границ раздела сред, например с нижней. Ось Z направим так, чтобы она проходила через точечный источник. Координаты точечного источника $\rho(x_M, y_M, z_M)$ соответственно равны $0, 0, h$. Среда имеет три границы раздела, слои между ними обозначены соответственно $0, I, II, III$ и имеют проводимости $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$. Толщины соответствующих слоев обозначены как H_1 и H_2 . Основное уравнение поля для такой четырехслойной среды:

$$\Delta\varphi_3 = -\rho\delta(x,y,z,-h); \Delta\varphi_2 = 0; \Delta\varphi_1 = 0; \Delta\varphi_0 = 0. \quad (1)$$

Выражение (1) -уравнение Пуассона. В него входят единичная функция Дирака $\delta(x,y,z,-h)$, поскольку источник точечный. Функция Дирака $\delta(x-x_0,y-y_0,z-z_0)$ (она принимает всюду нулевые значения, за исключением точки (x_0,y_0,z_0) , где обращается в бесконечность) применяется для математического описания точечного источника, определив поле которого (функция Грина), легко найти поле любого распределения источников методом наложения. Краевые условия на бесконечности и на границах раздела следуют следующие:

$$\begin{aligned} \varphi_3(\infty) &= 0; \varphi_0(-\infty) = 0; \varphi_3(0) = \varphi_2(0); \varphi_2(-H_2) = \varphi_1(-H_2); \\ \varphi_1(-H_1-H_2) &= \varphi_0(-H_1-H_2); \\ \gamma_3 \frac{d\varphi_3}{dz} \Big|_{z=0} &= \gamma_2 \frac{d\varphi_2}{dz} \Big|_{z=0}; \gamma_2 \frac{d\varphi_2}{dz} \Big|_{z=-H_2} = \gamma_1 \frac{d\varphi_1}{dz} \Big|_{z=-H_2}; \\ \gamma_1 \frac{d\varphi_1}{dz} \Big|_{z=-(H_1+H_2)} &= \gamma_0 \frac{d\varphi_0}{dz} \Big|_{z=-(H_1+H_2)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Из этих уравнений и краевых условий найдем распределение функции $\varphi(x,y,z)$ в любой точке пространства. Для этого применим двукратное интегральное преобразование Фурье по координатам x и y к уравнениям (1) и краевым условиям (2), в результате чего получим преобразованные уравнения

$$\begin{aligned} \frac{d^2\varphi_3}{dz^2} - q^2\varphi_3 &= \frac{\rho}{\gamma_3} \frac{1}{4\pi^2} \delta(z-h); \frac{d^2\varphi_2}{dz^2} - q^2\varphi_2 = 0; \\ \frac{d^2\varphi_1}{dz^2} - q^2\varphi_1 &= 0; \frac{d^2\varphi_0}{dz^2} - q^2\varphi_0 = 0, \end{aligned} \quad (3)$$

где $q^2 = \zeta_x^2 + \zeta_y^2$; ζ_x, ζ_y - переменные преобразования Фурье по координатам x и y .

Преобразованные краевые условия на границах раздела и на

бесконечности:

$$\varphi_3(\infty) = 0; \quad \varphi_0(-\infty) = 0; \quad \varphi_3(0) = \varphi_2(0); \quad \varphi_2(-H_2) = \varphi_1(-H_2);$$

$$\varphi_1(-H_1 - H_2) = \varphi_0(-H_1 - H_2);$$

$$\gamma_3 \frac{d\varphi_3}{dz} \Big|_{z=0} = \gamma_2 \frac{d\varphi_2}{dz} \Big|_{z=0}; \quad \gamma_2 \frac{d\varphi_2}{dz} \Big|_{z=-H_2} = \gamma_1 \frac{d\varphi_1}{dz} \Big|_{z=-H_2};$$

$$\gamma_1 \frac{d\varphi_1}{dz} \Big|_{z=-(H_1+H_2)} = \gamma_0 \frac{d\varphi_0}{dz} \Big|_{z=-(H_1+H_2)}. \quad (4)$$

Общие решения этих уравнений, содержащие постоянные интегрирования C_{mn} (m, n - номер слоя), известны.

Запишем их

$$\varphi_3 \Big|_{hs_2 Q < \infty} = \frac{1}{2q} \left[e^{qzQ} (C_{13} - C_0 e^{-qh}) + e^{-qzQ} (C_{23} - C_0 e^{qh}) \right];$$

$$\varphi_3 \Big|_{-\infty \leq z_Q < h} = \frac{1}{2q} \left[e^{qzQ} C_{13} + e^{-qzQ} C_{23} \right],$$

где z_Q - координата точки Q, в которой ищем поле;

$$C_0 = \rho / (\gamma_3 4\pi^2).$$

Решение для $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$:

$$\varphi_2 = C_{12} e^{qzQ} + C_{22} e^{-qzQ}; \quad \varphi_1 = C_{11} e^{qzQ} + C_{21} e^{-qzQ};$$

$$\varphi_0 = C_{10} e^{qzQ} + C_{20} e^{-qzQ} \quad (5)$$

Постоянные интегрирования найдем, решив систему уравнений относительно этих постоянных. Для этого приравняем потенциалы из (5) и их производные на границах раздела сред, используя краевые условия на бесконечности. Подставив значения постоянных в (5), найдем изображения искомой функции для всех слоев. Чтобы вернуться к оригиналу, вос-

пользуемся обратным преобразованием Фурье. Рассмотрим выражение для потенциала нулевого слоя. Подставив в него значение постоянных интегрирования, получим:

$$\varphi_0 = \mu_{32}\mu_{40}\mu_{21}C_0 e^{-qh} / (2q) C_0 e^{-qh} e^{qzQ} / (1 + \lambda_{32} e^{-2qH_1} + \lambda_{40}\lambda_{21} e^{-2H_1} + \lambda_{32}\lambda_{40} e^{-2q(H_1+H_2)}) \quad (6)$$

где $\lambda_{mn} = (\gamma_m - \gamma_n) / (\gamma_m + \gamma_n)$; $\mu_{mn} = 2\gamma_m / (\gamma_m + \gamma_n)$.

Вернувшись к оригиналу функции, т.е. сделав обратное преобразование Фурье, запишем:

$$\varphi_0(x, y) = C_0 \mu_{32} \mu_{40} \mu_{21} / 2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-qh} e^{qzQ} e^{j(\zeta_x x + \zeta_y y)} d\zeta_x d\zeta_y; \quad (7)$$

$$: [q(1 + \lambda_{32}\lambda_{21} e^{-2qH_1} + \lambda_{40}\lambda_{21} e^{-2qH_2} + \lambda_{32}\lambda_{40} e^{-2q(H_1+H_2)})]$$

где j - мнимая единица, равная $\sqrt{-1}$.

Перейдя к полярным координатам и используя функцию Бесселя $I_0(\chi, R)$, придем к следующему значению для потенциала.

$$\varphi_0(x, y) = \frac{\mu_{32}\mu_{40}\mu_{21}\rho}{4\pi\gamma_3} \int_0^{\infty} e^{(zQ-h)\chi} I_0(\chi, R) d\chi; \quad (8)$$

$$: [1 + \lambda_{32}\lambda_{21} e^{-2\chi H_1} + \lambda_{40}\lambda_{21} e^{-2\chi H_2} + \lambda_{32}\lambda_{40} e^{-2\chi(H_1+H_2)}]$$

где $\chi^2 = \zeta_x^2 + \zeta_y^2$, $R^2 = x_Q^2 + y_Q^2$ (т.е. $\chi = q$).

Аналогичный вид будет и у остальных выражений потенциала для всех четырех слоев.

В (8) под знаком интеграла стоит произведение функции Бесселя на экспоненту и некоторую функцию

$$f(x) = 1 / [1 + ae^{-2H_1x} + be^{-2H_2x} + ce^{-2(H_1+H_2)x}]$$

Из теории функции Бесселя известно, что интеграл

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x} I_0(x, R) dx = 1 / \sqrt{\alpha^2 + R^2} \quad (9)$$

где α, R - некие параметры

Поэтому, если функцию $f(x)$ разложить в сходящийся ряд экспоненциальных функций, то каждое из выражений для потенциала в слоях можно представить в виде ряда интегралов (9) и точно вычислить. Разложение функции имеет вид:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n P_{nm} e^{-2[(n-m)H_1 + mH_2]x} \quad (10)$$

где коэффициент

$P_{nm} =$

$$= (-1)^n a^{n-2m} \left[n - m + 1 + \sum_{i=0}^{p-1} \frac{\prod_{i=0}^{p-1} (m-1-i) \prod_{i=0}^p (m-n+1-i)}{p!(p+1)!} \right] \times$$

$$\times a^m b^m + \sum_{q=1}^m \left[n - m + 1 - q + \sum_{p=1}^{n-1} \frac{\prod_{i=0}^{p-1} (m-1-i) \prod_{i=1}^p (n-m+1-q-i)}{p!(p+1)!} \right] \times$$

$$\times (-1)^q \frac{\prod_{j=1}^{q-1} (m-j)}{q!} ab^{m-q} c^q \left. \right\}$$

где n, m, p, i - индексы суммирования; $a = \lambda_{32}\lambda_{21}$; $b = \lambda_{10}\lambda_{21}$; $c = \lambda_{32}\lambda_{10}$.

Подставив значение P_{mn} в (10), а затем функции из (10) в (8) и поменяв порядок интегрирования и суммы ряда, взяв интеграл (2), получим

$$\begin{aligned} \Phi_0(x, y) &= \frac{\mu_{32}\mu_{10}\mu_{21}\rho}{4\pi\gamma_3} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n P_{mn} \int_0^{\infty} e^{-2[(n-m)H_1 + mH_2]\chi} I_0(\chi, R) d\chi = \\ &= \frac{\mu_{32}\mu_{10}\mu_{21}\rho}{4\pi\gamma_3} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n P_{mn} (-1)^m + \sqrt{-2[(n-m)H_1 + mH_2] + (z_0 - h)^2} + R^2 \end{aligned}$$

Проделав аналогичные операции и преобразования, получим выражение для потенциалов всех слоев многослойной среды. Такой метод применим для решения различных практических задач, связанных с теплоотдачей в почву (от почвы) в сельскохозяйственных производственных помещениях.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ

А.Н. Орда, к.г.н., доцент (БАТУ)

Характер и закономерности уплотнения почвы зависят от размеров и режимов нагружения деформатора, а также от исходного состояния почвенного массива. При наличии взрыхленного слоя конечной толщины в расчетах, как правило, допускают, что уплотняется лишь этот слой. Тракторы и другая сельскохозяйственная техника уплотняют почву на глубину, превышающую пахотный слой. Высота уплотняемого слоя зависит от размеров ходового аппарата и нагрузки, передаваемой через него на почву.

Анализ механико-математических моделей показал, что при расчете уплотнения почвы лучше всего подходит энергетический метод, учитывающий влияние закона поглощения энергии на изменение свойств почвы. С учетом этого получено следующее уравнение распределения плотности почвы по глубине:

$$\rho_x = \rho_0 - k_1 \sigma_{11} (1 - e^{-k_2 x}) \quad (1)$$

где ρ_x - плотность почвы на глубине x ;
 ρ_0 - плотность почвы в контакте с деформатором,
 k_1 - коэффициент уплотнения почвы,
 σ_0 - контактное напряжение,
 β - коэффициент распределения напряжений.

Рассмотрим процесс уплотнения почвы, подстилаемой плотным основанием. При выводе зависимости между контактным напряжением и плотностью почвы будем допускать, что уплотняется только пахотный слой высотой H . Это допущение основано на том, что рыхлая почва характеризуется повышенной способностью поглощения энергии.

Масса слоя почвы, подвергающегося уплотнению штампом с единичной площадью основания равна:

$$M_n = (H - 2\nu h)\rho_n, \quad (2)$$

где ν - коэффициент бокового расширения почвы для случая деформации почвы с ограниченной возможностью бокового расширения

После уплотнения эффективный слой почвы имеет высоту $(H-h)$. Тогда масса слоя почвы после воздействия штампом с единичной площадью

$$M_n = F \int_0^{H-h} \rho(x) dx.$$

Зависимость плотности почвы от глубины x выражается формулой (1). С учетом этого

$$M_n = F \int_0^{H-h} \left[\rho_0 - k_1 \sigma_0 (e^{1-\beta x}) \right] dx.$$

Значение этого интеграла равно

$$M_n = \left\{ \rho_0 (H-h) - k_1 \sigma_0 \left[(H-h) + \frac{1}{\beta} e^{\beta(H-h)} - \frac{1}{\beta} \right] \right\} F. \quad (3)$$

Из зависимостей (2) и (3) найдем плотность верхнего слоя почвы после уплотнения:

$$\rho_0 = \rho_n \frac{H - 2\nu h}{H - h} + \frac{k_1 \sigma_0}{H - h} \left[(H - h) + \frac{1}{\beta} \left(e^{-\beta(H-h)} - 1 \right) \right] \quad (4)$$

Значение величины деформации почвы h предварительно определяется из формулы:

$$\sigma = \frac{a}{b} \operatorname{tg}(abh),$$

где $a = \sqrt{k}$;

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

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

где $h_{\text{упл}}$ - предельная величина деформации, м;

H - высота пахотного слоя, м;

ε_0 - коэффициент пористости почвы до нагружения;

ε_{min} - минимально возможный коэффициент пористости почвы.

Для транспортных средств с многослойной колесной системой деформация почвы определяется по формуле:

$$h_n = \frac{1}{ab} \operatorname{Arc} \cos \left[\frac{n^{-\beta}}{\sqrt{1 + \left(\frac{b^2}{a^2} \right) \sigma^2}} \right],$$

где n - число повторных нагружений.

Предложенные зависимости могут быть использованы для расчета плотности почвы после прохода тракторов и для обоснования параметров ходовых систем с допустимым давлением на почву.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

**И.Р. Размыслович, к.т.н., проф., Н.С. Маруда, к.т.н., доц.,
В.Б. Пастушок, А.П. Никончук (БАТУ), А.А. Точицкий,
Е.С. Мельников (БелНИИМСХ)**

Среди других отраслей агропромышленного комплекса Республики Беларусь овощеводство остается еще наименее механизированным. В общем комплексе технологических операций по возделыванию овощных культур важное место занимает посев, при этом основным условием, сопутствующим качественному посеву, является предпосевная обработка почвы, в результате которой поверхность почвы должна быть тщательно взрыхлена на глубину заделки семян и выровнена до состояния, при котором в слое 0-5 см не должно содержаться комьев и растительных остатков размером более 30 мм.

Данная проблема в республике решается с помощью комплекса однооперационных машин, что отрицательно сказывается на экономических показателях технологий возделывания овощных культур, а многократные проходы МТА по полю ведут к разрушению почвенной и подпочвенной структуры, а в конечном счете к снижению урожайности.

За рубежом в целях снижения энергоемкости технологических операций и исключения вредного воздействия на почву ходовых систем МТА указанная выше задача решается с помощью комбинированных агрегатов, имеющих активные почвообрабатывающие рабочие органы (АКО-3 + СОПГ-4.8, УГН-4К + СКОН-4.2, ФПУ-4.2 + СКОН-4.2, КМ-5.4 - Россия; АКО-4.2 - МолдНИИЗиО; ПМЗК-4.8 - Болгария; ВБГ + 'Стенхей' - Венгрия; ЕД-200 и РС-160 - фирма ФМС - США), позволяющих за один проход выполнять ряд технологических операций: предпосевную обработку почвы, внесение минеральных удобрений, посев семян, внесение гербицидов. Формирование гряд для работы некоторых комбинированных агрегатов (ЕД-200, РС-160 и др.) осуществляется с помощью специ-

альных грядоделателей.

Указанные выше комбинированные агрегаты эксплуатируются преимущественно с тракторами классов 2 и 3, в полунавесном варианте, требуют значительной ширины поворотной полосы и соответственно полей больших размеров, при этом некоторые из них требуют наличия передней и задней навесок. В нашей республике основным энергетическим средством, используемым в овощеводстве является трактор класса 1.4 с задней системой навески с.-х. машин, при этом размер посевных площадей, занимаемых овощными культурами в овощеводческих хозяйствах, составляет 20-50 га.

Анализ технологий возделывания овощных культур в условиях нашей республики показал, что предпочтение отдается рядовому или двухстрочному посеву семян таких овощных культур как морковь, лук-чернушка, столовая свекла на гребнях с междурядьем 70 см. Также посевы в наибольшей степени поддаются междурядной обработке с помощью существующего комплекса машин, как с пассивными рабочими органами (КРН-2.8 МО - культиватор - растениепитатель), так и с активными рабочими органами (КГФ-2.8 - культиватор-гребнеобразователь фрезерный) в агрегате с трактором класса 1.4. Для обработки защитных зон могут использоваться прополочные боронки. Борьбу с сорняками в защитных зонах обычно ведут вручную или с помощью гербицидов, при этом предпочтение отдается локальному (ленточному, т.е. на ширину защитной зоны) внесению их при посеве или междурядной обработке.

БАТУ совместно с БелНИИМСХ разрабатывают навесной комбинированный агрегат к тракторам класса 1.4, способный за один проход произвести обработку почвы активными рабочими органами, посев (рядовой, полосовой или многострочный) семян мелкосеменных овощных культур (моркови, лука-чернушки, сельдерея, салата и других аналогичных культур с нормой высева более 200 шт на погонную длину ряда в 1 метр), внесение припосевной дозы минеральных удобрений, а также, при необходимости, формировать профиль гребней (гряд) заданных параметров. В перспективе планируется использовать базу агрегата (активные почвообрабатывающие рабочие органы) для разработки комбинированной машины со сменными высевающими аппаратами (модулями), что позволит высевать семена других овощных культур различных размеров с заданными параметрами расположения их в почве.

Разрабатываемый комбинированный агрегат будет удовлетворять приведенным выше требованиям наиболее широко применяемой в нашей республике технологии возделывания овощных культур, в частности, он

обеспечит одно- или двухстрочный посев семян мелкосеменных овощных культур на гребнях высотой до 15 см с междурядьями 70 см.

Применение комбинированного агрегата в технологиях производства овощных культур позволит повысить их урожай на 10..15% при сокращении материально-энергетических ресурсов, в частности, расход топлива за период весенней предпосевной обработки почвы, посева и междурядных обработок посевов сокращается на 20-25% по сравнению с общеприменяемыми технологиями. Экономия ресурсов на полный объем внедрения комбинированного агрегата в Республике Беларусь составит: топлива - 55,2 т, металла - 44,6 т и живого труда - 7040 чел.-ч.

Потребность Республики Беларусь в комбинированных агрегатах с учетом экспорта в страны СНГ - 380 штук.

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ НОВОГО ТИПА КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОРУДИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**И.С. Нагорский, д.т.н., проф, В.В. Азаренко, к.т.н.,
Н.Г.Бакач (БелНИИМСХ)**

Перспективным направлением снижения затрат энергии, труда и сохранения плодородия является совмещение операций комбинированными агрегатами, выполняющими за один проход подготовку почвы к посеву, а в некоторых случаях и посев. В настоящее время основным путем создания комбинированных агрегатов является сочленение рабочих органов различного типа последовательно обрабатывающих слой почвы. При этом основной эффект от их использования достигается за счет снижения числа проходов почвообрабатывающих агрегатов по полю. Однако такой путь имеет ряд существенных ограничений и недостатков. Во-первых, это увеличение размеров и массы орудий, что ведет к сложности агрегатирования. Во-вторых, сам процесс обработки почвы является весьма энергоемким, что требует агрегатирования таких орудий с более мощными тракторами.

С учетом современных требований к снижению энергоемкости процессов обработки почвы необходимы новые подходы к созданию почвообрабатывающих орудий и обоснованию их параметров. Целесообразно комбинированные агрегаты создавать не путем последовательного расположения органов, которые не взаимодействуют друг с другом, а комбина-

цией различных рабочих органов, одновременно обрабатывающих весь объем почвы.

У почвообрабатывающего орудия изменчивость внешних факторов при взаимодействии его рабочих органов с обрабатываемым слоем почвы определяет сложный характер движения отдельных точек. Перемещения точек Перспективным направлением снижения затрат энергии, труда и сохранения рабочих органов орудия характеризуют в значительной степени качество обработки. В свою очередь, взаимодействие орудия с обрабатываемым слоем почвы определяет и энергетические затраты на выполнение технологического процесса.

В БелНИИМСХ методом математического моделирования процессов обработки почвы выполнен анализ энергоемкости выполнения процесса различными комбинированными орудиями и по критерию минимума затрат энергии обоснована схема перспективного орудия с активными-пассивными рабочими органами.

Компоновочная схема этого орудия включает плоский пассивный нож и установленный над ним плавающий ротор с пружинными зубьями. В результате совместного действия плоскорезущего ножа и зубьев ротора на пласт почвы снижается энергоемкость его обработки, с одной стороны, за счет исключения призмы волочения перед ножом и очистки плоскости ножа ротором, что уменьшает силу трения при движении отделенного пласта почвы по плоскости ножа и силу трения ножа по дну борозды, с другой стороны, за счет облегчения отделения зубом ротора по плоскости скола порции почвы и снижения затрат энергии на ее перемещение по этой плоскости и плоскости ножа.

Расчеты показывают, что энергоемкость обработки почвы орудием, выполненным по такой компоновочной схеме меньше в 2,5...3 раза по сравнению с классическими фрезерными машинами с Г-образными ножами и в 2,0...2,5 раза по сравнению с орудиями, выполненными по схеме агрегата типа АПР-2,6.

Вместе с тем, при расчете и конструировании сельскохозяйственной техники недостаточно учитываются реальные ситуации, имеющие место при нормальном функционировании машины. Такие ситуации возникают, например, при обработке почв с наличием каменных включений. Традиционно для повышения ударопрочности деталей и узлов машины, а также ударостойкости всей конструкции в целом, идут на упрочнение элементов конструкции путем применения специальных сплавов, режимов обработки и т.д. Однако имеются технологические, производственные и эксплуатационные ограничения, которые не позволяют решить эту

проблему таким путем. Конструкция созданной машины исключает заклинивание камней и аварийные режимы нагружения активных рабочих органов. Это обеспечивается плавающим ротором у которого имеется возможность подъема для пропуска крупных камней, фрикционной предохранительной муфтой ограничения крутящего момента и пружинным рабочим органом снижающим динамические нагрузки при взаимодействии его с мелкими камнями. Вибрация упругих элементов ротора повышает степень рыхления почвы. Кроме того, та поверхность пружинных зубьев с почвой, которая имеет такой угол наклона, благодаря которому при соударении пружинных зубьев ротора с почвой крошение происходит по линии наименьших сопротивлений, а не принудительно, как при работе фрез.

В результате исследований обоснованы принципиальная схема, параметры конструкции и режимы работы новой комбинированной почвообрабатывающей машины МРП-2,1, опытный образец которой в 1997 году прошел приемочные испытания на Белорусской МНС.

Машина имеет следующие параметры.

тип	навесная
агрегатируется	
с тракторами	кл. 1,4-2,0
масса, кг	1100
ширина захвата, м	2,1
глубина обработки, см	до 15
рабочая скорость, км/ч	2,4... 4,8
производительность, га/ч	0,5... 1,0

Технологический процесс машины МРП-2,1 следующий:

Плоскорезущий нож вместе с двумя вертикальными стойками рыхлительного рабочего органа отделяет от массива пласт почвы на глубину, устанавливаемую положением опорно-прикатывающего катка, и частично разрушает его. Одновременно ротор, шарнирно установленный над лемехом с возможностью регулировки, своими пружинными зубьями измельчает почву, перемешивает ее с растительными остатками и направляют ворох на деку с амортизатором, отражаясь от которой, почва дополнительно измельчается и укладывается на дно борозды, а расположенный позади деки опорно-прикатывающий каток выравнивает и уплотняет верхний слой почвы. В результате прохода машины почва полностью готова к посеву сельскохозяйственных культур.

Для формирования гребней или гряд с машины демонтируются дека с амортизатором и опорно-прикатывающий каток и устанавливаются

соответствующие рабочие органы, что существенно расширяет область эффективного ее применения.

Преимущество этой машины по сравнению с другими аналогами состоит в том, что в результате совместного действия плоскорежущего ножа и пружинных зубьев ротора на пласт почвы снижается энергоемкость его обработки, а также, кроме того, обеспечивается надежность работы машины на почвах, засоренных камнями.

В перспективе на базе комбинированной почвообрабатывающей машины МРП-2,1 может быть создано семейство комбинированных почвообрабатывающе-посевных и посадочных машин к тракторам разного класса.

ПОЧВОЗАЩИТНАЯ, ЭНЕРГО-, РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩЕЙ

**Л.В.Ларченков, к. г. н., В.Н.Божок, Л.А.Таболевич
(БелНИИМСХ)**

Технология обеспечивает повышение плодородия почвы, урожайности овощных культур на основе новых агроприемов и средства механизации для их выполнения.

Данная задача решается путем подбора необходимого севооборота и мероприятий по защите почвы от водной и других видов эрозии, использования существующих и разработки новых недостающих средств механизации.

Подбор севооборота производится исходя из почвенно-климатических условий местности. При этом учитывается, что на сельскохозяйственной территории РБ из-за холмистости рельефа и погодных условий в сильной степени проявляется водная эрозия почвы.

По результатам исследований БелНИИПА и БелНИИМСХ водной эрозии подвержено 29,8% пахотной земли (1683956 га), в т.ч. в слабой степени - 881534, в средней - 531181 и в сильной - 271241 га. Даже на среднесмытых почвах пахотный горизонт с высоким содержанием гумуса исчез полностью, распахивается подзолистый и частично припахивается иллювиальный. Проявление водной эрозии начинается при уклоне поля более 1 градуса, а это 75% пахотной земли. Мутность воды в реках в весенний период составляет 30-40 г/м³, а в Западной Двине - до 300. За весну река переносит до 2,9 млн. тонн смытой почвы. Разрушению почвы,

ее переуплотнению способствует применяемые средства механизации для обработки почвы и транспортные средства, перевозящие продукцию по полям. Такую эрозию называют "антропогенной" - связанной с хозяйственной деятельностью человека на земле. Вместе со смытой почвой ежегодно теряется 85-800 кг N, 35-350 кг P₂O₅, 2-20 т K₂O. Этого количества питательных веществ достаточно для получения урожая зерна 20-30 ц/га или картофеля 120-140 ц/га.

От неправильной хозяйственной деятельности человека на земле зависит степень проявления эрозии почвы. Если смыв почвы с чистого пара принять за 100%, то пропашные культуры уменьшают его на 99,9%. Отсюда следует, что в севообороте наиболее опасной для проявления эрозии почвы является пропашная культура (картофель, кукуруза, овощи и др.) Эрозионные процессы усиливаются из-за неправильной организации работ со средствами механизации, приводящими к переуплотнению почвы.

Этому явлению противопоставляются системные комплексные меры защиты от эрозии почвы. В севообороте преобладающими культурами должны быть фитосанитары, азотфиксирующие, разуплотняющие почву своими корневыми системами.

Так как овощные культуры относятся к пропашным, то с точки зрения защиты почвы от эрозии, применяемая до настоящего времени в хозяйствах технология возделывания их, не годится. Поэтому предложена и прошла апробацию в течении 3-4 лет новая (грядовая) технология в хозяйствах "Племптицезавода" Воложинского и совхозе "Загорье" Смоленского районов Минской области. Гряды надежнее защищают почву от эрозии и содержат в своем объеме в 1,5-2,0 раза больше гумуса, чем гребни в старой технологии. Усиливается это за счет локализации органических и более равномерного распределения по поверхности поля минеральных удобрений благодаря новому методу внесения.

В новой технологии изменена система основной обработки почвы: применяется глубокая (до 50 см) безотвальная обработка, которая выполняется один раз в 3-5 лет; в промежутках этих лет применяется гладкая или безотвальная пахота.

Предпосевная обработка почвы и нарезка гряд в осенний период проводятся так же без оборота пласта комбинированной универсальной машиной (грядоделателем ГКП-4,2). Она выполняет глубокое (до 27 см) крошение комьев почвы после предыдущей обработки с целью создания условий интенсивного роста корневых систем, насыпку гряд, выравнивание поверхности, дробление комков и уплотнение для создания посевного

ложа до 1,2 г/см³ на глубине заделки семян.

Посев выполняется пневматической сеялкой СОЛ-4,2 ленточным (разрезено) способом, за счет чего увеличивается площадь питания каждого растения.

Уход за посевами осуществляется специальным культиватором КГО-4,2 (основная модель КОР-4,2А), своевременное применение которого позволяет обойтись без гербицидов, а в сочетании с пневмодезинсектором (ПДО-4,2) - без инсектицидов.

Апробация новой технологии (не в полном объеме в течение 3-4 лет в указанных хозяйствах позволяет решить следующие вопросы:

- защиты почвы от эрозии и повышения ее плодородия;
- повышения урожайности и валового сбора овощной продукции, приближая их к потенциально возможным значениям;
- получения экологически чистой продукции;
- повышения уровня механизации в овощеводстве с 28 до 68%;
- снижения затрат труда с 1000 до 100 чел.-ч/га;
- получения экономии топлива 25 и металла 35 кг/га (см. табл.).

Таблица

Уровень ресурсосбережения

по новой технологии производства овощей в сравнении с применяемой (гребневой) в хозяйствах с максимальным насыщением техникой и с других отраслей сельскохозяйственного производства

Показатели	Единица измерения	Технологии		+ экономия - убыток
		старая	новая	
Топливо	кг/га	184,432	159,761	+ 24,671
Электроэнергия	кВт-ч/га	115,000	71,200	+43,800
Металл	кг/га	64,877	29,208	+35,669
Трудозатраты	чел.-ч/га	969,476	104,862	+864,614
Основная обработка почвы (пахота)				
Трудозатраты	чел.-ч/га	50,050	2,340	+ 47,710
В хозяйствах с уровнем механизации менее 28%				
Топливо	кг/га	149,261	159,761	- 10,500
Электроэнергия	кВт-ч/га	60,000	72,200	- 11,200
Металл	кг/га	21,032	29,208	- 8,176
Трудозатраты	чел.-ч/га	1165,462	104,862	+ 1060,60

Экономические показатели получены путем обсчета всех операций новой и старой технологии, в которой насыщенность заимствованной техникой и с других отраслей растениеводства сельскохозяйственного производства составляет 100%. Во втором варианте эта насыщенность составляет 28%, что соответствуют уровню механизации на сегодняшней день. В промежутке между ними показан уровень трудозатрат при строгом соблюдении технологии вспашки обычными и оборотными плугами. Объем работы 100 гектаров.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ ЧИЗЕЛЬНЫХ ОРУДИЙ В РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**В.В. Азаренко, к.т.н., С.А. Пищик, И.Л. Жуков, В.А. Нестеренко
(БелНИИМСХ)**

Применяемые в растениеводстве РБ разнообразные почвообрабатывающие агрегаты не полностью удовлетворяют современным требованиям по уровню энергетических затрат и качеству подготовки почвы.

К такому парку машин относятся различные отвальные и безотвальные плуги, культиваторы, дисковые и зубовые бороны, разнообразное прикатывающее оборудование. Технологии, основанные на базе таких машин не позволяют хозяйствам сокращать все возрастающие затраты и увеличивать выход товарной продукции в растениеводстве.

Кроме того, тяжелые колесные агрегаты, прицепы и другие транспортные средства, участвующие в процессе возделывания сельскохозяйственных культур вызывают переуплотнение почвенного и подпочвенного горизонта, что в свою очередь, вызывает дополнительный расход топлива и снижает производительность почвообрабатывающих агрегатов.

Следствием переуплотнения почвы является также деградация пахотных угодий, распыление, усиление эрозионных процессов, образование вымочек, смыв элементов питания, уменьшение эффективности использования удобрений. Устранение негативных последствий применяемых систем обработки может быть достигнуто внедрением новых ресурсосберегающих почвозащитных технологий, базирующихся на широкозахватных высокопроизводительных агрегатах, совмещающих несколько технологических операций.

Создание нового парка таких машин и оснащение ими хозяйств является стратегическим направлением развития сельскохозяйственного производства. Вместе с тем, в современных условиях оправдана модернизация некоторых машин существующего парка.

Для глубокого рыхления (до 45 см) и безотвальной обработки пахотного слоя (до 30 см), можно применять чизельные плуги типа ПЧ-4,5, ПЧ-2,5, рыхлители-щелеватели РЩ-3,5, РУ-45. Для сплошной безотвальной обработки (до 20 см) - чизельные культиваторы, но из-за своей малооперационности они используются не достаточно эффективно. Для расширения функциональных возможностей в БелНИИМСХ разработаны специальные рыхлительные лапы к чизельным рабочим органам шириной от 60 до 300 мм и бесприводные одно- и двухрядные роторные приставки к чизельным плугам, рыхлителям и культиваторам.

Дооборудованные двухрядными приставками и лапами шириной 300 мм, чизельные плуги ПЧ-4,5 и ПЧ-2,5 за один проход на легких и средних суглинках дают возможность проводить посев зерновых, т. к. плотность, выравненность, гребнистость и комковатость обработанной почвы соответствует требованию к качеству предпосевной обработки (ГОСТ 26244). Вместе с тем, производительность таких агрегатов по сравнению с отвальными плугами на 30-60% выше, расход топлива - ниже на 27-28%. Чизельные культиваторы КЧ-5,1, КЧН-5,4, оснащенные по такому же принципу также становятся высокопроизводительными ресурсосберегающими агрегатами, способными производить сплошную безотвальную обработку на глубину 16-22 см, выравнивание и прикатывание верхнего слоя почвы и подготовку почвы к посеву за один, два прохода.

Многолетними исследованиями БелНИИМСХ совместно с Минским облсельхозпродом и некоторыми профильными институтами установлено, что при применении комбинированных модернизированных чизельных плугов и культиваторов достигается экономия топлива - до 20 кг/га, сокращается время на обработку почвы в 2-3 раза, увеличивается средняя урожайность зерновых - на 5-8 ц/га, уменьшается зависимость развития растений от экстремальных погодных условий.

Таким образом, потребность ресурсосберегающих почвозащитных технологий в современных высокопроизводительных агрегатах частично может быть решена модернизацией чизельных плугов и чизельных культиваторов, которых в хозяйствах РБ насчитывается около 1000 штук и более 10000 штук соответственно.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТЫ РОТОРНЫХ ГРАБЛЕЙ-ВОРОШИЛОК

И. И. Пиуновский, докт. техн. наук (БелНИИМСХ)

Интенсификация процесса влагоотдачи скошенных трав достигается технологическими операциями ворошения, вспушивания и оборачивания валков трав, что достигается роторными граблями-ворошилками, основным рабочим органом которых являются граблины с пружинными пальцами, расположенными на вращающемся в горизонтальной плоскости роторе. Во многих конструкциях граблей-ворошилок, типа ГВЦ-3, под действием центробежных сил пальцы граблин расходятся и становятся радиально по отношению к центру вращения ротора. При прекращении вращения ротора пальцы под действием пружины возвращаются в вертикальное положение, тем самым они предохраняются от деформации при разворотах и переездах, уменьшая габариты граблей. При этом на граблину действует центробежная сила

$$P_{ц} = m \omega^2 r,$$

где $m = \frac{P_{гр}}{g}$ - масса граблины, ω - угловая скорость, r - радиальная координата центра тяжести граблины.

Для перевода граблины в рабочее положение $P_{ц} \geq P_{гр} + P_{уп.п.}$

где $P_{гр} = mg$ - сила тяжести граблины; $P_{уп.п.}$ - сила упругости пружины.

Преодоление этих сил обеспечивается приданием граблине вращательного движения. При этом $\omega \geq \sqrt{\frac{P_{гр} + P_{уп.п.}}{mg}}$ или $\vartheta_{окр} \geq \sqrt{R(g + \frac{P_{уп.п.}}{m})}$,

где $R \approx r$ - расстояние от центра вращения до конца пальца граблины.

Технологический расчет роторных граблей-ворошилок заключается в определении соотношения геометрических и кинематических параметров рабочих органов машины с целью обеспечения сгребания или ворошения травы с выполнением технологического процесса без потерь.

Роторные грабли-ворошилки должны обеспечивать обработку всей поверхности поля без пропусков и значительных перекрытий соседними граблинами. Поэтому расчетом площади, пробегаемой одной граблиной при повороте на угол ωt , определяется порция травы Δm , подхватываемая одной граблиной. При этом порция травы приобретает абсолютную

скорость \mathcal{Q}_a за время Δt , а импульс силы равен приращению количества движения $P_0 \Delta t = \Delta m \mathcal{Q}_a$, откуда окружное усилие на пальце граблины, преодолевающее силы инерции травы равно: $P_0 = m' \mathcal{Q}_a$.

где $m' = \Delta m / \Delta t$ - масса подачи травы в единицу времени.

Порция травы, перемещаясь граблиной, испытывает сопротивление стерни, равное $P_c = f_1 mg$, где f_1 - коэффициент трения травы по стерне, равный 1...3.

Полное окружное усилие на граблине $P_{\text{пол}} = P_0 + P_c$.

При встрече пальца граблины с порцией травы происходит мгновенное соприкосновение, вызывающее удар, сила которого равна $m' \mathcal{Q}_a^2$ и порция травы приобретает некоторую скорость. Энергия, передаваемая частицам травы во время удара, приводит к их деформациям и не должна превышать силу связи листьев и соцветий со стеблем, иначе возникнут потери наиболее ценных по питательности частей растений.

Для энергетической оценки работы роторных граблей-ворошилок построена математическая зависимость баланса мощности, потребной для выполнения технологического процесса ворошения или сгребания травы, состоящей из мощности на преодоление вредных сопротивлений при вращении ротора $N_{\text{вр.сопр.}}$, мощности на преодоление сопротивления перекатыванию $N_{\text{кпр}}$ и мощности на преодоление сопротивления перемещению порции травы граблинами и нагрузок от силы Кориолиса N_c .

Мощность, необходимая для преодоления вредных сопротивлений вращающихся роторов с некоторым допущением можно определить аналогично вращающимся барабанам из выражения

$$N_{\text{вр.сопр.}} = A \omega + B_r \omega^3,$$

где $A = R_{\text{рл}} \Psi \gamma_{\text{ц}}$ - коэффициент, соответствующий моменту сил трения в подшипниках, $R_{\text{рл}}$ - сумма реакций на опорах; Ψ - коэффициент трения; $\gamma_{\text{ц}}$ - радиус цапфы; ω - угловая скорость ротора; $B_r \omega^3 = \frac{m_s \mathcal{Q}_a^2}{2}$ - мощность, потребная на сообщение кинетической энергии вы-

тесненному воздуху массой m_s и скоростью \mathcal{Q}_a от вращающихся деталей ротора с граблинами.

Мощность, потребная на преодоление сопротивления перекатыванию, определяется из уравнения:

$$N_{\text{пер}} = \frac{P \vartheta}{\eta},$$

где $P = \frac{Q_{\text{зр}} c}{\kappa_3}$ - сопротивление перекатыванию; $Q_{\text{зр}}$ - масса

граблей-ворошилок, c - коэффициент перекатывания; κ_3 - коэффициент выравненности поля; η - коэффициент полезного действия ходовой части граблей-ворошилок; ϑ - поступательная скорость агрегата.

Мощность, потребная на привод граблей-ворошилок и выполнение технологического процесса сгребания травы:

$$N_c = \frac{k M_{\text{пр}} \omega}{k_c},$$

где $M_{\text{пр}} = FR$ - момент сил сопротивления порции травы на грабле; R - радиус ротора; κ - количество роторов на машине; k_c - коэффициент неравномерности высоты стерни и рельефа поля; F - максимальная нагрузка на граблины в процессе сгребания.

Для определения значений $M_{\text{пр}}$ и F рассмотрим силы, действующие на порцию травы на грабле при сгребании.

На порцию травы массой m действуют силы, приложенные к ее центру тяжести: сила тяжести mg и сила трения травы по стерне $f_1 mg$, центробежная сила $m\omega^2 r$, сила Кориолиса $2\omega r'$ и вызванная ею сила трения одной порции травы по другой - $2f_2 \omega r'$, где f_1 и f_2 коэффициенты трения травы по стерне и травы по траве; r и r' - радиальная координата и скорость порции трав.

Уравнение движения травы относительно подвижного радиуса запишем в виде линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка:

$$mr'' = m\omega^2 r - f_1 mg - 2f_2 \omega r'.$$

Решение этого уравнения через корни характеристического уравнения после ряда преобразований позволяет получить значение скорости радиального перемещения порции травы

$$r' = c_1 n_1 \omega e^{n_1 \omega t} + c_2 n_2 \omega e^{n_2 \omega t},$$

где c_1 и c_2 - произвольные постоянные, которые определяются из начальных условий:

при $t = 0$, $r = r_0 = R - \frac{B}{2}$; $r' = 0$, откуда

$$c_1 = \frac{n_2}{n_2 - n_1} \left(r_0 - \frac{f_1 g}{\omega^2} \right); \quad c_2 = -c_1 \frac{n_1}{n_2};$$

$$n_1 = \sqrt{1 + f_2^2} - f_2; \quad n_2 = -\sqrt{1 + f_2^2} - f_2,$$

где B - длина пальца граблины в горизонтальной проекции.

Для определения энергетических затрат на привод граблей необходимо знать усилие, приходящееся на одну граблину, которое складывается из силы сопротивления порции травы F_1 , перемещаемой по стерне, и силы Кориолиса F_2 из уравнений $F_1 = f_1 g S_1 Y$,

где Y - урожайность травы; $S_1 = 2R \vartheta_n \frac{2\bar{n}}{\omega Z}$ - площадь сгребания травы

одной граблиной при скорости поступательного движения ϑ_n ; Z - количество граблин на роторе;

$$F_2 = 2 m \omega r',$$

где m - масса травы, лежащей на площади сгребания при повороте ротора на угол ωt .

Тогда общее сопротивление:

$$F = F_1 + F_2 = \frac{\bar{n} R \vartheta_n Y}{\omega Z} [f_1 (Z + 2) g + 8 \omega r'],$$

а максимальный приводной момент ротора

$$M_{np} = FR = \frac{\bar{n} R^2}{\omega Z} \vartheta_n Y [f_1 (Z + 2) g + 8 \omega r'].$$

Проведенными расчетами граблей-ворошилок ГВЦ-3,0 определена мощность, необходимая для их работы на сгребании, составляющая 7,2 кВт, а по

результатам приемочных испытаний равна 7.5 кВт, что хорошо согласуется с данными расчета по предложенной методике.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

С. Скребялис, А. Александровичюс (Литва)

Производство сельскохозяйственной продукции всегда связано с обработкой почвы, с воздействием рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий, ходовых систем тракторов и сельскохозяйственной техники на почву. В настоящее время меняются представления об эффективности отдельных приемов обработки почвы. До недавнего времени считалось, что хороший урожай может быть получен лишь в том случае, если система подготовки почвы включает много операций. Однако, в результате интенсивной обработки создаются неблагоприятные условия для возделывания культурных растений.

В связи с этим, основным направлением в научных исследованиях и конструкторских работах является активный поиск новых более современных приемов обработки почвы, соответствующих современным требованиям - уменьшению ее деградации. Приоритетным направлением совершенствования обработки почвы принята ее минимизация, предусматривающая значительное сокращение интенсивности механической обработки при широком применении пестицидов и десикантов.

Цель исследования - разработать шадящие технологии обработки почвы с минимальными энергетическими затратами, максимально предохраняющие почву от деградации. Проведены аналитические расчеты и экспериментальные исследования машин нового поколения. Испытания проведены в средней по механическому составу почве.

Схема исследований составлена с учетом природно-климатических условий Литвы и агротехнических требований обработки почвы. Для регистрации тягового сопротивления и определения результирующих сил, действующих в продольно-горизонтальной плоскости, применяли динамометрическую автосцепку ИУ-29. Погрешность измерений усилий не более 3%.

Минимальную, еще называемую сберегающей, технологию стало возможно широко применять с появлением эффективных гербицидов.

Для ее реализации использовали тяжелый чизельный культиватор с приспособлением для подключения рабочих органов - зубовых, ножевых и дисковых борон.

Тяжелый чизельный культиватор с дополнительными рабочими органами для поверхностной обработки почвы подготавливает дифференцированно, а спектр его применения шире. Такой агрегат можно применять перед севом и посадкой, при обработке парового поля, на поле почву которого нужно обрабатывать на глубину более (10-12) см, на поле с почвой повышенной плотности. Весной чизельный культиватор очень полезен для подготовки почвы для картофеля, подготовки поля многолетних трав для озимых. Рабочие органы со стрельчатыми лапами, хорошо подходят для лущения стерни. Сочетание чизельного культиватора с рабочими органами поверхностной обработки уменьшает неровность поля вдвое и в среднем составляет 9,2 мм (82 %) и 34,5 мм (18 %). Плотность почвы также показывает, что сочетание чизельного культиватора с рабочими органами поверхностной обработки почвы дает положительные результаты. Обработка осенью вспаханной почвы чизельными культиваторами, укомплектованными рабочими органами ножевых борон показало, что плотность почвы в слое глубиной (0-10) см на 27 % меньше, чем перед обработкой, а без рабочих органов поверхностной обработки только на 13 %. При лущении стерни, обработке вспаханного поля, наибольшее содержание мелкой фракции получено когда чизель укомплектован рабочими органами ножевых борон - (38,8-50,0) %.

Исследование этого технического средства в сочетании с гербицидами создает условия для внедрения берегающей технологии обработки почвы при подготовке черного пара для озимых после многолетних трав. Установлено, что при обработке почвы обычным способом и по этой технологии, неровности поля преобладают с трехклассным интервалом. Почва, подготовленная по минимальной технологии, классность неровности интервала (0-25) мм, в среднем преобладает высоту средней 12,8 мм и составляет 45 %, а при обычной технологии (9,9 мм) - составляет 48 %. Однако классность неровности (25-50) мм и (51-75) мм почти одинаковые. Это показывает, что на волнистость поля мало влияет на способ обработки. Плотность почвы в верхнем слое (0-10) см при обычной подготовке составила 0,9 г/см³, а при минимальной обработке - 1,0 г/см³. В более глубоких слоях эта разница увеличивается на (12-15) %, а в слоях (30-40) см плотность уравнивается.

Данные испытаний и расчетов показали, что наименьшие энерге-

тические и денежные затраты при подготовке почвы к севу имеют место при работе чизельным культиватором с рабочими органами поверхностной обработки и обработке на глубину не более 15 см. Наибольшую прибавку урожая и прибыли дает сочетание химической и механической обработки почвы. Это основа сберегающей технологии обработки почвы.

Дифференцированная обработка почвы показывает, что выбор новых систем обработки почвы не только обеспечивает экономию энергетических и топливных ресурсов, но и уменьшает негативное воздействие техники. Наука доказала, что в севообороте глубину вспашки выгодно чередовать, избегать так называемой "вспашной подошвы". Заменять глубокую вспашку мелкой длительное время не рационально - уменьшается урожайность. К мелкой вспашке очень чувствительны пропашные культуры, озимые. Эти актуальные вопросы можно решать, соединив вспашку с безлемешным рыхлением в единую систему технологического процесса. Корпусом плуга, отрезанный и поднятый, верхний слой почвы смешивается и оборачивается на взрыхленное безлемешным рыхлителем дно борозды. Этой технологической операцией решаем вопрос взрыхления "вспашной подошвы", а при глубокой вспашке отпадает поднятие и оборачивание всего слоя почвы. Соппротивление силы тяги при сочетании вспашки и рыхления нижних слоев почвы меньше на 18 - 20%. Примерно такой же процент и экономии топлива.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что выбор новых систем обработки почвы не только обеспечивает экономию энергетических и топливных ресурсов, но и уменьшает негативное воздействие техники.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОДГОТОВКИ СЕМЕННОГО ЛОЖА В СОЧЕТАНИИ С ПОСЕВОМ

Л. Германас (Литва)

Комбинированные агрегаты - приоритетное направление развития сельскохозяйственной техники. Такие агрегаты одним технологическим процессом обрабатывают почву, сеют, удобряют и т.д. В таких агрегатах часто объединяются операции предпосевной подготовки почвы и посева. Повышение качества проводимых операций повышает урожайность на (1,2-2,3) ц/га, на (25-30) % уменьшаются издержки на горючее, до 40 % затраты труда.

Цель работы - исследовать ротационные рабочие органы подготовки семенного ложа и определить их эффективность в сочетании с высевом. Объект исследований - ротационные рабочие органы подготовки семенного ложа, смонтированные в передней части сеялки СЗА-3,6 перед высевающими сошниками.

Одним из основных критериев качества посева - одинаковая глубина посева семян в подготовленное семенное ложе. Постоянство глубины посева в большей части определяет плавность хода сошника, которое зависит от качества предпосевной подготовки почвы. Во время исследований установлена зависимость колебаний сошников во время сева от параметров рабочих органов подготовки семенного ложа в почвах с различным механическим составом.

Исследованы ротационные рабочие органы (рис.1) с разным коэффициентом соприкосновения с почвой (соотношение действующей на почву поверхности рабочего органа с площадью обработанной почвы). Во время стендовых исследований установлена зависимость колебаний высевающих сошников от параметров ротационных рабочих органов на посевных скоростях и установлены наиболее эффективные.

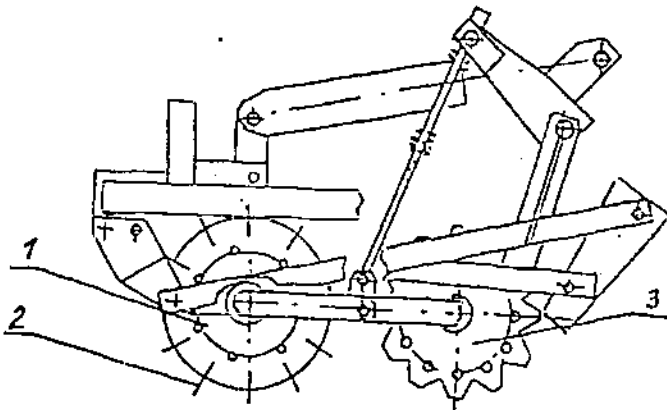


Рис. 1. Рабочие органы подготовки семенного ложа:

- 1- ротационный выравниватель почвы, 2 - рыхлитель следов трактора, 3- рабочие органы окончательной подготовки семенного ложа.

Исследования колебаний сошников показывают, что наименьшая вариация колебаний сошников получена при коэффициенте соприкосновения с почвой рабочих органов окончательной подготовки семенного ложа на супеси - 0,60, на легком суглинке - 0,35, на тяжелом суглинке - 0,25. При упомянутых параметрах рабочих органов, по сравнению с необработанной почвой, колебания сошников уменьшились соответственно в 1,05-1,15, 1,70-1,80 и 1,20-1,25 раза (Рис 2).

Исследования глубины посева показали, что во всех почвах уменьшилась глубина посева: на супеси-3,7 мм, на легком суглинке - 12,8 мм и на тяжелом суглинке - 10,2 мм. Коэффициент вариации глубины посева уменьшился в 1,3-1,8 раза. (Рис 3).

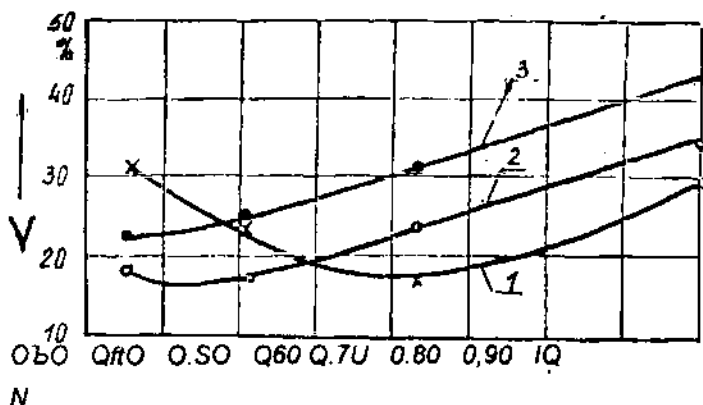


Рис 2. Вариация V глубины хода сошника посева в зависимости от коэффициента N соприкосновения с почвой рабочих органов окончательной подготовки семенного ложа: 1-супесь; 2-легкий суглинок; 3-тяжелый суглинок

Из-за улучшения качества посева, особенно уплотнения и выравнивания дна семенного ложа, количество давших всходы семян увеличилось в 1,2-2,0 раза. Получен также прирост урожая.

Подготовка семенного ложа положительно влияла и на динамику всхожести семян. На контрольных участках через 3 дня после появления первых всходов, количество всходов составило (68-88) %, а при посеве с подготовкой семенного ложа - (73-96) %.

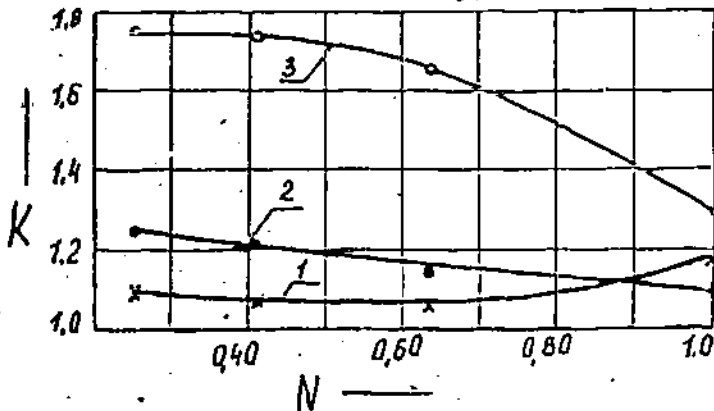


Рис. 3. Уменьшение неравномерности глубины хода высевающего сошника разами обусловленного коэффициентом K , в зависимости от коэффициента N соприкосновения с почвой рабочих органов окончательной подготовки почвы: 1-супель; 2-тяжелый суглинок; 3-легкий суглинок.

Выводы 1. На почвах средней тяжести колебания сошников наименьшие при коэффициенте соприкосновения с почвой рабочих органов окончательной подготовки семенного ложа 0,35-0,60. На более тяжелых почвах этот коэффициент уменьшается до 0,25.

2. При посеве исследуемым агрегатом коэффициент вариации глубины посева уменьшился в 1,3-1,8 раза, глубина посева - на 3,7-12,8 мм.

3. Улучшение качества посева повысило количество давших всходы семян на разных почвах в 1,2-2,0 раза, увеличился урожай.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Романюк Н.Н., (БАТУ)

Многочисленными исследованиями установлено, что абсолютное большинство сельскохозяйственных растений нормально развивается при

определенной оптимальной плотности почвы, от которой в конечном итоге будет зависеть и урожай .

Основным фактором, влияющим на уплотнения почвы, является давление ходовой системы, т.е. отношение вертикальной нагрузки на движитель к площади его пятна контакта, зависящего от типа шины, давления воздуха в ней, физико-механических характеристик и рельефа почвы, а также от скорости движения машинно-тракторного агрегата (МТА).

С ростом массы машин и их рабочих скоростей динамические нагрузки на почву значительно возрастают, а их величина в несколько раз больше, чем статических, что вызывает дополнительное уплотнение почвы .

Экспериментальное изучение сжимаемости почв при статических нагрузках проводили многие исследователи: Агейкин Я.С., Бабков В.Ф., Кацыгин В.В., Орда А.Н., Водяник И.И., Кушнарев А.С. и другие.

Уплотнение почвы от динамических нагрузок практически не изучалось. При движении тракторов и сельскохозяйственных машин, рабочих органов и механизмов, а также условий движения возникают вибродинамические колебания всей их массы с определенной частотой и амплитудой, которые через ходовой аппарат передаются на почву.

Многими учеными экспериментально доказано и сделаны выводы, позволяющие заключить, что вибрация существенно влияет на деформативные и прочностные свойства почвогрунтов.

Но все опыты, в основном, проводились на вибростендах и при помощи штампов, которые моделируют систему "фундамент - грунт" или виброплит для уплотнения грунтов

Баркан Д.Д. в своей работе считает, что при действии вибрации в почвогрунте возникает физическое явление, вызывающее изменение сил трения и сцепления в нем, а последнее приводило к разрушению структуры и дальнейшему уплотнению.

Экспериментальные исследования вибрационным нагружением сухих песков показали, что при определенных значениях вибрации силы частоты сопротивления сдвигу падают на 30 - 50% благодаря снижению сил, удерживающих частицы в равновесии.

Если вибрирование ведется с некоторым ускорением, то почвогрунт постоянно уплотняется и достигает определенного значения по плотности.

Влияние вибрирующих движителей с почвой носит несколько другой характер. Поэтому существует необходимость в получении связей между значениями амплитуд, частот и типов волн в почве и уплотнением

почв в зависимости от типа почвы и ее влажности, а также от свойств материала шин и конструктивных параметров движителей машин.

Представим почву в виде реологической модели.

Для решения волновых задач обычно применяется модель обобщенной вязко-упругой среды.

Связь между напряжением и деформацией в любой момент времени для обобщенной модели будет иметь вид:

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

где σ - нормальное напряжение;

$\frac{d\sigma}{dt}$ - скорость распространения напряжения;

ε - деформация;

$\frac{d\varepsilon}{dt}$ - скорость распространения деформации;

E_D - динамический модуль упругости почвы;

E_C - статический модуль упругости почвы;

$\mu = \frac{E_D \cdot E_C}{(E_D - E_C) \cdot \eta}$ - параметр вязкости;

η - коэффициент вязкости почвы.

При взаимодействии МТА с почвой нагрузка, действующая на деформатор может изменяться по закону:

$$Q(t) = P \cdot G(t), \quad (2)$$

где P - статическая нагрузка; $G(t)$ - динамическая составляющая нагрузки, образованная дисбалансами вращающихся узлов машин, колебательным движением МТА, неровностью поверхности.

В зоне контакта движителя с почвой нагрузка может задаваться двумя способами: - синусоидальной, меняющейся по закону:

$$\sigma = 0 \text{ при } t \leq 0 \quad (3)$$

$$\sigma = \sigma_m \sin \omega t \text{ при } 0 \leq t \leq \theta$$

- ударной:

$$\sigma = \sigma_m \left(1 - \frac{t}{\theta}\right) \text{ при } 0 \leq t \leq \theta \quad (4)$$

$$\sigma = 0 \text{ при } 0 \geq t, t \geq \theta$$

где θ - полупериод колебания;

$$f = \frac{1}{2\theta} - \text{частота колебания, } \omega = \pi/\theta.$$

Влияние ударной составляющей динамической нагрузки нами было рассмотрено

Решая совместно (1) и (3) получим уравнение, определяющее изменение деформации в начальном сечении при заданной нагрузке:

$$de/dt + \mu e - K \cos \omega t - L \sin \omega t = 0 \quad (5)$$

где

$$K = \sigma_m \omega / E_D; \quad L = \mu \sigma_m / E_C$$

Интегрируя уравнение (5) при начальном условии $e(0) = \sigma_m / E_D$, найдем

$$e(t) = 1/(\omega^2 + \mu^2) (K (\omega \sin \omega t + \mu \cos \omega t) + L (\mu \sin \omega t - \omega \cos \omega t)) + C e^{-\mu t}, \quad (6)$$

$$\text{где } C = \sigma_m / E_D + 1/(\omega^2 + \mu^2) (L\omega - K\mu).$$

Зная свойства почвы (E_D , E_C , η), а также законы изменения напряжения, по формуле (6) можно определить деформацию почвы от вибрационных нагрузок сельскохозяйственных движителей.

ПРОЦЕССЫ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ХАОСА И САМООРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СРЕДАХ

А. В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф., (БГПА),
Ю.В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф., (БАТУ)

Интенсификация сельскохозяйственного производства помимо позитивных явлений приносит с собой и ряд негативных, которые требуют неотложного решения. К таким явлениям относятся вопросы связанные с уменьшением деградации почв, усовершенствованием технических средств и технологий обработки почвы, улучшением конструктивных параметров машин и тракторов. Оптимальное научное решение указанных вопросов требует корректной постановки задачи и правильно выбранного метода решения

Обычно используются два подхода в изучении различных явлений в сельскохозяйственных средах - детерминированный и статистический. В тех случаях когда невозможно задать изменение материальных коэффициентов среды детерминированным образом, применяется статистический способ. При этом имеется два пути с помощью которых осуществляется переход от детерминированного описания к статистическому. Первый связан с применением законов статистической механики к тем процессам, где взаимодействующих частиц находится достаточно много и весь вопрос, как правило, упрощается в то, какие гипотезы и предположения необходимо вводить в дополнение к первым принципам механики (эргодическая гипотеза, предположение о случайном изменении свойств среды и др.).

Второй подход связан с понятием перемешивающегося движения, которое было введено в статистическую механику в работах Гиббса и формально выражается условием

$$\lim_{T \rightarrow \infty} R(f_0, q_0/T) = 0 \quad (1)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} R_n(f_0, q_0) = 0 \quad (2)$$

где f_0, q_0 - две произвольные интегрируемые функции динамических переменных, T - время. Уравнение (1) соответствует непрерывному времени, уравнение (2) - дискретному. Условия (1) и (2) означают расщепление

корреляцией с ростом времени. В этом случае с некоторого момента времени движение исследуемого объекта может носить нерегулярный характер и для описания процесса, близкого к достоверному следует использовать вероятностные методы.

Приведём некоторые нелинейные задачи, в которых при определённых условиях могут наблюдаться явления стохастичности.

Волновые процессы

Эксперименты показывают, что сельскохозяйственные движители и орудия, а так же оборудование в производственных сооружениях могут являться источниками возникновения волновых процессов в почве. Причем в силу неоднородности почвы и характера вибраций волновые процессы носят нелинейный характер. Уравнение движения возмущений можно представить в виде уравнения

$$\ddot{z} + F(z, \dot{z}, x, n) = \varepsilon \Phi(x, z) \quad (3)$$

здесь n - коэффициент преломления, ε - параметр намного меньше единицы, $F(z, \dot{z}, x, n)$ и $\Phi(x, z)$ нелинейные функции, конкретный вид которых зависит от источника волн и неоднородности почвы. Для описания одного из источников возмущений можно использовать, не нарушая физический смысл, δ - функцию, то есть положить

$$\Phi(x, z) = \varepsilon z \omega \sum \delta(x - nX) \quad (4)$$

где $X = 2\pi / Q$.

При условии (4) получен критерий стохастичности, с помощью которого определено расстояние от источника, начиная с которого колебания траектории становятся стохастическими, и, следовательно, дальнейшее её изучение необходимо проводить вероятностными методами.

Колебания пластин

Пластины и оболочки входят во многие конструктивные параметры сельскохозяйственной техники и играют большую роль в вопросах надёжности и устойчивости конструкции в целом.

Исследуются нелинейные колебания шарнирно опертой пластины при малом коэффициенте затухания. С помощью несложных преобразований система исходных уравнений приводится к дифференциальному уравнению второго порядка

$$\ddot{x} + \beta \dot{x} + \omega_0 x + k(x) = \varepsilon H(x, t) \quad (5)$$

где $H(x, t) = \omega_0 x \sum \delta(t - mT)$ - внешнее возмущение, β - коэффициент вязкости, ω_0 - собственная частота, $k(x)$ - выражает нелинейную часть зависимости между упругой силой и перемещением, $\varepsilon \ll 1$.

Для амплитуд и фаз, находящихся слева и справа от δ - функции в точке $x_i = iX$ выписаны уравнения в конечных разностях с точностью до ε .

$$A_{i+1} = 2A_i \left(\frac{1}{2} + \frac{\varepsilon}{4} \sin 2\varphi_i \right)$$

$$\varphi_{i+1} = \left\{ \varphi_i + q_i \sin 2\varphi_i + \varepsilon \cos^2 \varphi_i + \omega_i x \right\}$$

где $q_i = \varepsilon \Delta \omega_i x$; $0 < \varphi < 1$.

Фигурные скобки означают дробную часть аргумента.

Далее исследуется условие некоррелированности фаз, при выполнении которого колебания пластинки носят стохастический характер. Определена граница стохастичности. Для стохастической области с помощью уравнения Лиувилля, записанного в переменных «действие-угол» построено дифференциальное уравнение первого порядка описывающее колебания пластины.

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПАХОТНОГО И ПОДПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Ю.В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф.,

Н.Н. Романюк (БАТУ)

Рассмотрим колебания жесткого колеса на деформируемом почвогрунте. Будем рассматривать процесс взаимодействия колеса с почвогрунтом при гармонических колебаниях вертикальной нагрузки

$$Q(t) = Q_0 + Q_1 \sin \omega t. \quad (1)$$

В качестве примера деформируемой полуплоскости рассмотрим торфяной грунт. Согласно Амаряну торфяные грунты по механическим свойствам делятся на четыре типа, которые отличаются друг от друга наличием или отсутствием характерных напластований. В нашей модели верхний

пласт представляет собой слой очеса h , а нижний пласт H является водонасыщенным и плотным торфом. Эта модель работает на сжатие и срез под действием нормальной нагрузки $Q(t)$.

При действии на почво-грунт динамических нагрузок, каждая из слоев ведет себя как достаточно однородная среда: давление в жидкости и газе, заполняющих скелет почво-грунта, близко к давлению, действующему на грунт, особенно в случае очень влажных почво-грунтов. В этом случае имеют место малые деформации, быстро изменяющиеся во времени и выбор схемы упругой полуплоскости является более оправданным и возможным, чем в задачах статики.

Рассмотренную послойную структуру торфа можно моделировать для любых типов почв, где h соответствует уплотненному пахотному слою, а H - подпахотному.

Положим, что $Q_0 \gg Q_1$, тогда динамические эффекты будут локализовываться в поверхностном слое h , а на ось колеса будет действовать сила, изменяющаяся со временем по величине, по направлению всегда в сторону полуплоскости. Считаем, что слой h работает подобно слою винклеровских пружин, а поверхность колеса в зоне контакта описывается уравнением $f(x)$.

В дальнейшем всем величинам, относящимся к слою h приписываем индекс 1, а к слою H - индекс 2.

Очевидно, что глубина колеи и линия контакта будут зависеть от значений $Q(t)$ и свойств почво-грунта.

Граничные условия будут иметь вид:

$$y = h: \tau_{xy}^1 = 0; \quad V^1 = \delta - f(x_1); \quad |x| \leq a;$$

$$y = 0: \sigma_y^1 = \sigma_y^2; \quad \tau_{xy}^1 = \tau_{xy}^2 = 0; \quad V^2 = V^1; \quad (2)$$

$$y = -H: \tau_{xy}^2 = V^2 = 0;$$

$$y = h: \sigma_y^1 = 0 \quad \text{для} \quad |x| > a,$$

где τ_{xy}^i - касательные напряжения,

σ_x, σ_y - напряжения вдоль осей x, y ;

δ - вертикальное поступательное перемещение колеса;

a - подвижная граница зоны контакта;

V^i - перемещение точек почво-грунта вдоль оси y ($i = 1, 2$).

Напряженно-деформированное состояние слоя h описывается уравнениями:

$$\varepsilon_y^1 = R \sigma_y^1;$$

$$\sigma_x^1 = \nu_1 (1 - \nu_1)^{-1} \sigma_y^1;$$

$$R = \frac{1 - 2\nu_1}{2G_1(1 - \nu_1)}; \quad (3)$$

где ν_1 ; G_1 - коэффициенты Пуассона и модуль сдвига.

Пусть ось колеса движется вдоль оси Ox со скоростью $v = \text{const}$, а вращение колеса происходит с постоянной угловой скоростью ω . Воспользуемся подвижной - OXY и $O_1X_1Y_1$ - неподвижной системой координат. Линии контакта соответствует участок $(-a(t) \leq x \leq a(t))$.

Между координатной точки X на линии контакта в подвижной системе координат и координатой X_1 той же точки в неподвижной системе координат существует связь

$$X = X_1 - Vt,$$

где t - время.

Уравнение движения слоя h запишем в виде:

$$\frac{\partial \sigma^1}{\partial y} = \rho_1 \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}, \quad (4)$$

где ρ_1 - плотность очесового слоя.

При отсутствии скольжения формула Коши имеет вид:

$$\varepsilon_y^1 = \frac{\partial V^1}{\partial y}. \quad (5)$$

Уравнение (5) с учетом (3) примет вид:

$$\varepsilon_y^1 = \frac{\partial V^1}{\partial y} = RG_y^1. \quad (6)$$

Дифференцируя (6) по y , получим:

$$\frac{\partial \sigma_y^1}{\partial \sigma_y} = R \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = \frac{\partial^2 V^1}{\partial y^2}$$

Тогда движение слоя h можно описать уравнением

$$\frac{1}{R} \frac{\partial^2 V^1}{\partial y^2} = \rho_1 \frac{\partial^2 V}{\partial t^2},$$

которое приводится к виду

$$V^1 = \frac{1}{\mu^2} \int_0^y \int_0^\xi \frac{\partial^2 V^1}{\partial t^2} d\eta d\xi + C_{1y} + C_{2t}$$

где
$$\mu^2 = \frac{1}{R\rho_1}$$

Коэффициенты C_1 и C_2 , которые в общем случае зависят от времени, определим из следующих граничных условий:

$$\frac{\partial V^1}{\partial y} \Big|_{y=0} = -qR; \quad \frac{\partial V^1}{\partial y} \Big|_{y=h} = -pR, \quad (8)$$

где p - нагрузка, действующая на верхнюю границу очесового слоя,

q - реактивная нагрузка, действующая на нижнюю грань h со стороны слоя H .

После несложных преобразований, а также учитывая, что на границе контакта слоев точки очесового слоя и слоя H имеют одинаковые перемещения, найдем:

$$C_1 = -\frac{q}{\rho_1 \mu^2} = -qR; \quad C_2 = -V^*,$$

где $V^* = -V^1$ на границе $y_1 = 0$.

Подставив (9) в (7), получим

$$V^1 = \frac{1}{\mu^2} \int_0^y \int_0^{\xi} \frac{\partial^2 V^1}{\partial t^2} dr d\xi - qRy - V^*.$$

Условие контакта колеса и почвогрунта имеет вид

$$V^1 = (\delta(t) - f(x)).$$

Последовательное решение контактных задач жесткого колеса и полуплоскости, а также двух полуплоскостей дают выражения для соответствующих контактных напряжений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИНКИ В СЛУЧАЕ ЕЁ ШАРНИРНОГО ОПИРАНИЯ.

Ю.В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф., С.А. Литвинов (БАТУ)

Исследуем случай нелинейных колебаний пологой цилиндрической панели со сторонами a и b , шарнирно закрепленной по краям, при условии, что точки краев панели свободно смещаются в плане. Будем считать, что оболочка имеет заданные начальные неправильности в форме срединной поверхности. Примем, что к криволинейным краям панели приложены равномерно распределенные по ширине сжимающие усилия p , постоянные во времени, и что оболочка совершает нелинейные колебания под действием случайного акустического давления $q(t)$. Поставим задачу найти плотность распределения вероятности координаты и скорости в центре панели, а также укажем пути исследования данной оболочки на устойчивость.

Пусть на оболочку действует поперечная нагрузка $q(x, y, t) = F \cos \Omega t$, где F является амплитудным значением акустического давления. Обозначим через ω_1 и ω_0 соответственно дополнительный и начальный прогибы. Система основных уравнений для такой оболочки имеет следующий вид:

$$\frac{D}{h} \nabla^2 \nabla^2 \omega_1 = L(\omega_1 + \omega_2, \Phi) + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{q}{h}$$

$$\frac{1}{E} \nabla^2 \Phi = -\frac{1}{2} L(\omega_1 + 2\omega_0, \omega_1) - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \omega_1}{\partial x^2}$$

С помощью метода Бубнова-Галеркина система основных уравнений при соответствующих начальных и граничных условиях приводится к уравнению колебаний панели, представляющее в первом приближении систему с одной степенью свободы. Это уравнение имеет следующий вид:

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{d\xi}{dt} + \omega_0^2 \left(1 + \frac{P}{P_0}\right) (\alpha \xi - \beta \xi^2 + \eta \xi^3) - \xi_0 \omega_0^2 \frac{P}{P_0} = q(t),$$

где $q(t) = \frac{16}{\pi^2 E h^2} q^*(t)$, $q^*(t)$ — акустическое давление.

В ряде исследований было установлено, что акустическое излучение обладает почти постоянной спектральной плотностью в широком диапазоне частот. Эта особенность позволяет аппроксимировать подобного типа акустическое давление белым шумом и использовать аппарат теории марковских процессов для исследования статистических закономерностей акустических колебаний оболочек. Тогда под $q(t)$ будем подразумевать белый шум с нулевым средним значением и спектральной плотностью S_0 . Для решения поставленной задачи, а именно, для определения закона распределения координаты, либо прогиба в центре панели, а также скорости $\frac{d\xi}{dt}$ составим для уравнения колебаний пластинки уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК), где эволюция состояний оболочки представляется в виде двумерного марковского процесса. Это уравнение имеет точное решение в виде плотности распределения координаты (скорости), имеющее следующий вид.

$$f(\xi) = \frac{1}{C} \exp\left\{-\frac{1}{S_0^*} \left(1 - \frac{P^*}{P_*}\right) (\alpha \xi^2 - \frac{2}{3} \beta \xi^3 + \frac{\eta}{2} \xi^4) + \frac{2}{S_0^*} \frac{P^*}{P_*} \xi_0 \xi\right\}$$

$$f(\xi) = \frac{1}{C_1} \exp\left\{-\frac{1}{S_0^* \omega_0^2} \xi^2\right\},$$

$$\text{где } S_0^* = \frac{\pi S_0}{\varepsilon \omega_0^2}.$$

Константы C и C_1 определяются численным интегрированием из условий нормировки.

Получив такие важные характеристики системы, как плотность распределения координаты (прогиба в центре панели) и скорости, мы можем исследовать пластинку на устойчивость, применив известные критерии устойчивости, такие как критерий устойчивости по вероятности или критерий устойчивости в среднеквадратичном. Первый критерий заключается в том, что вероятность события, что система с течением времени выйдет из области устойчивых значений определяется следующим образом:

$$p(|\xi| < \Delta(\xi)) = 1 - p(|\xi| < \Delta(\mu)) = 1 - \int_{-\infty}^{+\infty} f(\xi) d\xi,$$

где $\mu \equiv \int_{-\infty}^{+\infty} f(\xi) d\xi$ - константа, определяемая из условия нормировки.

Чтобы применить критерий устойчивости в среднеквадратичном, ищется стационарное решение $\xi(t) \equiv 0$ уравнения ФПК. Тогда решение $\xi(t)$ будет устойчивым в среднеквадратичном, если для $\forall \varepsilon > 0, \delta(\varepsilon) > 0$ выполняется условие:

$$E[\xi^2] < \delta(\varepsilon), \quad E[\xi^2] = \int_{-\infty}^{+\infty} \xi^2 f(\xi) d\xi.$$

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВВОДА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В СВАРОЧНУЮ ВАННУ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

А.С. Шиляев д.т.н., проф., Н.Ф. Лугаков к.ф.-м.н., С.А. Стукни
(БАТУ)

Преимущества электродуговой наплавки в ультразвуковом поле перед обычной наплавкой состоит в том, что в результате обработки расплава ультразвуком существенно улучшаются эксплуатационные свойства наплавленного металла. Для модификации свойств покрытий в сварочную ванну могут вводиться различные присадки.

Проведенный анализ способов ввода ультразвука в расплавы металлов показывает, что применительно к процессу наплавки в ультразвуковом поле можно использовать ввод ультразвуковых колебаний через волноводную присадочную проволоку, сплавляющуюся в ходе процесса наплавки и непрерывно подаваемую в расплав по мере оплавления. Причем для обеспечения стабильного режима наплавки подача волноводной проволоки должна управляться с помощью системы автоматического регулирования.

Целью разрабатываемого варианта наплавки является повышение качества наплавленного слоя металла за счет гарантированного ввода ультразвука в расплав, интенсификации процесса очистки поверхности детали от окислов и флюса и стабилизации его размеров.

Поставленная цель достигается тем, что подачу присадочной (волноводной) проволоки осуществляют по мере ее расплавления синхронно расходу сварочного электрода таким образом, чтобы конец присадочной проволоки постоянно касался дна ванны в зоне начала кристаллизации наплавленного слоя.

Сопоставительный анализ предлагаемого решения показывает, что этот способ отличается от известных тем, что присадочная (волноводная) проволока постоянно касается своим концом дна сварочной ванны в зоне начала кристаллизации наплавленного слоя металла. При этом подача присадочной проволоки осуществляется синхронно с подачей электрода. В предлагаемом способе, в отличие от известных, на поверхность детали воздействие ультразвуком осуществляется не только через жидкий металл, но и непосредственно через присадочную (волноводную) проволоку, касающуюся своим концом поверхности дета-

ли и интенсивно очищающим ее от окислов и других загрязнений, что резко повышает качество очистки.

При этом присадочная проволока подается постоянно до касания, что способствует ее равномерному расплавлению во времени и синхронизации подачи относительно расплавлению электродной проволоки, а это, в свою очередь, способствует равномерной наплавке слоя металла.

Подача присадочной проволоки в зону начала кристаллизации наплавляемого слоя обеспечивает более равномерную структуру и более высокое качество наплавки.

Схема устройства для осуществления способа наплавки с непрерывно расходуемым ультразвуковым волноводом-излучателем представлена на рис. 1.

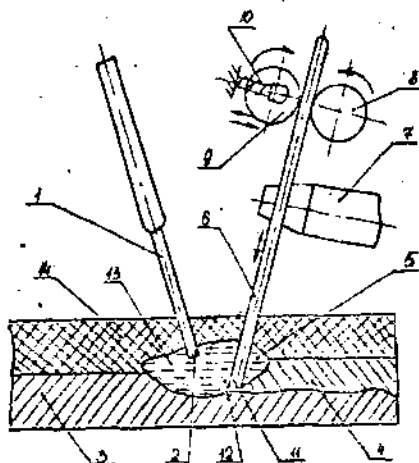


Рис. 1 Схема устройства для осуществления способа наплавки с непрерывно расходуемым ультразвуковым волноводом-излучателем: 1 - электродная проволока, 2 - конец электродной проволоки, 3 - наплавляемый образец, 4 - наплавленный металл, 5 - ванна расплавленного металла, 6 - присадочная проволока, 7 - волновод, 8 - приводной ролик, 9 - прижимной ролик, 10 - пружина, 11 - конец волноводной проволоки, 12 - поверхность наплавляемого образца.

Суть процесса наплавки по методу «касания» состоит в следующем

В зону наплавки непрерывно подается электродная проволока. Под действием тепла дуги, горячей между концом электродной проволоки и

наплавляемым образцом, проволока плавится и формирует на образце слой наплавленного металла В ванну расплавленного металла подается присадочная (волноводная) проволока того же химического состава, что и электродная проволока При этом в присадочной (волноводной) проволоке через волновод, соединенный с магнитострикционным преобразователем ультразвуковой установки, возбуждаются ультразвуковые колебания.

Присадочная проволока подается при помощи приводного и прижимного роликов. Усилие прижатия ролика регулируется пружиной и должно быть меньше упругости присадочной проволоки, что обеспечивает постоянное касание конца присадочной проволоки поверхности наплавляемого образца и предотвращает ее деформацию.

Конец проволоки, упираясь в поверхность под действием ультразвуковых колебаний, интенсивно очищает поверхность от окислов и флюса, одновременно воздействуя и на жидкий металл.

По мере расплавления присадочной проволоки ролики вращаясь подают ее до упора конца в поверхность, после чего начинают проскальзывать по ее поверхности.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЕЯЛОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В.С. Астахов, к.т.н., доцент (БСХА)

Ускоренное и устойчивое увеличение производства зерна, овощных культур, создание прочной кормовой базы для животноводства за счет травосеяния и возделывания таких пропашных культур как кукуруза, подсолнечник, свекла - ключевая проблема в сельском хозяйстве. Для ее решения требуются передовые технологии, прогрессивные агроприемы, совершенные высокопроизводительные средства механизации, обеспечивающие своевременное и качественное выполнение технологических операций. В комплексе работ по возделыванию этих культур одно из важнейших мест принадлежит посеву. Запаздывание с севом против оптимальных сроков приводит к снижению урожая. Поэтому высокая производительность является определяющим фактором развития технических средств посева. Это актуально с точки зрения сокращения энергетических средств, трудовых ресурсов на селе, снижения затрат труда на производство.

С образованием СНГ Республика Беларусь вынуждена осваивать про-

изводство зерновых, пропашных, овощных и травяных сеялок. На наш взгляд более перспективным должно стать создание сеялок нового поколения, а не модернизация и совершенствование выпускаемых в СНГ сеялок. В сложившихся экономических условиях все острее проявляется необходимость в разработке ресурсоэнергосберегающих технологий и технических средств. Это также может быть достигнуто созданием высокопроизводительных, малоресурсоемких, универсальных машин и орудий, позволяющих существенно снизить затраты производственных ресурсов и значительно сократить номенклатуру применяемых технических средств.

Решению этих проблем способствует разработка пневматических сеялок для высева семян различных культур. Их использование позволяет увеличить производительность на посеве на 10...25 % при одинаковой ширине захвата и снизить затраты труда на 25...31 % в сравнении с сеялками традиционной компоновки. Существенно снижается (в 2...3 раза) удельная материалоемкость создаваемых машин. На каждой пневматической шестиметровой сеялке можно сэкономить 1,0...1,5 тонны металла. Преимущество пневматических сеялок перед механическими в том, что они позволяют сократить номенклатуру выпускаемых сеялок, благодаря их универсальности. В настоящее время существуют различные конструкции пневматических сеялок, имеющие принципиально различные высевающие системы. Проведенный анализ этих систем и сеялок показал, что по большинству технико-экономических и агротехнических показателей преимущество имеет пневматическая система группового дозирования. Причем эти показатели также существенно меняются в зависимости от конструкции распределителей семян и способов их подачи и дозирования. Вновь создаваемые пневматические сеялки должны обеспечить высокую равномерность распределения семян с разными физико-механическими свойствами, минимально их травмировать, надежно дозировать и вводить семена в зону избыточного давления, иметь минимальные энергозатраты на привод вентилятора при расширенной номенклатуре высеваемых семян. Поэтому в основу концепции развития сеялок нового поколения положена пневматическая высевающая система группового дозирования с принципиально новыми распределителями семян горизонтального типа (конструкции БСХА). Она реализована в сеялке СОЛ-4,2, которая обеспечивает высев всех семян овощных культур, лекарственных и кормовых трав, а также травосмесей (бобовых и злаковых) одновременно. Аналогичная система использована в зерно-травяной сеялке С-6, разработанной БелНИИМСХ с участием БСХА. Используемый распределитель без дополнительных регулировок обеспечивает хорошую равномерность (2...5%)

высева семян с разными физико-механическими свойствами (зерновые, зернобобовые, овощные, пропашные, лекарственные и кормовые травы). А разработанные сеялки С-6 и СОЛ-4,2 с использованием такого распределителя не могут обеспечить высев всех видов семян из-за некоторых особенностей конструктивного исполнения высевающей системы. В настоящее время эти сеялки не могут осуществить смешанные посевы двух культур в разные рядки в соответствии с агротехническими требованиями и посев семян пропашных (кукуруза, свекла, подсолнечник) культур. Последнее обусловлено тем, что достигнутый уровень агротехнических и технико-эксплуатационных показателей сеялок точного высева не в полной мере отвечает требованиям повышения технологической и эксплуатационно-экономической эффективности. Известно, что способ точного посева пропашных культур со строго заданными интервалами семян по длине и глубине рядка в значительной мере определяется качеством обработки почвы, качеством семян, совершенством сеялок точного высева и другими факторами. Существующие конструкции сеялок точного высева в реальных условиях обеспечивают ограниченный уровень точности на скорости до 1,5...2,0 м/с, а посев на конечную густоту связан с риском снижения урожайности, обусловленной полевой всхожестью семян, качеством их заделки, гибелью при последующих междурядных обработках, от вредителей и болезней. Даже семена кукурузы, имеющие более высокую полевую всхожесть в отличие от семян сахарной свеклы, можно высевать рядовым способом, так как ее урожайность в большей степени зависит от густоты насаждения, чем от равномерности вдоль рядка. Кукурузные сеялки точного высева обеспечивают укладку в заданном интервале лишь 16...29 % семян (при требуемом 90 %). Особенно неудовлетворительное распределение наблюдается на повышенных скоростях посева 2,5...3,0 м/с, которые наиболее характерны для производственных условий. Повышение точности укладки семян достигается дополнительными затратами на шлифовку и калибровку семян, снижением скорости движения, снижением универсальности высевающих аппаратов или их усложнением за счет сменных рабочих органов, что приводит к трудностям в эксплуатации таких машин и снижению их производительности. При рядовом посеве пневматическими сеялками можно отказаться от шлифовки и калибровки семян по фракциям, увеличить скорость на посеве, существенно сократить номенклатуру выпускаемых сеялок с повышением надежности технологического процесса высева и упрощения их в эксплуатации. Учитывая, что пневматический высев семян пропашных культур не обеспечит точного распределения в рядки, мы предлагаем не одно-, а

двухстрочный посев кукурузы, свеклы, подсолнечника и других культур. Это значительно улучшит распределение семян на погонном метре и создаст наиболее благоприятные условия для развития растений. Исходя из этого мы полагаем целесообразным проводить посев семян пропашных культур рядовым способом с использованием пневматических сеялок.

Для создания универсальной сеялки нами предлагается высевающая система для одновременного высева семян зерновых, зернобобовых, овощных, пропашных, лекарственных и кормовых трав, а также травосмесей (бобовых и злаковых) одновременно или двух биологически совместимых видов пропашных и других культур. Принципиально важно, что смешанные посевы осуществляются без перестройки системы и каждая культура в свои рядки. Отличительной особенностью данной системы является наличие трех отсеков для семян. При посеве мелкосеменных культур и стартовой дозы минеральных удобрений используется отсек с малыми катушками; для зерновых и пропашных культур применяются большие катушки, установленные в двух равных отсеках бункера и имеющие возможность высевать крупные и мелкие семена. Посев семян зерновых культур осуществляется из двух отсеков бункера, смешанные посевы также происходят из двух отсеков, имеющих разные семена. Посев семян пропашных культур происходит из одного или двух (при смешанном посеве) отсеков, при этом обеспечивается двухстрочный посев с междурядьем 50 или 62,5 см и расстоянием в строчках 12,5 см. Для обеспечения оптимальной заделки семян различных культур в почву вновь разрабатываемые сеялки должны иметь сменные сошниковые группы.

На данном этапе Республика Беларусь имеет возможность разработать универсальную высевающую систему для пневматических сеялок и комбинированных агрегатов. Наличие у сеялки сменных сошниковых групп для качественной заделки семян различных культур является наиболее целесообразным и экономически выгодным, чем сменные сеялки для различных культур.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТИТАНОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВАКУУМНО- ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

В.М. Капцевич, И.А. Ивянов, Р.А. Кусин, В.Р. Калиновский (БАТУ)

Фильтрующие элементы наиболее широко применяются для очистки газов и жидкостей от посторонних примесей в целях повышения на-

дежности пневмо- и гидросистем различного назначения. Это связано с тем, что 50 % отказов в работе систем питания двигателя внутреннего сгорания происходит в результате загрязнения топлива, а изнашивание их вызывается, в основном, попаданием абразивной пыли в зазоры между трущимися деталями. Для обеспечения эффективной работы фильтров технология их изготовления должна обеспечивать получение неоднородных структур, в которых размер пор изменяется в направлении фильтрации. Среди известных способов формирования фильтрующих элементов широкое применение нашли способы основанные на поэтапном припекании слоев, мундштучное и вибропрессование, осаждение мелкодисперсных частиц в поровых каналах. Однако, каждый из этих способов имеет свои недостатки, что ограничивает область их использования. Поэтому поиск новых технологических способов обработки пористых материалов с целью получения фильтров с заданными свойствами представляет в настоящее время практический интерес. В этой связи, вакуумно-плазменные технологии нанесения покрытий осаждением ионно-плазменных потоков в вакууме вызывают наибольший интерес. Это связано с такими свойствами ионных потоков, как высокая степень ионизации и энергии конденсирующихся частиц, что определяет управляемость потоком, высокую силу сцепления осаждаемых покрытий с основой и формирование плотных конденсатов. Основные преимущества данных технологий заключаются в проведении технологического процесса в вакууме, что обеспечивает его чистоту, возможности нанесения покрытий отличающихся по своему химическому составу от материала подложки, возможности комбинирования способов осаждения, в низких температурах подложки и экологической чистоте процесса в целом. Данные способы широко используются в машиностроении в технологических процессах упрочнения деталей машин и металлорежущего инструмента. Однако, область применения этих технологий может быть существенно расширена в направлении вакуумно-плазменной обработки композиционных пористых материалов, в частности, фильтров.

Цель работы - исследование изменения основных параметров титановых пористых материалов в процессе осаждения на их поверхности титановой плазмы вакуумной дуги.

Для получения низкотемпературной титановой плазмы использовался способ электродугового испарения в вакууме, где генерация плазменного потока протекает за счет испарения материала катода (титана) в катодных пятнах вакуумной дуги, хаотично перемещающейся по его эродировавшей поверхности. Разряд на аноде диффузионно распределен и по-

следний не эродирует. Ток дугового разряда 90 - 100 А. Напряжение на разрядном промежутке 20 - 30 В. Режимы обработки соответствовали скорости осаждения титанового покрытия 0,17 мкм в минуту. Диаметр титановых порошковых образцов - 20 мм. Образцы изготавливались из титана фракции менее 0,063, 0,2...0,315 и 0,315...0,4 мм. Свойства исследуемых образцов приведены в таблице. Размер пор (максимальный и средний) определялись методом вытеснения жидкости из пор предварительно пропитанных этой жидкостью образцов титановых фильтрующих элементов. Коэффициент проницаемости определялся из закона Дарси, связывающего этот коэффициент со скоростью фильтрации, градиентом давления и вязкостью.

Таблица 1.

Титановые фильтрующие элементы и их исходные данные.

Размер частиц образцов, мм	Проницаемость, $K \cdot 10^{13} \text{ м}^2$	Размер пор, мкм	
		$D_n \text{ max}$	$D_n \text{ средний}$
0,315 ... 0,4	887	140,5	122,9
0,2 ... 0,315	22,8	39,3	30,7
менее 0,063	1,58	13,2	8,39

Установлено, что и максимальный и средний размер пор линейно уменьшаются с ростом времени осаждения титановой плазмы на поверхность фильтрующего элемента и не зависят от его исходных характеристик. Скорость уменьшения размера пор практически одинакова для всех исследованных образцов и близка к расчетной. Однако, результаты измерений проницаемости образцов показывают, что наиболее сильно она изменяется на образце № 1 и менее всего на образце с наименьшим исходным размером поровых каналов. Т.е., при одинаковой скорости зарастания пор проницаемость наиболее сильно уменьшается у фильтрующих элементов с наибольшим размером поровых каналов. Повышение параметра эффективности фильтрующих титановых элементов, равного $\sqrt{K}/D_n \text{ ср.}$, с ростом продолжительности обработки наблюдается на всех исследованных образцах. Наиболее сильное повышение параметра эффективности фильтрующих элементов с ростом продолжительности вакуумной электродуговой обработки наблюдается на образцах изготов-

ленных их титана фракции 0,063 мм. Следовательно, применение вакуумно-плазменной обработки пористых материалов с максимальным размером пор - 13,2 мкм и средним размером пор - 8,39 мкм наиболее эффективно.

АНАЛИЗ ЛУЧИСТОГО ПОТОКА, ОТРАЖАЕМОГО С ПОВЕРХНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ЗЕМЛИ

Д.Г.Войтюк, Б.Х.Драганов (НАУ, Украина)

Солнечное излучение, поступающее к поверхности земли в той или иной степени возвращается в окружающую среду. При этом часть отрицательного излучения поступает в космос, часть идет на нагрев атмосферы, часть используется в процессе фотосинтеза

Для разной структуры почвы, характеристик вносимых удобрений, уровня растительности, интенсивность отраженной составляющей солнечных лучей будет разной. Она может служить оценивающей характеристикой структуры почвы или растительности. Лучистый поток, отраженный с поверхности земли, может быть определены как экспериментально при помощи радиометра, так и расчетным.

Для измерения прямого и отраженного солнечного лучистого потока в Национальном аграрном университете разработаны бесконтактные тепломеры, основанные на радиационном методе измерений. Такие приборы в силу своих достоинств, а именно малой инерционности и габаритности, автономности, удобны для определения плотности тепловых потоков.

Радиометр РСП-100 предназначен для измерения лучистых потоков плотностью до 100 кВт/м^2 (рис. 1). Приемник теплового излучения расположен в торцевой части термостабилизатора 2, который служит для поддержания постоянной температуры "холодных" спаев термопар датчика.

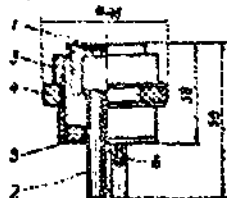


Рис. 1. Радиометр суммарного поглощения РСП-00:

1 - приемник теплового излучения, 2 - термостабилизатор, 3 - корпус, 4 - гайка, 5 - крышка, 6 - контактная группа

Плотность упаковки батареи - 2000 термодатчиков на 1 см^2 . Слоистая серийная батарея размерами $17 \times 17 \times 1 \text{ мм}$ имеет чувствительность $7 \cdot 10^{-3} \text{ В/Вт}$. Радиометр РСР-600 служит для измерения лучистых потоков плотностью до 600 кВт/м^2 . В этом приборе (рис. 2) для защиты датчика от теплового излучения применён тепловой шунт, в качестве которого используется полая медная крышка.

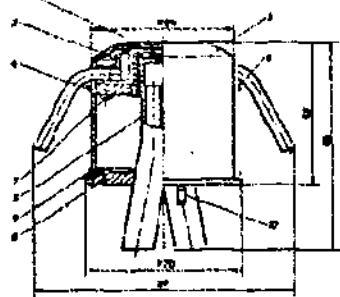


Рис. 2. Радиометр суммарного поглощения РСР-600:

- 1 - приемник теплового излучения;
- 2 - тепловой шунт;
- 3 - термостабилизатор; 4 - шайба фиксирующая; 5 - кожух; 6 - крышка;
- 7-9 - винты; 10 - контактная группа

Габаритные размеры приборов:
РСР-100 - $48 \times 58 \text{ мм}$ при массе 0.15 кг

РСР-600 - $95 \times 115 \text{ мм}$ при массе 0.45 кг .

При помощи этих приборов можно измерять лучистые потоки, а также значения температуры от поверхности почвы, в том числе при наличии растительности.

Для расчёта интенсивности солнечного излучения на почву можно пользоваться формулой

$$q = (\tau\alpha)_S P_S I_S + (\tau\alpha)_D P_D I_D + r(\tau\alpha)_r P_r (I_S + D), \quad (1)$$

где I_S и D - соответственно, прямая и рассеянная составляющие солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность;

$(\tau\alpha)_S$, $(\tau\alpha)_D$, $(\tau\alpha)_r$ - приведенные поглощающие способности, соответственно, для прямой, рассеянной и отражённой радиаций;

P_S , P_D , P_r - коэффициенты положения для прямой, рассеянной и отражённой радиаций;

r - коэффициент отражения лучистого потока от земли.

Рассеянная радиация зависит от уровня облачности в данном районе. Для вычисления этой составляющей рекомендуется пользоваться соответствующей методикой. Для наших широт:

$$\frac{I_D}{I_S} = 1.34 - 4.03 K_T + 5.53 K_T^2 - 3.11 K_T^3, \quad (2)$$

где K_T - степень облачности.

В формуле (1) последний член относится к отраженному излучению с поверхности земли.

Указанные явления могут рассматриваться с позиции термодинамики.

В термодинамическом отношении биологические системы, в том числе растения, являющиеся открытыми системами, в процессе своего развития проходят ряд неравновесных состояний, что, в свою очередь, также сопровождается соответствующими изменениями термодинамических переменных. В целом поддержание неравновесных состояний в открытых системах возможно лишь за счёт создания в них соответствующих потоков вещества и энергии.

Общий энергообмен растений можно представить как образование в фотосинтезе сложных молекул углеводов с последующей деградацией продуктов фотосинтеза в процессе дыхания. Жизнедеятельность растений приводит к уменьшению их энергии. Негэнтропийный принцип живых организмов объясняется следующим образом. Благодаря информационным сигналам, поступающим в живую систему, и аппарату управления этой системы устанавливаются дополнительные функциональные связи между теми её элементами, с которыми эти сигналы взаимодействуют, то есть увеличивается организованность этой системы, что приводит к уменьшению её энтропии. Этот приток отрицательной энтропии компенсируется продуцированием положительной энтропии при взаимодействии растений с окружающей средой, так что суммарное изменение энтропии положительно.

В заключение заметим, что растительный мир на Земле представляет собой диссипативную структуру, существующую благодаря негэнтропии солнечного излучения. При этом интенсивность этого потока будет отличаться от излучения, уходящего с поверхности "голой" земли. Она будет зависеть и от того, какова структура поверхности земли. Следовательно по излучению с поверхности земли можно судить об характеристиках почвы, степени её удобрения и т.д.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НОВЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

И.Н. Шило, В.А. Колос (БелНИИМСХ)

При использовании новой техники во многих случаях одновременно со снижением затрат отдельных видов производственных ресурсов на конкретной операции увеличивается объём продукции за счёт роста

урожайности (продуктивности животных) либо сокращения потерь, а это существенным образом сказывается на ресурсоемкости продукции в целом. Таким образом, чтобы оценить полезность технического средства с позиций системного подхода следует учесть, насколько оно повышает урожайность сельскохозяйственных культур (продуктивность животных), сокращает потери продукции, определить как это сказывается на снижении ресурсоемкости производства всех видов продукции, получаемых с его применением.

В общем случае экономия затрат g -го ресурса с учетом масштабного фактора:

$$\partial_{y_r} = \sum_i [Y_{\delta i}^* - Y_{\eta i}^* + \Delta Y_{\eta i}^*] F_i, \quad (1)$$

где g, i - индексы вида ресурса и продукции Y_{δ}^*, Y_{η}^* - ресурсоемкость операции по базовому и новому варианту на единицу объема работ (га, гол.), чел.-ч, кг, кВт-ч; F - площадь, га (поголовье животных, гол.); ΔY_{η}^* - снижение удельных затрат ресурсов в целом по технологии за счет роста урожайности (продуктивности животных), чел.-ч, кг, кВт-ч.

Уменьшение ресурсоемкости единицы продукции

$$\Delta Y_{\eta}^* = (Y_{\delta i}^* - Y_{\eta i}^*) U_i, \quad (2)$$

где Y_{δ}^*, Y_{η}^* - ресурсоемкость продукции по базовому и новому варианту, чел.-ч/ц, кг/ц, кВт-ч/ц; U_i - урожайность, ц/га (продуктивность, ц/гол.). С учетом (2) получим

$$\partial_{y_r} = \sum_i [Y_{\delta i}^* - Y_{\eta i}^* + (Y_{\delta i}^* - Y_{\eta i}^*) U_i] F_i. \quad (3)$$

Для установления зависимости влияния урожайности на ресурсоемкость продукции выполнена оптимизация машинно-тракторного парка модельных хозяйств и определены затраты производственных ресурсов для широких диапазонов изменения урожайности и продуктивности животных. Установлено, что ресурсоемкость продукции с ростом урожайности (в животноводстве - продуктивности) изменяется по гиперболической зависимости

$$Y_{\eta} = a_i + b_i / U_i, \quad (4)$$

где a_i, b_i - постоянные коэффициенты.

Численные значения коэффициентов приведены в табл.1.

Коэффициенты для определения затрат производственных ресурсов

Культуры	Диапазон изменения урожайности, ц/га (продуктивности, ц/гол.)	Значения коэффициентов							
		затраты труда		автотракторное топливо		металл		электроэнергия	
		a_1	b_1	a_1	b_1	a_1	b_1	a_1	b_1
Зерновые	25-50	0,18	4,4	2,62	74,5	0,62	17,0	1,05	2,1
Картофель	150-300	0,20	34,2	0,36	212,8	0,15	67,7	0,34	21,7
Сахарная свекла	300-500	0,09	105,4	0,60	151,4	0,11	52,7	-	-
Кормовые корнеплоды	600-900	0,06	103,1	0,33	159,5	0,07	53,4	-	-
Лен (треста)	24-40	0,09	0,6	1,63	38,9	0,52	10,8	0,001	1,0
Кукуруза на силос	300-500	0,01	14,9	0,20	193,2	0,05	52,8	-	-
Сеянные травы:									
зеленая масса	170-260	0,03	1,9	0,20	29,0	0,07	6,8	-	-
сенаж, силос	95-145	0,08	1,3	0,69	25,0	0,23	3,8	0,29	4,1
сено пресованное	50-75	0,12	2,2	0,54	25,4	0,24	7,7	-	-
Молоко	20-50	0,25	69,8	0,07	20,0	0,12	29,4	5,07	228,7
Говядина	2,0-3,5	1,02	27,0	0,79	24,4	0,68	18,4	3,49	95,2
Свинина	1,0-1,6	0,86	4,2	0,33	1,6	1,45	7,2	43,90	218,5

В качестве примера определим суммарную экономию затрат производственных ресурсов при замене машины для внесения минеральных удобрений МВУ-0,5 штанговым распределителем РШУ-12, агрегируемых с трактором МТЗ-80 при возделывании зерновых культур на площади 2700 тыс. га.

Исходные данные

	Урожайность, ц/га	Расход ресурсов		
		труд, чел.-ч/га	топливо, кг/га	металл, кг/га
МВУ-0,5	25,0	0,15	0,89	0,17
РШУ-12	27,0	0,19	1,18	0,39

Используя зависимости (3), (4) и данные табл.1, определим экономии производственных ресурсов (табл.2).

Таблица 2

Снижение затрат производственных ресурсов
с учетом объема применения РШУ-12

	Единица измерения	Экономия ресурсов		
		на операции	с учетом увеличения урожайности	всего
Труд	тыс. чел.-ч	-108	948	840
Топливо	тонн	-783	16038	15255
Металл	тонн	-594	3645	3051

Как видно из приведенных в табл.2 данных, РШУ-12 уступает МВУ-0,5 по всем показателям затрат производственных ресурсов на выполнении технологической операции. Однако, с учетом повышения урожайности (2 ц/га) за счет более равномерного внесения удобрений, применение штангового распределителя обеспечивает существенную экономию ресурсов.

Предложенный системный подход к оценке эффективности новых технических средств позволяет более объективно определять направления совершенствования системы машин, ранжировать средства механизации по важности для сельскохозяйственного производства.

**ПРОГНОЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛУГОВ
ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ШИРИНОЙ
ЗАХВАТА К ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫМ ТРАКТОРАМ МТЗ**

А.А. Лептеев, д.т.н., Н.Ф. Кулащик (БАТУ)

Важнейшими критериями эффективности проектируемых плугов и других почвообрабатывающих машин типа окучников, культиваторов, плоскорезов могут быть:

- производительность за час технологического времени, га/ч;
- погектарный расход топлива, кг/га;
- удельные совокупные энергетические затраты, МДж/га.

Оптимизация параметров и режимов работы проектируемого изде-

для по обобщенному критерию удельных совокупных энергозатрат является достаточным условием оптимальности его параметров и режимов, поэтому оптимизация по частным критериям производительности и погектарного расхода топлива является излишней. Однако, представляемые графически сечения поверхности отклика по частным критериям, являются ценным источником информации при определении пределов изменения технико-экономических показателей изделия, параметры и режимы работы которого оптимизированы по обобщенному критерию удельных совокупных энергозатрат.

Для оптимизации параметров и скоростных режимов работы создаваемых альтернативных навесных и полунавесных плугов общего назначения к энергонасыщенным тракторам МТЗ-1522 и МТЗ-1221 необходимо представить графически целевые функции, характеризующие эффективность работы плугов по частным и обобщенному критериям.

Применяя прямые методы поиска оптимума названных целевых функций с использованием программы, разработанной на Turbo Pascal с применением ее графического модуля, строятся на персональной ЭВМ для навесных и полунавесных плугов к тракторам МТЗ-1522 и МТЗ-1221 фронтальные сечения поверхностей отклика (потенциальные характеристики эффективности) при дискретных значениях глубин пахоты для предельных значений удельного сопротивления почв зоны вспашки, характеризующие эффективность создаваемых плугов к этим тракторам по частным и обобщенному критериям при работе на супесчаной и суглинистой почвах зоны в диапазоне глубин 0,18...0,26м. Расчеты проводились для вероятной длины гона 500м.

Анализ рассчитанных потенциальных характеристик эффективности по производительности полунавесного и навесного плугов к трактору МТЗ-1522 показывает, что применение 6-корпусного полунавесного плуга с изменяемой шириной захвата ($B_n=2,1...3,0$ м) позволяет за час технологического времени получить производительность 1,41...2,59га/ч соответственно при работе в диапазоне глубин пахоты 0,26...0,18м на характерных почвах вышеуказанной пахотной зоны.

В тех же условиях 5-корпусный навесной плуг ($B_n=1,75...2,5$ м) к трактору МТЗ-1522 обеспечивает производительность 1,44...2,25га/ч. Причем у полунавесного плуга в более легких почвенных условиях при вспашке на глубину 0,22...0,18м обеспечивается приращение производительности, составляющей 0,34га/ч, против навесного плуга к этому же трактору.

Из потенциальных характеристик эффективности по погектарному

расходу топлива вытекает, что 6-корпусный полунавесной и 5-корпусный навесной плуги к трактору МТЗ-1522 в указанных условиях обеспечивают соответственно расход топлива 16...8кг/га для полунавесного плуга и 15...9кг/га для навесного плуга. Причем на максимальной глубине пахоты, составляющей 0,26м тяжелых почв, у навесного плуга расход топлива на 1кг/га ниже, а на минимальной глубине пахоты 0,18м легких почв наоборот у полунавесного плуга расход топлива на 1кг/га ниже, чем у навесного плуга.

Таким образом, только по производительности на легких почвах при малых глубинах пахоты (менее 0,22м) 6-корпусный полунавесной плуг к трактору МТЗ-1522 теоретически обнаруживает некоторые преимущества, которые, на наш взгляд, будут теряться при работе на более коротких гонах пахоты (порядка менее 300м), а также из-за забивания полунавесных плугов растительными и пожнивными остатками.

Анализ потенциальных характеристик эффективности по производительности полунавесного и навесного плугов к трактору МТЗ-1221 показывает, что применение 5-корпусного полунавесного плуга ($V_n=1,75...2,5$ м) позволяет за 1 час технологического времени получить производительность 1,19...2,0га/ч соответственно при работе в диапазоне глубин 0,26...0,18м на характерных почвах, упоминаемой выше зоны. В тех же условиях 4-корпусный навесной плуг ($V_n=1,4...2,0$ м) обеспечивает производительность 1,22...1,81га/ч. Причем только в более легких почвенных условиях при вспашке на глубину 0,2...0,18м обеспечивается приращение производительности, составляющее 0,19га/ч, для полунавесного плуга против навесного плуга к тому же трактору.

Из потенциальных характеристик эффективности по гектарному расходу топлива вытекает, что 5-ти корпусный полунавесной и 4-ех корпусный навесной плуги к трактору МТЗ-1221 в указанных условиях обеспечивают соответственно расход топлива 17,7...10кг/га для полунавесного плуга и 17,0...11,1 кг/га для навесного плуга. Причем на максимальной глубине пахоты тяжелых почв у навесного плуга расход топлива на 0,7кг/га ниже, на минимальной глубине пахоты 0,18м легких почв наоборот, у полунавесного плуга расход топлива на 1,1кг/га ниже, чем у навесного плуга.

Таким образом, и для трактора МТЗ-1221 только по производительности на легких почвах при малых глубинах пахоты (менее 0,20м) 5-корпусный полунавесной плуг теоретически обнаруживает некоторое преимущество, которое, на наш взгляд, будет теряться при работе на более коротких гонах пахоты (менее 300м), а также из-за забивания пол-

навесного плуга растительными и полеглыми пожнивными остатками.

Сравнение показателей эффективности 6-корпусного полунавесного плуга, работающего с более мощным трактором МТЗ-1522, показывает, что в зависимости от почвенных условий работы он позволяет повысить производительность вспашки на 18...22% и снизить до 9...20% погектарный расход топлива, против 5-корпусного полунавесного плуга к трактору МТЗ-1221.

Сравнение показателей эффективности 5-корпусного навесного плуга, работающего с трактором МТЗ-1522, и 4-корпусного навесного к трактору МТЗ-1221 показывает, что в зависимости от почвенных условий 5-корпусный навесной плуг может обеспечить повышение производительности на 18...24% и снижение расхода топлива до 12...19%.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**Н. П. Мартынюк, проф., докт. техн. наук,
И. Г. Лакуста, проф., к.т.н. (ГАУ, Молдова)**

Применяемые в системе смазки ДВС масляные насосы шестеренчатого типа имеют в 3...5 раза большую подачу, чем требуется для смазки трущихся сопряжений.

Для исследования влияния подачи масляного насоса двигателей КаМАЗ-740 и Д-50 на температурный режим циркулирующего масла расходуем мощность на привод ведущего вала насоса, процесс аэрации и интенсивность изменения физико-химических свойств моторного масла проводились безмоторно-стендовые и моторно-стендовые испытания.

Подачу масляного насоса изменяли за счет различной длины зацепления зубьев шестерен насоса, а так же за счет использования масляного насоса с автоматическим регулированием подачи по заданному давлению масла в магистрале дизеля.

Установлено, что завышенная подача масляного насоса вызывает дополнительное окисление моторного масла, связанное с его интенсивной аэрацией и воздействием больших удельных нагрузок от зубьев шестерен насоса. Кроме того, необоснованно расходуется больше мощность двигателя на привод ведущего вала насоса, а следовательно и топливо на 10...12%.

С целью обеспечения подачи масла из поддона картера в масляную магистраль двигателя только в том количестве, которое необходимо для оптимальной смазки трущихся сопряжений разработана и изготовлена опытная партия насосов с автоматически изменяющейся подачей в процессе работы двигателя. Принцип работы насоса основан на автоматически изменяющейся длине зацепления зубьев ведущей и ведомой шестерен.

Выводы:

1. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения в системе смазки перспективных двигателей насосов с автоматически изменяющейся подачей, работающих вне зависимости от нагрузочно-скоростных режимов работы двигателя и его наработки до ремонта.

2. Установлено, что в процессе конструирования насосов с автоматически изменяющейся подачей необходимо, чтобы интервал регулирования подачи насоса находился в диапазоне частоты вращения коленчатого вала двигателя от режима холостого хода до номинального

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОЦЕНКИ ПРОХОДИМОСТИ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Н. И. Бохан, К. Т. Беляк, А. К. Беляк, А. Н. Хоронжий,
Е. Н. Бохан (БАТУ)**

Сельскохозяйственные мобильные машинно-тракторные и самоходные агрегаты работают в самых различных природно-климатических условиях, и требования, предъявляемые к ним, весьма разнообразны. Эти требования также вытекают из необычности условий функционирования системы «почво-грунт-МТА», заключающийся в том, что несущая поверхность является сложнейшей биологической средой, обладающей бесценным для человечества свойством - плодородием.

Анализ современного сельскохозяйственного производства показывает, что по мере роста механизации и интенсификации возделывания сельскохозяйственных культур возникает проблема сохранения плодородия почв, которая подвергается многократному воздействию ходовых систем с энергонасыщенных МТА, что приводит к переуплотнению и разрушению структуры почвы, ухудшению плодородия и как следствие, снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящее время научно-обосновано и экспериментально дока-

зано, что почво-грунт уплотняется движителями практически всех видов мобильной техники, а также рабочими органами отдельных сельхозмашин, что приводит к нарастающему во времени уплотнению и снижению плодородия почво-грунта, ухудшению его технологических характеристик и повышению энергозатрат по его обработке.

С целью создания высокоэффективной сельскохозяйственной и мелиоративной техники при государственных испытаниях образцы машин должны быть оценены по критерию «проходимость» с определением значения всех показателей, характеризующих это качество.

Проходимость сельскохозяйственной техники - это, прежде всего, эксплуатационное качество. Оно включает не только взаимодействие ходовых систем машин на почво-грунт и реализацию тягово-сцепных свойств, но и взаимодействие их на почво-грунт как биологическую среду, корневую и надземную часть возделываемых культур при условии сохранения плодородия грунта и максимальной урожайности. В понятие проходимости сельскохозяйственных машин при выполнении работ входит способность машинотракторных агрегатов и самоходных машин в процессе движения выполнять технологические процессы с максимальной производительностью (максимальным значением КПД движителя), обеспечивая при этом заданные режимы и качественные показатели при соответствующем сохранении плодородия почвы.

Оценочными показателями опорных, тягово-сцепных и агротехнических свойств проходимости сельскохозяйственных агрегатов в различных эксплуатационных условиях является:

h - глубина следа;

$\Delta\rho$ - прирост плотности почво-грунта;

γ_p - степень повреждения растений;

$\eta_{\text{двиг}} - \text{коэффициент полезного действия движителей;}$

f - коэффициент сопротивления качению агрегата;

ϕ_k - коэффициент использования сцепного веса агрегата;

δ - буксование движителей;

К обобщенным оценочным показателям проходимости относятся:

$\Delta\omega$ - снижение производительности МТА из-за буксования движителей и повышенных энергозатрат при образовании следов;

ΔY - снижение урожайности сельскохозяйственных культур из-за повреждения растений, уплотнения и истирания почво-грунта.

Так как часто результаты испытаний отдельных конкретных сельскохозяйственных агрегатов не доводятся до урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, то в этих случаях вместо урожайно-

сти сельскохозяйственных культур обобщёнными показателями могут быть прирост плотности почво-грунта $\Delta\rho$ и глубина следа h , непосредственно влияющих на плодородие почвы и урожайность с.х. культур.

Выбор этих показателей проходимости осуществляется из условия, что оценочные показатели должны удовлетворять следующим требованиям:

- представлять собой величину, которая является производной процесса функционирования системы и её значения просто находятся опытным путём;
- показатель должен быть информативным, т.е. наиболее полно характеризовать одно из свойств системы.

Измерения показателей опорных и агротехнических свойств проходимости МТА и самоходных машин осуществляется автономными специальными приборами и приспособлениями:

- следомером для измерения глубины и ширины следов движителей;
- прибором для определения плотности почво-грунта;
- прямоугольными рамками различных размеров для определения повреждённости растений и урожайности с. х. культур.

Определение показателей тягово-цепных свойств проходимости МТА и самоходных машин осуществляется методами и средствами измерений, применяемых при энергетической оценке этих агрегатов.

ВЕРОЯТНО-СТАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕСУРСА МАШИН

**К. Т. Беляк, А. В. Короткевич, (БелМИС)
Н. И. Бохан, И. Н. Солонко, Е. Н. Бохан (БАТУ)**

Для современных сельскохозяйственных машин различного назначения срок службы исчисляется несколькими годами, и даже десятилетиями. Поэтому невозможно провести оценку ресурса машин за короткий период, который отводится для проведения испытаний машины с использованием обычных методов исследований.

Наиболее объективной оценкой являются эксплуатационные измерения и их обобщение для машинных агрегатов.

Используя рациональное сочетание непродолжительной процедуры испытаний машины в реальных условиях эксплуатации с последующим имитационным моделированием рабочих процессов на ЭВМ можно

получить необходимый объём и качество информации.

При этом, установив зависимость параметров нагрузочного режима от некоторых конструктивных и эксплуатационных факторов, становится возможным при наличии соответствующих усталостных характеристик деталей сравнить различные варианты изделия.

На примере трансмиссии самоходного зерноуборочного комбайна «Дон-1500» показаны возможности предлагаемого способа комплексного получения информации.

Любой процесс отработки модели должен базироваться на анализе экспериментальных данных, которые определяют степень упрощения сложной системы. Дальнейший переход к моделированию рабочих процессов уже на стадии экспериментальных исследований должен включать различные приёмы обработки и интерпретации эмпирических данных, например на основании статической теории динамических систем или с привлечением вероятностных методов.

Наряду с этим для исследования динамических систем, каковыми являются агрегаты трансмиссий, используют и стохастический подход, который основан на статическом моделировании по нескольким случайным факторам.

Решения получили на ЭВМ при использовании математической модели объекта многократным прямым интегрированием системы дифференциальных уравнений, описывающих рабочие процессы в приводе. Внешние возмущения при этом задавались исходя из их экспериментально установленных вероятностных характеристик распределений.

В дальнейшем, обработав серию значений выходного (анализируемого) параметра определили параметры распределений кинематических и силовых факторов, характерных для всего срока службы изделия (или для некоторого его периода).

Применительно к прогнозированию параметров функционирования трансмиссии самоходного комбайна выделим основные особенности, которые положим в основу создания алгоритма для оценки ресурса машин.

Для детерминированных характеристик динамической системы, известных внешних нагрузок и управляющего воздействия, весь машинный агрегат описан системой четырёх дифференциальных уравнений

$$M_n = \frac{-\tau(\varphi_m) - \varphi_m + \varphi_n e(t)}{\gamma(M_n)};$$

$$\varphi_m = \frac{M_n - h \varphi_m - M_y - k_g(\varphi_m - \varphi_a)}{J_m}$$

$$M_y = \frac{\varphi_m - \varphi_a}{E_T(S)};$$

$$\varphi_a = \frac{M_y - M_c(S) / I_l(S) + k_g(\varphi_m - \varphi_a)}{J_a(S)}$$

приняты следующие обозначения:

$-\tau(\varphi_m)$ и $\gamma(M_y)$ нелинейные коэффициенты статической и динамической податливости объёмного гидропривода,

h - коэффициент активного сопротивления;

M_n - индикаторный момент на валу гидромотора;

M_y - упругий момент трансмиссии;

$J_a(S)$, $E_T(S)$, $M_c(S)$, $I_l(S)$ - соответственно приведенный момент инерции, суммарная податливость механических узлов, момент сопротивления качению ведущих колёс комбайна, передаточное отношение механических узлов трансмиссии.

Аналогично моделируются непрерывные значения массы комбайна суммарного коэффициента сопротивления качению ведущих колёс комбайна $f_k(S)$.

При этом значения максимальных динамических нагрузок ограничиваются в двух случаях:

- при превышении момента сцепления ведущих колёс с грунтом, когда расчётные значения момента превышают:

$$M_\varphi(S) = m_a^*(s) q r_k \varphi$$

где $\varphi = 0.55$ - сухой грунт, $\varphi = 0.28$ - увлажнённый грунт

$m_a^*(s)$ - сцепной вес;

- при превышении момента срабатывания предохранительного клапана гидropередачи.

Программа предусматривает наличие нескольких групп и состав-

ных частей алгоритма.

Вначале производится ввод исходных данных динамической модели и законов распределения случайных величин. Здесь же генерируются ряды чисел согласно выбранного закона распределения каждой случайной величины. Сведения об этих числах находятся в памяти машины и являются исходными данными для работы последующих частей алгоритма.

Пошаговый переход к динамическому расчету начинается с приведения случайного значения передаточного числа к его фиксированному значению. Определяются граничные условия по нагрузкам и детерминированные внешние воздействия.

После завершения интегрирования системы дифференциальных уравнений анализируется и регистрируется в памяти ЭВМ контролируемый параметр.

Алгоритм завершает работу статистической обработкой массива параметров и печатью гистограмм распределений выбранных контролируемых величин.

При исследовании трансмиссии самоходного зерноуборочного комбайна «Дон-1500» вероятностно-статистическое моделирование было проведено для достаточно представленного многообразия внешних условий и воздействий. При этом сам метод является более универсальным в сравнении с существующими известными приемами исследования машинных агрегатов. Характерно, что полученные результаты исследований удовлетворительно согласовываются с эмпирическими данными полевых опытов.

СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬХОЗМАШИНЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕЕ ДИНАМИКИ

**К. Т. Беляк, Н. И. Божан, М. П. Бирюков, О. О. Кузничик,
И. Н. Солонко, Л. Ю. Дутко (БАТУ)**

Создание инженерных методов прогнозирования и контроля, обеспечивающих требуемую надежность сельхозмашины по показателю виброактивности ее узлов на основе моделирования динамики трансмиссии машины, оценки оптимальности структуры и мест наибольшей повреждаемости в будущем является актуальной задачей сельскохозяйственного машиностроения.

Трансмиссия сельхозмашины (на примере комбайна) рассматривается как совокупность взаимосвязанных узлов и деталей в виде масс, возбуждающих спектр собственных частот колебаний и условия его взаимодействия со спектром частот вынужденных колебаний. В результате устанавливаются области их близкого взаимодействия и частотные зоны роста амплитуд колебаний с указанием источника возбуждения (узла и деталей). А затем в последующем решается и обратная задача: оценив степень и источник виброактивности деталей трансмиссии, разрабатываются меры по целенаправленному изменению их собственных частот колебаний при направленном воздействии на внутренние параметры деталей, совершенствования технологии их изготовления, изменения режима нагружения. Кинематики с последующим контролем технического состояния машины в реальных условиях работы.

Разработано программно-методическое обеспечение расчета на ПЭВМ (при моделировании динамики машины) по оценке виброактивности узлов и деталей и на основе степени оптимальности конструкции по критерию ее динамических свойств, наличия мест повышенной вибрации с опознанием и указанием деталей, ее генерирующих при работе.

Второй этап, логически завершающий первый - расчетный. Разрабатывается методология принятия решений по управлению надежностью машины, средствами оптимизации структуры и внутренних параметров деталей, их кинематики и режима нагружения, а также совершенствования их конструктивных элементов и технологического обеспечения износостойкости. На этой основе разработаны и реализованы рекомендации по снижению уровня вибрации и устранению выявленных зон повышенной виброактивности, а также методология управления уровнем вибрации для достижения требуемых эксплуатационных характеристик и функциональных параметров в реальных условиях работы. Степень виброактивности узлов машины оценивается при контроле их состояния в эксплуатации.

Последовательность реализации разрабатываемой системы включает:

- моделирование динамики машины (имея кинематическую схему ее трансмиссии и размеры основных деталей, специфику и условия нагружения и прохождения силового потока мощности по кинематической цепи) с разработкой динамической модели на основе анализа и учета особенностей взаимодействия деталей; метода выявления и оценки источника повышенной виброактивности деталей на основе анализа динамических свойств трансмиссии в целом;

- разработка методики анализа собственной и вынужденной динамики трансмиссии с опознанием деталей, возбуждающих повышенную вибрацию, и последующей оценкой выявленных частотных зон роста амплитуд колебаний, как областей интенсивной повреждаемости деталей в будущем;

- диагностическая часть системы выполняется параллельно расчетной (с подтверждением и уточнением последней) и включает разработанную методику и средства (в виде аппаратного обеспечения контроля виброактивности и износа деталей машины);

- создание на этой основе (как логическое завершение системы в будущем) метода оптимизации структуры и управление уровнем вибрации узлов и надежностью машины в целом путем направленного воздействия на упруго-инерционные параметры составляющих деталей, кинематику и режим нагружения узлов, упрочнения поверхностей контакта деталей, оценки изменения упругих свойств деталей при износе на степень нагруженности.

Эффект и практическая реализация разработанной системы обеспечивает реальное снижение затрат на преждевременные ремонты, связанные с внезапными отказами и влиянием вышедшей из строя детали на соседние. Агрегат сдается в ремонт по действительному состоянию, не доводя его до полного разрушения деталей.

Достигается существенное повышение надежности и стабильности в сохранении функциональных параметров в течение всего срока эксплуатации. Своевременное определение состояния агрегата при контроле позволяет повысить безопасность его эксплуатации.

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Г.С. Горин, д.т.н. (БАТУ)

Сельское хозяйство стран СНГ долгое время работало в условиях энергетического «комфорта» - относительно невысоких цен на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР). В настоящее время цены на ТЭР выросли до мировых. Поэтому приходится изыскивать возможные способы для сокращения расхода топлива и альтернативные источники энергии. В качестве заменителя дефицитного моторного топлива в отдельных случаях рассматривается электроэнергия.

В сельском хозяйстве стран СНГ сложилось три уклада ведения

сельского хозяйства - колхозно-совхозный, фермерский и на основе индивидуальных хозяйств.

Признано, что для поддержания сельскохозяйственного производства на основе первых двух укладов необходимы огромные капитальные вложения. Уже в последние годы СССР на приусадебных участках производилось от 40 до 60% плодоовощной продукции. Приусадебное хозяйство велось на 90 млн.га. Последние занимают примерно 2% посевных площадей, но благодаря высокому баллу плодородия земель и сохранившимся традициям населения к патриархальному ведению хозяйства, обладают огромным потенциалом. Сдерживает развитие приусадебных хозяйств отсутствие дешевой сельскохозяйственной техники. Современная

система растениеводства основана на тяге мотоблоков. Последние дороги, сложны в управлении и обслуживании и не решают задач механизации сельского быта.

Особенность предлагаемого подхода заключается в том, что энергоемкие операции - пахоту, а также продольную и поперечную распиловку бревен, измельчение кормов предлагается выполнять с помощью энергетических средств универсального назначения с запиткой от бытовой сети. Ввиду того, что допустимый отбор мощности мал (1,3...1,5 кВт), предлагается выполнять энергоемкие операции на малых скоростях с помощью редукторов, имеющих большое передаточное число, в частности, волновых.

Автор выполнил комплекс полевых исследований, в процессе которых доказана возможность пахоты со скоростью 0,4...0,6 м/с. Предложены также технические решения для подвода электроэнергии к электромотор-блоку (ЭМБ), подмотки кабеля, обеспечения безопасности оператора, достижения приемлемых поворачиваемости и курсовой устойчивости.

Для сравнения приводим экспериментальные данные по расходу топлива (кг/га) агрегатами на базе мотоблока МТЗ-05:

- пахота - 18,34
- культивация сплошная- 6,00
- боронование - 3,60
- междурядная обработка- 4,80

При этом с учетом эффективного КПД ДВС, равного 0,25, на полезную работу тратится $Q = 21,17$ кг/га. При теплотворной способности бензина $q = 10$ ккал/кг и механическом эквиваленте тепловой энергии

($\mathcal{E}=4,18$ кДж/кг) определим работу, выполняемую ДВС при почвообработке одного га.

$$A=21,17 \times 10 \times 4,18=8,85 \times 10 \text{ кДж.}$$

Эту же работу можно выполнить с помощью электрической энергии. Приняв КПД электропривода $\eta=0,8$, расход электроэнергии на почвообработку одного га составит $W=307$ кВт· час.

С учетом стоимости электроэнергии для бытовых потребителей ($C=300\text{--}400$ руб./100 кВт· час на 1.1.1.1997г.) цена последней при работе ЭМБ составит

$$\mathcal{C}=W \times C=92\text{--}138 \text{ тыс. руб.}$$

С учетом рыночной стоимости бензина $C=7500$ руб./л цена его при работе мотоблока будет составлять 847 тыс. руб.

В перерасчете на годовую загрузку ЭМБ 120 час. при выполнении почвообработки 0,75 га:

- экономится 63,51 кг моторного топлива;
- затрачивается 230 кВт· час электроэнергии;
- затраты на энергию снижаются на 14,4...15,3 долларов (в пересчете).

ПРИМЕНЕНИЕ ЧУГУННОЙ СТРУЖКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ

В. М. Константинов, А. Л. Лисовский, О. П. Штемпель
(Полоцк)

Применение плужных лемехов из углеродистых сталей требует частой, зачастую ежедневной, заточки лезвий. В течение сезона необходимо полностью заменять комплект лемехов. Эффективным способом повышения долговечности лемехов является наплавка режущей части износостойкими сплавами. Лемех в этом случае является самозатачивающимся. Однако широкому распространению таких лемехов препятствует высокая стоимость наплавочных износостойких сплавов. Поэтому проблема снижения стоимости упрочненных самозатачивающихся почвообрабатывающих инструментов, безусловно, актуальна. Очевидно, что радикального снижения стоимости можно добиться, используя металлоотходы. Наиболее подходящей для указанных целей является чугунная стружка. В работе изучено влияние флюсующе-упрочняющих элементов на технологи

ческие и эксплуатационные свойства полученного наплавочного самофлюсующего порошка. Оптимизирован химический состав и режимы химико-термической обработки порошка. В результате выполненного комплекса работ разработана технология упрочнения плужных лемехов методом наплавки износостойкого слоя из самофлюсующего порошка на основе чугуновой стружки. Результаты экспериментов свидетельствуют о 2-х кратном увеличении износостойкости. Разработано высокоэффективное оборудование для переработки чугуновой стружки в наплавочный порошок и приспособления для наплавки. Разработанная технология проста и не требует крупных капиталовложений. Подготовлена партия упрочненных лемехов для производственных испытаний.

УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО МИНДАЛЯ И АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАШИНЫ ДЛЯ ЕГО УБОРКИ

Л.А. Вергейчик, д.т.н., проф., В. Танась, к.т.н.,
Р. Йахайя, В.А. Лазюк (БАТУ)

Чуфа, земляной миндаль, състь съедобная (*cyperus esculenta*) многолетнее (в культуре однолетнее) травянистое растение рода състь. Клубнеплод; клубни длиной до 1 см, содержит жирное масло (до 25%), белки сахара. На одном растении от 300 до 1000 клубней.

Клубни чуфы покрыты кожицей шоколадно-коричневого цвета, а сердцевина представляет собой белое ядро. Они очень приятны на вкус, весьма питательны в сыром виде. Их используют в печениях вместо орехов. Подсушенные или обжаренные клубеньки размалывают, после чего посыпают пироги, торты или добавляют в тесто. Из чуфы можно готовить напиток наподобие кофе.

Высаживают чуфу прямо в грунт, но лучше применять рассадный способ, особенно если недостаточно семян. В этом случае высаживают клубеньки по 2...3 штуки в бумажные или полиэтиленовые стаканчики. Перед посадкой клубеньки замачивают на 2...3 дня при комнатной температуре. Глубина заделки клубеньков в почву должна быть 5...7 см. Чуфа любит солнце, плодородную землю и обильный полив. В качестве удобрений наиболее благоприятны перегной и зола. Рыхлаить междурядья следует осторожно, чтобы не повредить неглубоко залегающие корни. Через месяц, полтора кусты земляного миндаля пышно разрастаются, образуя сплошной земляной ковер.

Эта особенность позволяет использовать растение и как декоративную культуру для газонов, лужаек.

Куст чуфы состоит из многочисленных побегов, на концах которых завязываются клубни. На подземных побегах их может быть, как уже указывалось, до 1000 штук, правда, не все крупные, много мелких, которые и следует использовать для размножения.

К уборке урожая приступают после пожелтения и подсыхания зеленой массы. Убирают клубни в сухую погоду. Осторожно подкопанные кустики встряхивают и клубни осыпаются. Их надо просушить, после чего их закладывают на хранение в прохладное сухое место. Впрочем, и в комнатных условиях они сохраняются неплохо.

С целью изучения проведены исследования аэродинамических свойств чуфы на парусном классификаторе по методике кафедры "Сельскохозяйственные машины" БАТУ.

Известно что показателями, характеризующими поведение частиц в воздушном потоке, являются: критическая скорость (скорость витания) - $V_{кр}$, коэффициент сопротивления воздуха - K коэффициент парусности $K_{п}$. На частицу, находящуюся в вертикальном воздушном потоке, действуют сила тяжести P и сила сопротивления воздушного потока R . По формуле Ньютона определяется сила R

$$R = K \cdot \gamma_B \cdot S (V_B - U)^2 \quad (1)$$

где γ_B - плотность воздуха, $кг/м^3$; S - площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную направлению воздушного потока (миделево сечение), $м^2$; V_B - скорость воздушного потока, $м/с$; U - скорость движения тела, $м/с$.

В вертикальном воздушном потоке силы P и R направлены в противоположные стороны. В зависимости от соотношения этих сил, миндаль будет двигаться вниз, если $P > R$, вверх, если $P < R$ находится во взвешенном состоянии, если $P = R$ при $U = 0$, откуда

$$V_{кр} = (P/K \cdot \gamma_B S)^{1/2} \quad (2)$$

Критическая скорость тела несферической формы непостоянна из-за вращения его в воздушном потоке. Миндаль будет витать в каких-то пределах. Величины коэффициентов $K_{п}$ и K находятся в сложной зависимости от размеров миндаля, состояния его поверхности, скорости относительно воздушного потока. Поэтому критические скорости находим экспериментально, а коэффициенты K и $K_{п}$ определяем по формулам (3) и (4):

$$K_{п} = q/V_{кр}^2 \quad (3)$$

$$K = K_{п} m / \gamma_B S \quad (4)$$

где q - ускорение силы тяжести, м/с^2 ;

m - масса частицы, кг.

Регулируемое динамическое давление воздушного потока вычисляется по формуле (4):

$$h_d = (h - h_0) \gamma_{\text{сп}} \sin \alpha \quad (5)$$

где h_d - динамическое давление, кПа; h - показание шкалы при измерении полного давления, мм; h_0 - показание шкалы при измерении статического давления, мм; α - угол наклона трубки к горизонту, град; $\gamma_{\text{сп}}$ - плотность спирта, г/см^3 .

Принимая, что $V_{\text{кр}} = V_B = (2h_d/\gamma_B)^{1/2}$, где h_d - динамический напор, Па, получим, что $V_{\text{крmin}} = 8,4 \text{ м/с}$, а $V_{\text{крmax}} = 16,1 \text{ м/с}$ (критическая скорость, например, гороха составляет 7,0...16 м/с).

Коэффициент парусности и сопротивления определяем по формулам (3) и (4) и подставив в них соответствующие значения, получим: $K_{\text{min}} = 0,139 \text{ м}^{-1}$ и $K_{\text{max}} = 0,038 \text{ м}^{-1}$ (коэффициент парусности семян кукурузы составляет 0,05...0,06 м^{-1}).

Принимая $S = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ определяем коэффициент сопротивления воздуха. $K = 0,07 \approx 0,1$.

Таким образом, систематизируя исходные данные и данные, полученные в результате проведенных исследований, получаем следующие характеристики для чужбы:

1. Глубина залегания клубеньков, см,	
минимальная	3...5
максимальная	до 12
2. Размеры клубеньков, мм	
длина	5...17
ширина	3,5...14
толщина	3,8...11,5
3. Вес:	
абсолютный 1000 шт, г	500
объемный, кг/м^3	525
4. Углы трения движения, град.	
по дереву	32
по металлу	30
по полотну	35
5. Критическая скорость, м/с	8,4...16,1
6. Коэффициент парусности, м^{-1}	0,04...0,14
7. Коэффициент сопротивления	0,1
8. Усилие на извлечение клубеньков из почвы, Н	до 350
9. Усилие на разрыв куста, Н	400...550

Анализируя условия произрастания и характеристики свойств чумы можно сделать определенные выводы по обоснованию принципиальной схемы машины для ее уборки. Так как к моменту уборки урожая кусты желтеют и высыхают, что отрицательно может отразиться на процесс сепарации клубеньков чумы от почвы, то прежде всего следует решить вопрос удаления растительной массы. Для этого наиболее подходит почвенная фреза ФНМ-1 для работы с трактором Т-30А. Почвенная фреза ФНМ-1 предназначена для крошения почвы с одновременным уничтожением сорной растительности. Ширина захвата фрезы- 60 см, глубина обработки до 15 см, рабочая скорость- до 3 км/ч.

С целью повышения эффективности сепарации технологической массы, измельченную фрезой растительность вместе с измельченным слоем почвы следует удалить перед подкапывающими рабочими органами. Для этой цели лучше всего подходит однозаходный шнек со сплошными витками. Учитывая то, что глубина подкапывания слоя почвы с клубеньками чумы не превышает 12... 15 см, то в качестве подкапывающего рабочего органа наиболее целесообразно применить пассивный плоский лемех со скошенными режущими кромками.

Так как, нижний слой почвы, подкапываемый лемехом, имеет большую твердость и плотность, то в процессе подкапывания могут образовываться почвенные комки, внутри которых могут находиться клубеньки чумы. Чтобы выделить их из почвенных комков, требуется их разрушить. Для этого можно использовать кулачковые встряхиватели.

Для отделения клубеньков чумы от почвы и примесей и передачи оставшейся технологической массы на последующие рабочие органы машины в качестве сепарирующих рабочих органов наиболее приемлемыми являются прутковые элеваторы. Причем, должны быть два элеватора верхний, с шагом прутков $t_n = 41,3$ мм для сепарации крупных примесей и нижний, с шагом прутков $t_n = 21$ мм для сепарации мелких примесей.

В конце технологического процесса машины, для отделения клубеньков чумы от мелких примесей, следует применить центробежный вентилятор. В качестве вспомогательных рабочих органов следует использовать копирующие и ходовые колеса с механизмом регулирования глубины подкапывания, раму с прицепным устройством и приводом. Для затаривания клубеньков чумы следует предусмотреть площадку комбайнера с приспособлением для удерживания мешков.

Технологическая схема машины для уборки чумы приведена на (рис. 1).

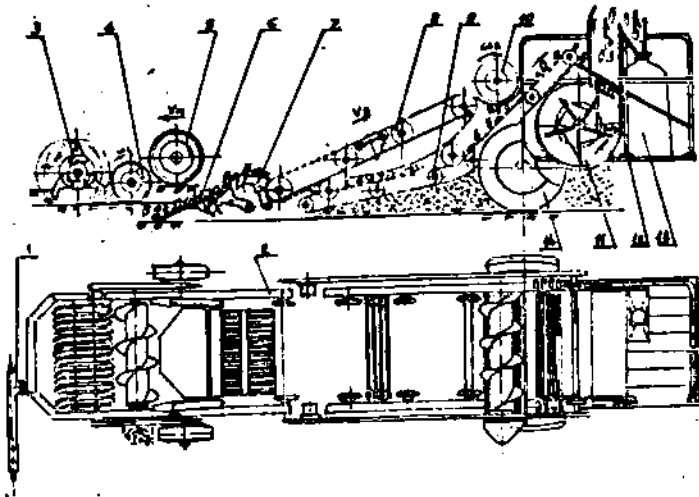


Рис. 1. Схема машины: 1- прицепное устройство; 2- рама; 3- почвенная фреза; 4- шнек передний; 5- катки; 6- лемех; 7- стряхиватель кулачковый; 8- элеватор верхний; 9- элеватор нижний; 10- шнек задний; 11- решетка; 12- вентилятор; 13- площадка комбайнера; 14- колеса ходовые.

Машина для уборки чуфы полунавесная на пропашной трактор тягового класса 0,6. Она предназначена для уборки чуфы, посаженной на ровной поверхности. Может быть также использована, при небольшой переналадке, для уборки луковиц цветов (тюльпанов, нарцисс, лилий и др.), а также корней валерианы лекарственной и лука-севка.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ НАРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

В. И. Коробко, В. И. Семёнов, В. П. Иванов (АРЗ, Полоцк)

Только половина отремонтированных двигателей легковых автомобилей достигают нормативной наработки и почти все отремонтированные двигатели грузовых автомобилей снимаются с эксплуатации, не дос-

тигнув этого параметра.

Предельное состояние двигателей в наибольшей степени определяется износами цилиндро-поршневой группы, подшипников и шеек коленчатого вала и в меньшей степени - изломами деталей (блоков цилиндров, коленчатых валов, клапанов и их седел).

Причины повреждений - это усталостные износы деталей, воспринимающих знакопеременные нагрузки, деформации элементов деталей от длительных статических или низкочастотных нагрузок, применение новых деталей с размерами, выходящими за пределы полей допусков, значительные отклонения значений свойств поверхностных слоёв трущихся деталей от нормативных, недопустимая разница фактических и нормативных значений замыкающих значений размеров при сборке, как линейных, так и угловых, недостаточное внимание к испытательным операциям.

Приняты следующие меры, направленные на повышение наработки отремонтированных двигателей : внедрение процессов восстановления деталей, обеспечивающих механическую и усталостную прочность; входной контроль запасных частей и полуфабрикатов; обеспечение качества сборки; повышение требовательности к контрольному аппарату, ответственному за приёмку отремонтированных объектов.

Объективная оценка остаточного ресурса деталей, испытывающих знакопеременные нагрузки, является не до конца изученной проблемой ремонта. Это требует исследований в деле создания средств для интегрального определения остаточной долговечности детали или нахождения опасных трещин в её объёме. Отсутствие достоверных данных о состоянии деталей требует их замены на новые, что неэффективно.

Износостойкость элементов восстанавливают термической обработкой трущихся поверхностей, закреплением закалённых дополнительных ремонтных деталей, нанесением износостойких наплавочных, газотермических и гальванических покрытий.

Внедрена сварка трещин любого характера на корпусных деталях из различных материалов (стальных, чугунных и из алюминиевого сплава). Из-за трудностей приобретения присадочной проволоки для аргонодуговой сварки алюминия налажено производство собственными силами присадочных прутков.

Требования к параметрам расположения обработанных поверхностей предполагает непрерывный контроль оборудования на технологическую точность. Это относится, в основном, к расточному и шлифовальному оборудованию.

Проходят входной контроль вкладки коленчатого вала, поршни и поршневые кольца по геометрическим параметрам, отливки гильз цилиндров по твердости и сплошности металла и материал дополнительных ремонтных деталей по химическому составу.

Точность замыкающих линейных размеров при сборке обеспечивается групповым подбором точных деталей друг к другу (поршневой палец и верхняя головка шатуна, поршень и гильза цилиндра), опилливанием стыков поршневого кольца, подбором деталей-компенсаторов (при установке осевого люфта коленчатого вала и величины выступления гильзы цилиндра над плоскостью блока цилиндра).

Точность замыкающих угловых размеров, которые определяют относительные перекосы осей деталей, обеспечиваются применением контрольных индикаторных приспособлений при измерении деталей, участвующих в размерных цепях, с последующим отбором или правкой деталей.

Вспомогательные агрегаты (масляный насос, центробежный фильтр масла, карбюратор, бензиновый насос, центробежный датчик, фильтр тонкой очистки топлива, водяной насос и термостат) проходят испытания на предмет определения значений рабочих параметрами служат давление (и) или расход сред, частота вращения, температура.

Внедрена карта сборки агрегата, в которой указаны фамилии сборщиков и контролеров, ответственных за узловую сборку и установку сборочной единицы на агрегат.

Приработка двигателя сопровождается трехкратной очисткой масла: отстаиванием, центрифугированием, фильтрованием. Ведется контроль чистоты масла.

Испытания отремонтированных двигателей преследует цели измерения развиваемой мощности, шумовой диагностики и удостовериться в отсутствии течей газов, воды и масла.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

А. В. Клочков, д.т.н., проф. (БСХА)

Важность показателя металлоемкости определяется растущим дефицитом всех видов ресурсов, его значительным влиянием на стоимость машин и их эксплуатационные возможности. При этом, наряду со стремлением уменьшить массу, не должны быть упущены вопросы прочности

конструкции, устойчивости рабочего хода, долговечности. В этом плане заслуживает внимания методический подход к анализу металлоемкости с использованием ряда аналитических оценок.

Значительное количество типов и моделей сельскохозяйственных машин, выпускаемых различными фирмами, дает достаточный статистический материал для определения складывающихся закономерностей. При анализе 710 моделей различных сельскохозяйственных машин учитывались ширина захвата B (число корпусов плуга n , число обрабатываемых рядков K), требуемая для агрегатирования мощность трактора N и фактор F фирмы-производителя. При этом фактор фирмы-производителя отражает особенности применяемых материалов и технологию изготовления. Проведен расчет металлоемкости отдельных типов машин во взаимосвязи с определяющими ее показателями. Указаны средние значения ширины захвата B (или n , K), потребной мощности N , массы машин M и ее изменчивости V , а также коэффициенты корреляции массы с шириной захвата (K_1) и потребной мощностью (K_2). Расчеты пошаговой множественной регрессии подтверждают, что наибольшее влияние на металлоемкость проанализированных групп машин со средними значениями коэффициента корреляции $K_1 = 0,827$ и $K_2 = 0,819$ оказывают потребная мощность N и ширина захвата B . Осредненное значение влияния фирмы-производителя составляет только 0,383, а величина коэффициента вариации массы находится в пределах 18,2 - 94,5% при среднем значении 58%. Следовательно, независимо от места и условий производства, металлоемкость рассмотренных групп сельскохозяйственных машин в основном определяется их шириной захвата и мощностью агрегируемого трактора. Наиболее четко проявляется влияние на металлоемкость ширины захвата для пружинных борон, катков, плугов общего назначения.

Выявленный характер действия анализируемых факторов на массу сельскохозяйственных машин позволил предположить достаточно высокую степень адекватности описания исследуемых взаимосвязей линейными моделями. Только в некоторых случаях более высокая точность получена с использованием уравнений второй степени.

Расчеты уравнений регрессии с учетом показателей B и N позволили получить модели с множественным коэффициентом корреляции R в пределах от 0,81 до 0,98. Поэтому в большинстве случаев с достаточной и известной степенью точности полученные уравнения пригодны для прогнозирования показателей металлоемкости различных сельскохозяйственных машин.

Определенные выводы позволяют сделать и проведенный анализ средних значений анализируемых показателей коэффициентов их вариации. Так, основным типом плугов общего назначения являются пятикорпусные с удельной металлоемкостью 263 кг на корпус. Обратные плуги, как правило, имеют 4 корпуса и массу 306 кг в расчете на корпус. Основные почвообрабатывающие машины (кроме пружинных борон) имеют среднюю ширину захвата в пределах 3,0-5,1 (среднее 3,9м) при потребляемой в среднем мощности 76 кВт. В расчете на метр ширины захвата удельная масса почвообрабатывающих машин составляет от 705 кг/м для дисковых борон до 163 кг/м для культиваторов. Машины для возделывания пропашных культур, как правило, рассчитаны на 6-8 рядков. Средняя ширина захвата косилок составляет 2,5м, а роторных граблей - около 5м.

Таким образом, масса основных типов сельскохозяйственных машин в решающей степени определяется шириной захвата и мощностью агрегируемого трактора. Значительно меньшее влияние оказывают особенности конструкции и технологии изготовления. Полученные уравнения регрессии пригодны для прогнозирования массы разрабатываемых машин или анализа существующих конструкций с учетом достигнутого мирового уровня.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

В.А. Дидур, д.т.н., А.Н. Калугин (ТГАТА, Украина)

Ресурсосберегающие технологии в растениеводстве могут относиться как непосредственно к сохранению земельных ресурсов, сельскохозяйственной продукции, так и к применяемым в процессе производства техническим средствам (машинно-тракторному парку) и в том числе к области более эффективного использования горюче-смазочных материалов. Экономное использование топлива и масел важно по нескольким причинам: во-первых стоимость использованных ГСМ в современном сельскохозяйственном производстве превышает 50% от себестоимости окончательной продукции, во-вторых требуют решения экологические проблемы, возникающие при утилизации отработанных масел (ОМ).

Экономия смазочных материалов достигается их вторичной переработкой, получающей все более широкое распространение, так в европей-

ских странах (в Германии) регенерации подвергается около 90% от всего объема используемых масел. Большие масштабы переработки и жесткие стандарты к качеству очистки требуют совершенствования существующих методов восстановления свойств ОМ. Среди применяемых в настоящее время физических методов (теплофизический, фильтрация, в силовом поле) особый интерес представляет очистка в силовых полях. При этом наблюдается определенная эволюция этих методов по таким параметрам:

- 1) напряженность силового поля,
- 2) частота изменения полярности силовых линий поля на единицу длины (в дальнейшем параметр α).

Очевидно, что с увеличением значений этих параметров повышается и эффективность соответствующего метода. Простейшим из них является очистка в гравитационном поле.

Она характеризуется низкой напряженностью поля, соответствующей ускорению свободного падения g , и неизменным показателем $\alpha=0$. Долгое время дальнейшее улучшение качества очистки достигалось только за счет увеличения напряженности поля (центробежный, магнитный, электрический методы) и лишь в методе ультразвуковой фильтрации, или как его еще называют в работах - методе ультразвукового фракционирования [3], достигнуто сочетание и высокой напряженности поля и свободно изменяемого параметра α (соответствует чередованию узлов и пучностей давления в стоячей звуковой волне), что делает его наиболее перспективным и совершенным с этих позиций.

Наиболее заметные результаты в области исследования ультразвуковой фильтрации получены такими учеными как: Feke D.L., Tolt T.L., Hutchinson J.M., а также специалистами Hitachi Ltd. Тем не менее до сих пор не найдена количественная модель, которая бы достаточно объективно характеризовала данный процесс, и это препятствует практическому внедрению метода.

В проведенном нами физическом анализе распределения частиц примесей в среде при озвучивании было принято допущение, используемое в коллоидной химии, что положения молекулярно-кинетической теории газов справедливы и для коллоидных систем, считалось также, что частицы имеют одинаковый размер, характеризуемый эквивалентным радиусом R . В результате было получено уравнение "идеального" распределения частиц, при $t \rightarrow \infty$:

$$C = C_0 e^{K[\cos(2k_{\alpha}x) - 1]}, \quad (1)$$

где C, C_y - соответственно концентрация частиц в заданной и узловой точках, шт/м³; k_{ac} - волновое число, м⁻¹; x - координата от узла давления принятого за точку отсчета, м; K - коэффициент зависящий от параметров озвучивания:

$$K = \frac{3\pi R \cdot E_{ac} \cdot A}{8k_B T}, \quad (2)$$

где R - эквивалентный радиус частицы, м; E_{ac} - плотность акустической энергии, Дж/м³; k_B - постоянная Больцмана, Дж/К; T - абсолютная температура, К; A - коэффициент, учитывающий свойства частиц и среды.

$$A = \frac{5\rho - 2\rho'}{2\rho + \rho'} - \frac{\gamma}{\gamma'}, \quad (3)$$

где ρ, ρ' - соответственно плотность среды и частиц; γ, γ' - соответственно сжимаемость среды и вещества частиц.

Экспериментальная проверка уравнения (1) требует сложного и дорогостоящего оборудования, поэтому проверка его объективности производилась сравнением с экспериментальными данными и диффузионной моделью опубликованными в литературе.

Расхождение с экспериментальными данными остается значительным, причем с увеличением размеров частиц ошибка возрастает, что связано с ограниченной применимостью молекулярно-кинетической теории к микродисперсным системам. При малых размерах частиц, расхождение не столь велико, поэтому лишь постановкой более точного эксперимента можно доказать справедливость той или иной модели. Главным недостатком (1) является то, что распределение концентрации частиц не характеризуется по времени. Тем не менее (1) позволяет количественно оценить степень воздействия разных параметров озвучивания, а использование принятой нами модели дает основание предположить, что распределение для смеси частиц разных размеров будет представлять собой суперпозицию распределений для каждой фракции частиц (по аналогии с суммой парциальных давлений для смеси газов).

Предварительные эксперименты, проведенные в нашей лаборатории, показали возможность фракционирования в стоячей звуковой волне механических примесей, как в дизельном топливе, так и в моторном масле, что дает основание полагать о практической ценности этого метода.

ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО И ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

И.А. Иванов (БАТУ)

Одной из первых и наиболее известных областей применения вакуумно-плазменных способов является упрочнение режущего и штампового инструмента. Цель работы - обзор известных технологических методов упрочнения металлорежущего инструмента и используемых при этом составов покрытий. Практика показывает, что среди известных вакуумно-плазменных способов нанесения упрочняющих покрытий наибольшее распространение получили способы магнетронного осаждения и электродугового испарения в вакууме. Суть этих методов состоит в последовательном распылении или испарении материала мишени, содержащей основные компоненты покрытия, перевод паров в ионизированное состояние и последующее осаждение ионно-плазменных потоков на упрочняемую поверхность.

Для этой цели еще в 70-х годах были созданы установки типа «Булат», УРМ, «ПУСК», ННВ, в которых реализуется процесс осаждения нитридов тугоплавких металлов (преимущественно титана) за счет электродугового испарения или катодного распыления соответствующего металла в среде азота при давлении $1...1,2 \times 10^{-3}$ тор. Перед нанесением упрочняющего покрытия осуществляется ионная очистка изделия (на подложку подается отрицательный ускоряющий потенциал порядка $1...1,5$ кВ). Затем наносится покрытие при потенциале подложки 100...150 В. Толщина покрытия из TiN на режущем инструменте составляет 4...6 мкм. Производительность таких установок достаточно высокая. Так, установки вакуумного осаждения покрытий способом магнетронного распыления непрерывного действия позволяют за смену упрочнять до 8000 шт. сверл диаметром 6 мм.

В 1979 г. фирма «Multi-Arc Ltd» приобрела лицензию на установку «Булат». На основе этой установки было создано оборудование, способное наносить покрытия из TiN толщиной 1...6 мкм на детали длиной до 1 м, диаметром до 900 мм и массой до 250 кг. Анализ результатов исследований износостойкости сталей X12M и P6M5, выполненных в разное время, показывает, что покрытие TiN увеличивает их стойкость в 3 раза. В настоящий момент уже разработаны многослойные покрытия TiN/TiC и многокомпонентные покрытия $Ti_{0,5}Al_{0,5}N$, Al-Si-N, а также технологические процессы вакуумно-плазменного их нанесения значительно улуч-

шающие эксплуатационные свойства металлорежущего инструмента в сравнении с покрытиями TiN или ZrN. Существующие технологические процессы позволяют наносить износостойкие покрытия на твердосплавные режущие пластины групп ТК и ВК, а также на металлорежущий инструмент из быстрорежущих и легированных сталей с низкой температурой отпуска ($250\text{--}270^{\circ}\text{C}$). Толщина покрытий $4\text{--}6$ мкм, что не влияет на геометрию и размер режущего инструмента. Нанесение данных покрытий на инструмент из быстрорежущих сталей позволяет поднять его стойкость от 20% до 2...3 раз, твердосплавных пластин до 6...8 раз, в зависимости от вида инструмента, обрабатываемого материала и режимов резания. При применении упрочненного инструмента режимы резания могут быть увеличены на 15...20%.

Одним из перспективных путей развития данных технологических способов является получение многокомпонентных и композиционных покрытий. Примером могут служить силановые покрытия, используемые для упрочнения режущего инструмента при обработке сталей на никелевой и кобальтовой основе, а также покрытия на основе нитридов переходных металлов образующих твердые растворы. В последнее время начал развиваться комплексный подход к проблеме увеличения стойкости режущего и штампового инструмента, который при выборе материала покрытий требует одновременного учета условий его износа и окисления под действием высоких температур, развивающихся в зоне резания. Например, двухслойное жаро-, износостойкое покрытие TiN/Al-Si-O-N, полученное способом электродугового испарения в вакууме, позволяет, по сравнению с однослойными покрытиями, увеличить износостойкость твердосплавного инструмента в 1,5 раза. В исследовательской лаборатории Hauzer Techno Coating Europe разработано однослойное жаро-износостойкое покрытие, позволяющее проводить обработку материалов при температуре в зоне резания до 800°C . Таким образом, проведенный обзор позволяет сделать следующие выводы:

1. Среди известных вакуумно-плазменных способов нанесения упрочняющих инструментальных покрытий наибольшее распространение получили способы магнетронного осаждения и электродугового испарения в вакууме.
2. В настоящее время разработан широкий спектр новых инструментальных покрытий, обладающих более высокими рабочими параметрами чем покрытия TiN и сочетающими в себе высокие как износ- так и жаростойкость.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ КОНДЕНСАТОВ ТИТАН-КРЕМНИЙ

Ж.А. Мрочек (БГПА), И.А. Иванов (БАТУ)

Вакуумно-плазменные технологии находят все более широкое применение в машиностроении для повышения эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин. Связано это как с высокими технологическими возможностями методов так и с их экологической чистотой и простотой оборудования. Однако, практическое использование этих технологий значительно опережает теоретические исследования механизмов формирования вакуумных покрытий в условиях ионной бомбардировки. Цель работы - представить результаты экспериментальных исследований закономерностей формирования микрогеометрии поверхности и структуры вакуумных электродуговых покрытий титан-кремний и дать им теоретические объяснения.

Исследовались основные закономерности формирования покрытий осаждением плазменных потоков, генерируемых при испарении в вакуумной дуге сплавов титан - кремний с содержанием кремния 70 вес % и более. Процесс получения вакуумно - плазменных конденсатов титан-кремний реализован на установке вакуумного осаждения покрытий типа ЮНИОН Рентгенофазовый анализ формируемых покрытий проводился на ДРОН - 3.0 при излучении $\text{CuK}\alpha$ с графитовым монохроматором и последующей расшифровкой рентгенограм на ЭВМ. Микрогеометрия поверхности и структура конденсатов исследовалась с помощью оптического и растрового микроскопов.

Наличие в плазменном потоке капель в значительной степени определяет морфологию поверхности формируемых вакуумных электродуговых конденсатов титан - кремний, что видно на фотографиях их поверхностей. Увеличение количества капельной фазы в потоке, определяемое током дугового разряда, ведет к росту шероховатости поверхности осаждаемых покрытий. При этом наиболее сильно эта зависимость проявляется при токах дугового разряда выше 80 А. Показано, что при шероховатости поверхности конденсации менее 0.3 мкм микрогеометрия поверхности покрытий титан - кремний будет определяться режимом взаимодействия плазменного потока с поверхностью твердого тела. Так, увеличение энергии конденсирующихся ионов ведет к уменьшению шероховатости поверхности формируемых покрытий. При этом форма микронеровностей профиля не меняется. Наличие легирующего газа в рабочем

объеме вакуумной камеры несколько сглаживает эту зависимость. В этом случае, уменьшение шероховатости поверхности покрытий с ростом энергии конденсирующихся частиц потока происходит более плавно. Проведенный рентгенофазовый анализ состава конденсатов титан - кремний показывает, что покрытия формируются многофазными. В составе покрытий обнаружены как низшие так и высшие силициды титана. При этом, с ростом энергии конденсирующихся ионов в фазовом составе покрытий наблюдается сдвиг в сторону образования низших силицидов. Получено, что при низких значениях энергии ионов конденсирующегося плазменного потока и низком давлении легирующего газа покрытия не имеют каких - либо особенностей строения. С увеличением давления азота до 10^{-2} Па и при энергиях ионов до 100...150 эВ получена конусообразная структура конденсата. Температура подложки для данных условий конденсации не превышает 500°C и попадает в температурный интервал, в котором наблюдается формирование таких структур. Вертикальные границы кристаллов видны на изломах этих покрытий. Увеличение энергии конденсации ионов приводит к формированию полосчатой структуры. Ширина полос «темная + белая» меняется от 0.5 до 1 мкм и зависит от энергии конденсирующихся ионов. Дальнейший рост энергии ионов потока приводит к формированию покрытий с равноосной структурой. При этом температура поверхности конденсации во всех рассмотренных случаях ниже $0.3 \times T_{\text{пл}}$ силицидов титана. Это позволяет сделать предположение о независимости механизмов структурообразования от температуры поверхности конденсации. Наблюдаемая полосчатая структура покрытий объясняется слабым участием азота в процессах фазообразования при низких энергиях ионов осаждаемого потока и вытеснением его, как примеси, на границу фронта кристаллизации.

Результаты исследований процессов структурообразования конденсатов титан-кремний позволяют сделать следующие выводы:

1. Технологический процесс вакуумного электродугового нанесения покрытий типа титан-кремний относится к методам финишной обработки. Оптимальным для нанесения таких покрытий является 9 класс шероховатости исходной поверхности детали.

2. Исследованные покрытия формируются многофазными. С ростом энергии конденсирующихся ионов в составе покрытия происходит сдвиг в сторону образования низших силицидов

3. Определяющее влияние на формирование структуры вакуумных электродуговых покрытий титан-кремний оказывает величина потенциала смещения подаваемого на подложку.

Секция 3. Моделирование агроэкологических процессов и современное развитие агробизнеса

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ И ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО АГРОБИЗНЕСА

А. Н. Каргашевич, С. А. Носкова (БСХА)

Приоритетными направлениями развития Республики Беларусь являются аграрно-промышленный комплекс и экспорт продукции, в том числе сельскохозяйственной. Для осуществления этих важных задач в условиях реформирования аграрно-экономического образования важное значение приобретает учет фактора конкурентоспособности отечественных специалистов на международном рынке труда. Здесь особая роль отводится международному сотрудничеству с западными вузами с уже сложившимися системами подготовки специалистов.

Белорусская сельскохозяйственная академия начала подготовку специалистов с высшим образованием по следующим направлениям: мировая экономика и международные экономические отношения, коммерческая деятельность на рынке товаров и услуг, правовое обеспечение агробизнеса, маркетинг. Введение новых специальностей означает не только разработку новых учебных курсов и исключение тех, которые утратили актуальность, но и изменение структуры учебных планов в пользу современных курсов. В частности, усиливается значимость дисциплин, связанных с изучением, анализом и управлением рынками.

Совершенствование учебного процесса осуществляется во многом благодаря сотрудничеству академии с ведущими университетами Германии, Франции, Великобритании, Голландии, США и участию в Европейских программах "TEMPUS", "TACIS", "INTAS". На базе зарубежных университетов ведется подготовка и переподготовка профессорско-преподавательского состава академии в форме кратко- и долгосрочных стажировок. Переподготовка преподавателей английского и немецкого языков осуществляется в летних школах, проводимых Британским советом, посольством США и институтом имени Гете на базе академии. Современной иностранной литературой обеспечиваются не только специальные кафедры экономического профиля, но и созданные методические кабинеты английского, французского и немецкого языков. В рамках договоров о сотрудничестве с зарубежными университетами и международных

программ предусмотрена поставка в академию современной вычислительной техники.

Студенты, владеющие на достаточно высоком уровне иностранными языками, пользуются преимуществами при направлении на зарубежные культурно-ознакомительные и производственные практики, что является существенной мотивацией для углубленного и целенаправленного изучения.

Это дает основание полагать, что в ближайшем будущем будут подготовлены специалисты, способные обеспечить выполнение задач в области международного агробизнеса.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМЫХ ТРИТИКАЛЕ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ

В. П. Круглень (БСХА)

За последние годы существенно расширилась география научного сотрудничества Белорусской сельскохозяйственной академии с рядом стран дальнего зарубежья. Такая связь осуществляется на основе личных контактов между учеными академии и зарубежных вузов.

В 1996 году между учеными кафедры генетики и ботаники БСХА и учеными испытательной станции по селекции растений университета Хохенхайм Германии произведен обмен посевным материалом и намечена программа научного сотрудничества в области селекции озимых тритикале.

Коллекция озимых тритикале имеет практическую значимость в том плане, что она может быть использована в селекционно-генетических исследованиях зерновых культур в республике Беларусь.

Из научной литературы известно, что условия произрастания растений в разных агроэкосистемах оказывают существенное влияние на параметры растений. Поэтому определенное значение имеют исследования, проведенные в различных экологических условиях нашей республики и Германии. Согласно программе научного сотрудничества нами было высеяно на селекционно-генетическом поле БСХА 150 образцов озимых тритикале. Состояние посевов перед зимовкой и после зимовки оценено согласно методики в баллах от 1 (очень хорошее) до 9 (очень плохое).

Кроме того, намечено проведение ряда исследований по изучению качественного состава зерна тритикале и определению количественных

параметров растений. Исследования запланировано провести как на базе БСХА, так и в лабораториях университета Хохенхайм.

ОЧИСТКА ГАЗОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ТРАКТОРОВ

**А. Н. Карташевич, д.т.н., проф., Е. И. Мажугин, к.т.н., доц.
(БСХА)**

К числу важнейших процессов, сопровождающих эксплуатацию тракторов, относится очистка технических жидкостей и газов. В работающем тракторе это топливо, моторное масло, масло гидросистемы, воздух, поступающий в систему питания и в кабину, иногда, охлаждающая жидкость и выхлопные газы. При техническом обслуживании и ремонте к ним добавляются моечная вода, моющие жидкости и заставки, смазочно-охлаждающие жидкости, воздух окрасочных камер. Существующие устройства их очистки зачастую, решая технологические задачи, задачи экономии топливно-энергетических ресурсов и повышения надежности систем тракторов, способствуют уменьшению остроты ряда проблем охраны окружающей среды, т.е. повышению уровня экологической чистоты тракторов. Так, плохая очистка моторного масла обуславливает ускоренное изнашивание трущихся пар и, в первую очередь, ЦПГ, что ведет к прорыву газов в картер, ухудшению состава выхлопных газов, необходимости более частой замены масла, сокращению межремонтного цикла и срока службы тракторов. Аналогичные последствия имеет неудовлетворительная очистка топлива. Кроме того, отсутствие надежных устройств его очистки не позволяет применять некондиционное топливо, которое может стать загрязнителем окружающей среды. Очевидна необходимость получения нормативно чистого выхлопа. Технологическая очистка технических жидкостей при ТО и ремонте снижает их расход и сокращает объем производственных стоков, наносящих ущерб природе. С целью решения проблемы очистки газов и технических жидкостей сотрудниками БСХА предложены и защищены авторскими свидетельствами и патентами более 80 устройств для: снижения дымности выхлопа дизеля на переходных режимах; уменьшения содержания сажи в выхлопных газах; очистки воздуха, поступающего в двигатель и кабину; очистки картерного масла; грубой и тонкой очистки дизельного, в том числе, обводненного топлива; защиты топливной аппаратуры от воды; обеспечения устойчивой рабо-

ты дизеля при низких температурах, в том числе, при использовании летних сортов дизельного топлива; сепарирования мочевых вод и моющих растворов. Ряд устройств изготовлен и испытан.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. И. Семенов, к.т.н. (г. Полоцк)

В условиях современного антропогенного воздействия человека на окружающую природную среду наиболее ощутимы такие законы и принципы общей экологии, как закон «шагреновой кожи», принцип Ле-Шетелье-Брауна и, как их следствие, принцип «экологичное-экономично». Человек является не только субъектом своей антропогенной деятельности, но и ее субъектом, т.к. развиваемые им технологии в виде отходов (вредных выбросов в атмосферу, засорение водоемов, нерационального применения сельскохозяйственных удобрений и др.) печальным образом в конечном итоге сказываются на его здоровье.

В настоящее время наступила эпоха развития ноосферы (разума), согласно определению акад. В. И. Вернадского, человек сам должен определить — либо увеличить свое одностороннее антропогенное воздействие на природу, (это приведет не только к ее гибели, но и к гибели человечества), либо сохранить человечество, прислушиваясь к голосу природы и поступать в рамках экологического «венка законов» Г. Коммонера.

Основные проблемы экологии ремонтного производства: отходы разборочно-очистного участка, сварочные аэрозоли, отработанные смазывающе-охлаждающие жидкости, кислотные и щелочные отходы, гальваническое производство, нефтесодержащие стоки.

На Полоцком авторемонтном заводе разработаны и внедрены следующие процессы и средства, отвечающие экологическим требованиям.

Синтетические моющие средства очищаются от механических примесей с помощью самоочищающегося механического фильтра. Фильтрование раствора происходит с помощью мелкоячеистой цилиндрической сетки, которая непрерывно омывается тангенциальным потоком этого раствора.

Отработавшие очистные растворы нейтрализуются реагентным способом до рН 6,8...8,5 непосредственно в очистных машинах.

Промышленную очистку стоков от ионов тяжелых металлов, соединений шестивалентного хрома, кислот и щелочей обеспечивает установка с помо-

цию коагулянта FeOH, получаемого из стальных отходов путём электролиза.

Жидкие горючие отходы сжигают в топках промышленных печей котельных установок. Процесс обеспечивает высокую санитарно-гигиеническую эффективность при равномерном распределении воды в отходах в виде водомасляных эмульсий. В результате смешения сточных вод с мазутом в эмульсаторе и подачи эмульсии в топку котла ДКВР 10/13 выбросы токсичных веществ по сравнению с их количеством при сжигании печного топлива уменьшаются, в т.ч. сажи - на 65...90%, оксида углерода и углеводородов - на 75...80%, оксидов азота - на 40...45%.

Технология переработки нефтесодержащих стоков обеспечивает получение гидрофобной эмульсии, которая рекомендуется как заменитель товарного эмульсола для смазки форм при производстве железобетонных изделий.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ И ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ (СТРАТЕГИЙ) РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

**Г. И. Афанасик, В. И. Белковский, Д. Б. Даутина,
Д. С. Пятница, Э. Н. Шкутов (БелНИИМил)**

Вопросам рационального использования торфяных почв уделялось пристальное внимание на всех этапах развития мелиорации в Республике Беларусь. В последние три десятилетия основным критерием выбора характера использования этих почв было сохранение органического вещества торфа. Поскольку интенсивность минерализации торфа оказалась самой низкой при возделывании многолетних трав, то во всех рекомендациях науки и постановлениях директивных органов требовалось использовать органогенные почвы в основном под эту культуру и лишь торфяники с большой мощностью залежи допускалось использовать в зерноотравных севооборотах. При этом практически не учитывались наличие других видов почв в хозяйстве, водный режим осушенных торфяников, реальная продуктивность различных сельскохозяйственных культур на органогенных почвах разных стадий эволюции, особенности конструкций мелиоративных систем, влияние их на природные комплексы при разном характере использования этих почв, а также другие аспекты

экономического и социального характера.

Анализ накопленных к настоящему времени экспериментальных данных по продуктивности сельхозкультур и минерализации органического вещества при различной структуре почвенного покрова свидетельствует о том, что традиционные установки по использованию органогенных почв требуют коррекции с обязательным учетом группы факторов, определяющих эффективность хозяйствования на осушенных землях и рациональное использование природных ресурсов.

Естественно, что решить столь сложную задачу можно только на основе системного подхода. В связи с этим в БелНИИМиЛ коллективом сотрудников нескольких научных подразделений разработана общая схема оценки характера использования мелиорированных земель сельхозпредприятием, обобщены экспериментальные материалы и оформлен блок информационного обеспечения (база данных) используемых для этой цели моделей, разрабатывается система математических моделей (банк моделей) функционирования агросистем и природных комплексов на мелиорированных водосборах, определены основные критерии оценки качества принимаемых решений.

В состав базы данных вошли следующие сведения о мелиоративном объекте и выращиваемых культурах: рельеф рассматриваемой территории; структура почвенного покрова; гидрология, гидрография и гидрогеологические условия территории; особенности природных и антропогенных экосистем на прилегающей к объекту территории; технический уровень конструкций мелиоративных систем; продуктивность сельхозкультур на различных видах почв в зависимости от уровня вносимых удобрений и водного режима; данные о темпах минерализации органического вещества торфа в зависимости от водного режима и технологий возделывания сельхозкультур; специализация сельхозпредприятия и его обеспеченность финансовыми и материальными ресурсами; численность населения (число подворий); прочая нестандартная информация, связанная с информационным обеспечением моделей.

Банк моделей включает следующий их перечень: модель водного режима на поле регулирования; модель пищевого режима почв; модель продуктивности сельхозкультур на поле регулирования; модель процессов минерализации органического вещества торфа; гидролого-гидрогеологическая модель территории объекта; экономическая модель; модель формирования критериев и принятия решений.

Некоторые из перечисленных моделей реализованы на ПЭВМ и в настоящее время ведутся работы по созданию программного обеспечения

функционирования их в единой системе. В частности, на базе "электронных таблиц" состыкованы модели продуктивности сельхозкультур и минерализации органического вещества торфа с моделью водного режима на поле регулирования, а модель водного режима на мелноративном объекте - с гидролого-гидрологической моделью окружающей территории.

Выполненные на базе вышеупомянутых моделей первые компьютерные эксперименты для реального поля регулирования на Полесской ОМС, характеризующегося перепадом отметок поверхности почвы до 1,0 м и запасом органического вещества торфа 950 т/га, свидетельствуют о необходимости критического отношения к некоторым существующим рекомендациям по рациональному использованию органогенных почв. Так, при поддержании высоких уровней грунтовых вод (УГВ) в течение вегетационного периода (0,5 - 0,6 м от средней отметки поверхности поля), ежегодные потери органического вещества оказались самыми низкими и составили 0,8 т/га под травами и 1,7 т/га в зернотравяном севообороте (40% зерновых) против 3,0 т/га под травами и 4,3 т/га в зернотравяном севообороте при среднем УГВ = 1,0 - 1,2 м. Продуктивность как трав, так и зернотравяного севооборота оказалась на 12±15% выше при поддержании более глубоких УГВ. Но еще более контрастным является расходование водных ресурсов. Так расход воды на поддержание высоких УГВ составил 2700 - 3000 м³/га за сезон, а при допущении их сработки до 1,2 - 1,4 м в конце сезона всего 700 м³/га. Непродуктивный сброс атмосферных осадков при средней их обеспеченности за сезон составил 2000 м³/га при высоких и всего 300 м³/га при низких УГВ. Поэтому, несмотря на низкий уровень потерь органического вещества торфа при высоких УГВ, затраты на строительство и эксплуатацию водооборотной системы с высокой насыщенностью, регулирующей сетью, подпорными сооружениями и наличием искусственного водоема, как правило, превышают стоимость органического вещества, теряемого в условиях поддержания более глубоких УГВ, в 1,5-2,0 раза.

Результаты численных экспериментов свидетельствуют также о том, что если на поле регулирования преобладают торфяные и торфяно-глеевые почвы (их общая площадь составила 88%), то продуктивность зернотравяного севооборота несколько ниже, чем при использовании поля только под многолетние травы. Вместе с тем, в процессе трансформации торфяно-глеевой почвы с начальным запасом органического вещества 500 т/га в органоминеральную с содержанием 130 т/га под зернотравяным севооборотом и 180 т/га под травами, выход кормовых единиц

(при ежегодном внесении $P_{60}K_{120}N_{120}$) на 1,0 т разложившегося торфа больше в зернотравяном севообороте. Естественно, что внесение органических удобрений и посев сидератов при использовании органогенных почв в зернотравяном севообороте еще более усиливает позитивные стороны такого использования.

Однако анализ всех перечисленных выше противоположно действующих эффектов говорит о том, что для принятия оптимальных решений по структуре посевных площадей и режимам эксплуатации мелиоративной системы, означенной информации явно недостаточно. Совершенно ясно, что решения могут быть достаточно обоснованными, если будут известны:

- чистый доход для различных вариантов структуры посевных площадей, количества вносимых удобрений и характера водного режима за время стабилизации органического вещества в самом экономном по его минерализации варианте;

- уровень потенциального плодородия почвы (и соотношение его составляющих) на время стабилизации содержания органического вещества в почве в каждом варианте;

- устойчивость функционирования природных экосистем как на мелиорируемых, так и окружающей территории на время стабилизации.

Это требует разработки достаточно сложной экономической модели, в которой кроме затрат на производство и реализацию сельскохозяйственной продукции должны быть оценены в денежном выражении стоимости природных ресурсов, а также ущербов, наносимых природным экосистемам хозяйственной деятельностью на мелиоративных объектах. Наличие такой модели послужит основанием для формирования обобщенных критериев и модели принятия оптимальных решений по использованию мелиорированных торфяных почв с учетом особенностей каждого объекта.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРУПНОПЛОДНОЙ КЛЮКВЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Л.В. Мисун, к.т.н. (БАТУ)

Для используемых в промышленной технологии производства крупноплодной клюквы мобильных энергетических средств за превышение

предельно допустимых нормативов (ПДН) по точности и дымности отработавших газов рассчитывается сумма платежа (С)

$$C = H \cdot d \cdot (K_{п-1}) \cdot K_{ц} \cdot K_{э}, \quad (1)$$

где H- сумма экологического налога за выброс загрязняющих веществ мобильными энергетическими средствами проверяемой группы в предыдущем году, млн. руб.;

d- для мобильных средств не соответствующих стандартам по токсичности и дымности отработавших газов в общем количестве исследованных средств;

$K_{п}$ - средневзвешенный коэффициент ПДН для исследуемых средств;

$K_{ц}$ - коэффициент изменения цен в текущем периоде в сравнении со временем, когда были приняты ставки экологического налога за загрязнение атмосферного воздуха;

$K_{э}$ - коэффициент экологической значимости территории размещения хозяйства.

Количество исследуемых мобильных энергосредств в выборке рассчитывалось по специальной методике.

Необходимым условием регламентированного ухода за культурой, крупноплодной клюквой, (уничтожение сорняков, борьба с болезнями и вредителями) является соблюдение режима водоснабжения промышленных плантаций, нарушение которого при внесении минеральных удобрений и пестицидов приводит к загрязнению водоема-накопителя и внутричечковых дренажных канав. Для определения "экологической чистоты" выполнения операции нанесения пестицидов на сорную растительность необходимо установить качественные показатели продукции, санитарно-гигиенические показатели условий труда обслуживающего персонала, экологический ущерб, наносимый окружающей среде в результате нерегламентированного выполнения работ.

Уничтожение сорняков на плантациях крупноплодной клюквы разработанным вальцовым устройством показало, что оператор подвергается воздействию пестицида в концентрациях, не превышающих допустимые. Реализация товарной продукции после применения фосулена возможна спустя два месяца со дня последней обработки сорной растительности.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды в технологии предусмотрены защитные варианты, а система технологических мероприятий по регулированию водно-воздушного режима почвы, затратная

часть которых учитывалась при определении полной энергоемкости процессов, отвечает потребностям растений, способствует интенсификации их роста и развития. Экологический ущерб (Уп), в случае несоблюдения требований технологии, от загрязнения пестицидом объекта

$$Уп=Зп*Ккат, \quad (2)$$

где Зп- значение величины убытков от загрязнения водного объекта в зависимости от массы сброшенных пестицидов, млн. руб.;

Ккат- коэффициент, учитывающий категорию водного объекта, в который попадают загрязненные вещества.

Масса сброшенных пестицидов

$$Мп=Vп*(Кп.ф - Кп.д.) * 10^6, \quad (3)$$

где Vп- объем вод с превышенным содержанием пестицида, м³;

Кп.ф.- средняя за период сброса концентрация пестицида, мг/л (принимается Кп.ф.=20 мг/л);

Кп.д. - допустимая, согласованная с природоохранными органами, концентрация пестицида, мг/л.

Согласно технологической карты на выращивание крупноплодной клюквы расход раствора гербицида на гектар плантации составляет 20 л, допустимая концентрация фосулена- $4 \cdot 10^{-3}$ мг/л, время, затрачиваемое на обработку гектара плантаций 0,8ч, полезный объем водорегулирующего бассейна- 48,8 тыс. м³, а внутричечковых дренажных канав - до 700 м. Подставив исходные данные в выражения (2) и (3), получаем разовый ущерб в размере 6,6 млн. руб., наносимый окружающей среде в случае несоблюдения требований технологии.

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Е. Поляк, к.ф.-м.н., В.Л. Видро, к.ф.-м.н., А.И. Безруков (СНПФ "Агроприбор", г. Саратов) С.А. Андрущенко, д.э.н. (ИСЭП АПК РАН, г. Саратов)

В настоящее время в экономике России наблюдается парадокс: с одной стороны, растет ввоз продовольствия из-за рубежа, с другой - российские сельскохозяйственные производители сырья испытывают трудности со сбытом своей продукции. Исследование деятельности предприятий показывает, что многие из них строят свою рыночную стратегию на устаревших стереотипах, ориентируясь только на традиционных поку-

пателей, которые сами находятся в затруднительном положении.

Выход из создавшегося положения невозможен без кардинального изменения мышления руководителей сельхозпредприятий, серьезного изучения рынка сельхозпродукции, ориентации производства на потребности этого рынка. Важнейшим компонентом адаптации сельхозпредприятия к условиям рынка является организация маркетинговой деятельности. Основная цель внедрения маркетинга - отказаться от практики "сначала произведем что умеем, а уж потом продадим как получится" и перестроить производство на выпуск продукции в требуемых рынку ассортименте, объемах и качестве.

В настоящее время большинство руководителей сельхозпредприятий не имеют должных навыков и опыта организации и проведения маркетинговой деятельности. Поэтому весьма актуальной является проблема разработки методика и соответствующего инструментария для организации и проведения маркетинга сельскохозяйственной продукции с учетом специфических условий России. Методика должна быть ориентирована на руководителя, имеющего незначительный опыт организации маркетинга, и позволять:

проводить маркетинговые исследования "с нуля" в условиях российской действительности, охватывая все возможные сектора рынка;
 формировать стратегию маркетинга многоотраслевого сельскохозяйственного предприятия.

Разработанная нами методика включает следующие компоненты:

- методику сбора информации, позволяющую адаптировать существующую вторичную информацию (отчеты и планы хозяйств, статистическая информация и нормативы) для целей маркетингового анализа, а также собрать необходимую информацию, если вторичных данных окажется недостаточно;

- методику анализа маркетинговой информации, позволяющую проанализировать возможные направления деятельности хозяйства, оценить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, связанные с данным направлением. В результате анализа формируются маркетинговые цели и стратегия развития предприятия;

- методику формирования и оценки маркетингового плана, которая позволяет сформулировать план мероприятий, реализующий выбранную стратегию. Возможности реализации и конкретные экономические характеристики плана оцениваются на моделях внешних и внутренних факторов;

- модель анализа внешних факторов: конкурентного окружения,

социальных, экономических, технологических и политических факторов, влияющих на условия продажи и производства продукции;

– модель внутренних факторов, позволяющую оценить реализуемость и характеристики затрат на реализацию производственной программы в конкретных условиях хозяйства.

Методика формирования бизнес-плана предприятия позволяет на основе маркетингового плана сформировать бизнес-план развития предприятия, рассчитать ожидаемую прибыль, обосновать необходимые размеры и условия возврата кредита.

Программный компонент методики включает обучающую программу, знакомящую специалистов с последовательностью и содержанием этапов маркетинговой деятельности в хозяйстве, электронные таблицы моделей внешних и внутренних факторов, а также электронные таблицы для верификации исходной информации.

Обучающая программа использует программную оболочку, написанную на языке Clarion for Windows 2.0, позволяющую модифицировать сценарии обучения без изменения самой программы. Электронные таблицы организованы в оболочке Exel 5.0 и снабжены развитой системой подсказок, помогающих специалисту самостоятельно адаптировать модель к условиям своего хозяйства.

Методика апробирована на примере ТОО "Победа" Марксовского района Саратовской области. Выявлены резервы развития хозяйства, даны конкретные рекомендации по смене рынков и расширению продаж молока, делающие его производство рентабельным для хозяйства.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РБ

Г. П. Дубиковский (ГСХИ)

В настоящее время в ряде развитых стран мира получило развитие экологическое земледелие, базирующееся на отказе от минеральных азотных удобрений, пестицидов, стимуляторов роста.

В Западной Европе на 1995 г. на правовых государственных основах им было охвачено 48 тысяч хозяйств общей площадью 1 млн га (J. Tyburski, 1996).

Международная организация IFOAM, объединяющая более 500 организаций из 92 стран мира, была создана в 1972г. В региональное объединение в Центральной и Восточной Европе входят основные

страны, за исключением Албании, Белоруссии, Боснии, Герцеговины, Украины. В мире данное направление занимает 2% площадей, однако в Швеции и других странах к 2000 году планируется его довести до 10% (D.Metera, 1996).

В Республике Беларусь слабо организованы исследования по разработке экологических методов ведения сельского хозяйства, хотя такая система обязательна в пределах природоохранных зон, при производстве диетических продуктов питания для детей, больных, престарелых. Переход на экологические методы ведения земледелия возможен в хозяйствах с высоким уровнем плодородия почв. В республике оптимальный уровень плодородия достигнут на 10% суглинистых, 15% супесчаных и 20 % песчаных почв республики.

Создавая экологическое земледелие, предстоит одновременно решать вопрос о создании рынка экологических продуктов, интегрированного в мировое сообщество. Экологическое агропроизводство базируется на обязательном соблюдении правил (стандартов), которые подготовлены Гродненским Государственным СХИ (1997). Должна быть разработана для республики государственная программа, предусматривающая развитие данного научного направления, включающая организационные, правовые вопросы, вопросы финансирования, ценообразования. Беларусь должна стать членом Международной федерации (IFOAM), войдя в состав его регионального объединения стран Центральной и Восточной Европы.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ

А.М. Дмитриев, О.В. Дымар, В.Я. Ковалев (БелНИКТИММП)

Используемая в настоящее время оценка эффективности инвестиций экономическими методами не позволяет всесторонне оценить их перспективность для данного конкретного предприятия, а на ранних стадиях разработки проекта, часто является вообще невозможной. С другой стороны существует значительное количество методов позволяющих проводить всестороннее прогнозирование с учетом многих факторов. Поэтому представляется целесообразным для прогнозной оценки эффективности инвестиций применять инженерное прогнозирование, которое хорошо согласуется с используемой в настоящее время методикой оценки результатов научной деятельности.

При прогнозировании в качестве глобальной можно принять следующую цель: определить перспективные направления инвестиционной деятельности предприятия. Разбиение цели на подцели и выделение в них уровней достижения дает возможность составить генеральную определительную таблицу (табл.) по которой проводится оценка.

Суть прогнозирования заключается в нахождении уровня значимости анализируемого проекта

$$\tau = \frac{q}{Q} = \frac{\sum j}{\sum j_{\max}}$$

где τ — уровень значимости проекта;

q — фактическая оценка эффективности инвестиций;

Q — максимально возможная оценка эффективности инвестиций;

j — оценка подцели;

j_{\max} — наибольшая возможная оценка подцели.

Для наиболее эффективных направлений инвестиционной деятельности значения коэффициента лежат в пределах 0,75...1,0.

Авторами накоплен большой опыт прогнозирования различных направлений инвестиционной деятельности предприятий, который показал, что применение описанной методики позволяет провести оценку эффективности инвестиций для конкретных условий на стадии прогнозирования производственной деятельности, тем самым, уже на этом этапе отсеив неперспективные проекты, избежав трудоемкого экономического анализа.

Таблица
Генеральная определительная таблица

Цель и уровни ее достижения	Окончательная оценка, j
2	3
Степень предварительной проработки проекта	
- проект существует в виде идеи	1
- выполнены предварительные расчеты по проекту	2
- существует бизнес-план	3
- имеется полный комплект необходимой документации	4

2	3
Согласование предлагаемой тематики с направлением долгосрочных планов производственной деятельности предприятия - проект откроет новое направление в деятельности предприятия - проект совпадает с направлениями деятельности предприятия - проект совпадает с основным направлением деятельности - тема проекта входит в планы предприятия	0,75 1,50 2,25 3,00
Наличие кадров для проведения работ - необходимые кадры отсутствуют и их наем затруднителен - необходимо обучение кадров - необходима переквалификация имеющихся кадров - в наличии есть необходимые кадры	0,5 1,0 1,5 2,0

ИСКУССТВЕННАЯ ШКАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**О. В. Сви́дерская, к.т.н., доцент (БАТУ), В.Ф. Сви́дерский, к.т.н.
(Белэнергосетьпроект)**

Правильное размещение электросетевых объектов с точки зрения рационального использования природных ресурсов и соблюдения требований охраны окружающей человека природной среды является важнейшим условием для гармоничного развития экономики страны. Оценка воздействия на окружающую среду является обязательным элементом процессов планирования и проектирования, осуществление которых в настоящем и будущем окажет прямое и косвенное влияние на состояние природных ресурсов, здоровье и благосостояние населения.

Задачи охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов весьма актуальны в связи с ограниченностью некоторых видов природных ресурсов - земельных, лесных, водных, биологических, минеральных. Наиболее благоприятная площадка под подстан-

цию (ПС) или трасса воздушной линии (ВЛ) выбирается исходя из наименьшей стоимости, минимального экологического и социального воздействия и оценки выгоды, которая будет получена от их сооружения. Для ряда наиболее существенных экологических последствий, связанных со строительством хозяйственных объектов, экономической наукой разработаны стоимостные оценки: санитарно-гигиенических, рекреационных, кислородообразующих, поле- и почвозащитных функций леса, продуктов побочного лесопользования, гидрологической роли леса.

Сложнее получение количественных оценок воздействия электросетевых объектов на социальные системы. Для решения проблемы оптимального размещения ВЛ электропередачи, особенно для обеспечения наименьшего экологического и социального воздействия на окружающую среду, можно использовать разработанную авторами искусственную шкалу. Шкала предназначена для ряда воздействий, не поддающихся или слабо поддающихся стоимостной оценке. В качестве единицы измерения для оценки экологического, социального и экономического воздействия ВЛ электропередачи принимаются так называемые эквивалентные километры. Перевод реальных километров в эквивалентные производится по шкале с описанием разных степеней воздействия на ландшафт или вид местности. Степени обозначаются целыми числами от 0 до 15. Участки линий, проходящие по более ценным и живописным местам, ценятся выше, чем участки линий, проходящие по местам с менее ценным ландшафтом. С помощью такой шкалы можно определить ценностные установки, включающие в себя экологическое и эстетическое воздействие, вызванное строительством и эксплуатацией ВЛ электропередачи. Разумеется, подобные ценностные установки всегда трудно сформулировать, так как они зависят от конкретных условий прохождения трассы линии электропередачи. Поэтому для реальных линий электропередачи такую шкалу необходимо составлять после детального изучения района прохождения трассы: определения реальных топографических, климатических, геологических, гидрологических, агроэкономических характеристик трассы и ее вариантов; выявления и оценки природоохранных объектов и территорий в зоне вариантов трасс; определения ландшафтообразующих компонентов намеченных вариантов трасс; выявления курортного, эстетического и рекреационного назначения местности, исторических, археологических, культурных и других памятников; подробного описания флоры и фауны местности; предварительного определения визуального влияния линии электропередачи на ландшафт местности. В составлении шкалы необходимо участие опытных специалистов различных профессий: био-

логов, экологов, геологов, гидрологов, агрономов, лесоведов, социологов, архитекторов, краеведов, землеустроителей, экономистов, энергетиков.

Таблица 1

Искусственная шкала для оценки протяженности линий электропередачи в зависимости от условий прохождения трассы

Протяженность ВЛ, км		Условия прохождения трассы ВЛ
1	2	
реальных	эквивалентных	
1	1	Трасса ВЛ проходит по не населенной сельской местности, не оказывает заметного влияния на живой и растительный мир и жизнь населения. Она не видна с автострადы (расстояние до трассы более 6 км).
1	2	Трасса ВЛ проходит по живописным местам вдоль автострад (параллельный пробег вдоль автострადы более 2 км и на расстоянии менее 6 км от нее).
1	3 - 4	Трасса ВЛ проходит через лесные массивы со строевым лесом, ценными породами, искусственными насаждениями, местами обитания диких животных и птиц.
1	5 - 6	Трасса ВЛ проходит через места, признанные особо живописными.
1	3	Трасса ВЛ проходит по территории города с застройкой:
1	4 - 8	а) до 3-х этажей; б) 4 этажа и выше.
1	9 - 10	Трасса ВЛ проходит через заказную, заповедную, парковую и лесопарковую зону.
1	11 - 12	Трасса ВЛ проходит вблизи историко-архитектурных, природных, культурных и других памятников, охраняемых государством, по местам массового отдыха людей.

1	2	3
1	15 и более	Трасса ВЛ проходит через уникальные природные комплексы, затрагивает редкие биологические виды или экосистемы, реликтовые растения, места обитания редких или уникальных видов диких животных и птиц, находящихся под угрозой исчезновения.

ЭФФЕКТИВНЫЙ ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ — НОВЫЕ МЕДЛЕННОДЕЙСТВУЮЩИЕ ФОРМЫ УДОБРЕНИЙ

С. Ф. Ходянкова, С. П. Кукреш (БСХА)^а

На протяжении последних лет БелНИИ почвоведения и агрохимии совместно с институтом проблем использования природных ресурсов и экологии, Белорусским технологическим институтом им. С. М. Кирова, Гродненским ПО "Азот" и ПО "Белорускалий" разработаны и испытываются новые формы азотных удобрений с замедленной скоростью растворения, а также медленнодействующих калийных удобрений с добавками микроэлементов.

Положительный эффект от удобрений достигается за счет включения в состав оболочки биологического стимулятора роста — оксигумата или гидрогумата. Защитные оболочки позволяют снизить потери азота и калия от вымывания, повысить их использование растениями. Новые формы медленнодействующих удобрений с добавками гуматов и других биологически активных компонентов особенно эффективны для зоны радиоактивного загрязнения. Это — один из способов снижения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию.

В Белорусской сельскохозяйственной академии новые формы азотных и калийных удобрений изучались в посевах льна-долгунца. Наиболее эффективным для льна оказалось новое калийное удобрение хлористый калий медленнодействующий с цинком. Его применение не только существенно повысило основные показатели урожайности и качества льнопродукции, но и резко снизило заболеваемость посевов кальциевым хлорозом. Кроме того, применение гуматсодержащих форм способствовало повышению коэффициентов использования азота, фосфора и калия из удобрений

При использовании медленнодействующих сульфата аммония и хлористого калия с цинком получен самый высокий выход энергии с 1 га (18250-19467 МДж), а также биоэнергетический коэффициент (2.04-2.10 ед.). Таким образом, новые медленнодействующие азотные и калийные удобрения являются перспективными высокоэффективными формами

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ОЗИМУЮ РОЖЬ

С. П. Кукреш, О. В. Подлубная, (БСХА)

Для современного этапа развития агрохимии характерен новый комплексный подход в изучении взаимодействия удобрений с почвой и растениями, оценки эффективности удобрений не только с точки зрения агрономической и экономической, но и экологической, то есть воздействия их на окружающую среду в агробиоценозе.

Существенный недостаток многих минеральных удобрений — наличие в них сопутствующих балластных веществ и токсичных элементов. Наиболее канцерогенными как по набору, так и по концентрации тяжелых металлов являются фосфорные удобрения, а также удобрения, получаемые с использованием экстракционной ортофосфорной кислоты (аммофосфаты, нитрофосы и др.)

Наши исследования проводились на трех искусственно созданных фонах. (уровнях плодородия почвы): 1 фон — средний (индекс окультуренности 0.52); 2 фон — повышенный (0.64); 3 фон — высокий (0.83). Почва опытного участка — дерново-среднеподзолистая, легкосуглинистая с содержанием подвижных форм фосфора от 114 до 325 мг/кг.

В результате анализа данных полевых опытов создана статистическая модель взаимосвязи почвенного плодородия с содержанием в почве микроэлементов и тяжелых металлов (цинка, меди, фтора, кадмия и свинца), а также влияния последних на урожайность и качество зерна озимой ржи. Регрессионный анализ показал, что при искусственном увеличении количества фосфора в почве на 1 мг содержание кадмия возрастает на 0.01-0.02 мг/кг почвы. Локализация основного удобрения способствовала снижению подвижности кадмия и повышению в почве содержания свинца.

Выявлена сильная отрицательная зависимость между содержанием кадмия и фтора в почве и урожайностью озимой ржи ($r = 0.58-0.65$).

Кадмий при избыточном накоплении в почве ингибировал синтез белка, что привело к недобору его с единицы площади. Цинк и фтор оказали слабое влияние на качество зерна.

МОДЕЛИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

**О.В. Сви́дерская, к.т.н., доцент (БАТУ),
В.Ф. Сви́дерский, к.т.н. (Белэнергопроект)**

Количественный и качественный рост систем электропередачи - неуклонное повышение номинального напряжения, постоянное увеличение мощности и дальности передачи, протяженности и плотности электрических сетей - ведет к устойчивому усилению их воздействия на окружающую среду. Наиболее характерными воздействиями систем электропередачи и воздушных линий и подстанций разных напряжений, как их составляющих, на окружающую среду являются: отчуждение больших территорий земельных, лесных и охотничьих угодий, нарушение почвенно-растительного комплекса и рельефа местности, разрушение ценных плодородных слоев земли при строительстве и эксплуатации воздушных линий электропередачи, развитие эрозии, дефляции, оврагов, оползней, ухудшение условий работы сельскохозяйственных машин и механизмов из-за механических препятствий, ограничение применения авиации и машинного орошения, ухудшение использования земель, прилегающих к опорам, потравы при устройстве подъездных путей к воздушным линиям электропередачи, ограничения в ведении хозяйственной деятельности в охранной зоне и др.

Современное состояние окружающей природной среды, ее повышенная уязвимость требует разработки более совершенных методов технико-экономической оптимизации электрических сетей с комплексным рассмотрением многочисленных экономических, экологических и социальных условий их сооружения и функционирования. Поэтому в число основных целей развития электрических сетей ставится обеспечение высокой экономичности их работы, необходимой надежности функционирования и охраны окружающей среды, включая агроэкологические факторы.

Следовательно, задача может быть решена на основе учета не-

скольких критериев оценки функционирования электрических сетей, характеризующих свойства самих исследуемых сетей, а также отражающих интересы других отраслей народного хозяйства. Такой подход позволяет глубже вскрыть закономерности развития систем электропередачи и более объективно оценить решения с учетом их взаимодействия с различными отраслями народного хозяйства.

ОПТИМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

**О.В. Свидерская, к.т.н., доцент (БАТУ),
В.Ф. Свидерский, к.т.н. (Белэнергопроект)**

Сооружение и эксплуатация электрических сетей разных напряжений оказывает существенное влияние на состояние окружающей среды (ОС). Их функционирование определяется несколькими главными целями: экономным расходованием материальных, природных и трудовых ресурсов, надежной эксплуатацией электросетевых объектов, исключением или уменьшением воздействия на факторы и компоненты ОС, обеспечением здоровых и комфортных условий жизнедеятельности населения. Критерии, которые могут выступать в качестве цели проектирования электрических сетей и в качестве ограничений, можно разбить на следующие основные группы: экономические, экологические и социальные. До настоящего времени при технико-экономических расчетах широко используется экономический критерий - приведенные затраты. Между тем, ряд воздействий на экономические, экологические и социальные факторы ОС экономическим критерием не учитывается при планировании и проектировании электрических сетей, либо учитывается в недостаточном объеме. Причина заключается в том, что эти воздействия с трудом поддаются анализу и количественному описанию, нередко носят неопределенный характер и, как правило, не поддаются денежной оценке.

Анализ комплексной оценки леса показывает, что вследствие органической связи в природе воздействие воздушной линии электропередачи на окружающую среду не ограничивается одной компонентой, а может проявляться в нескольких видах. Так, вырубка лесных насаждений оказывает

отрицательное влияние на животный и растительный мир, климат и экономику района, эстетические и рекреационные условия жизни общества. При проектировании линий электропередачи в настоящее время учитывается стоимость только одной компоненты окружающей среды (древесно-сырьевой запас). Все остальные полезности леса - экологические, социальные и другие, как правило, при проектировании не учитываются. Между тем, польза только от социальных функций леса может превышать доход, получаемый от древесины, и почти всегда достаточно оснований считать, что экономический ущерб, причиняемый государству вырубкой водоохранных лесов значительно превышает стоимость древесины. Поэтому экономическая оценка экологических и социальных функций леса становится такой же необходимой частью интегральной эколого-экономико-социальной оценки, как и оценка древесно-сырьевых функций.

Воздействия, не поддающиеся денежной оценке на данном этапе целесообразно количественно представлять с привлечением следующих подходов: использование натуральных или "абсолютных" показателей, многоцелевой, позволяющий определять эффективность совокупности поставленных целей; включение дополнительных критериев в функционал расчета приведенных затрат; использование теории нечетких свидетельств, применение искусственной шкалы.

Дополнение и совершенствование экономико-математических моделей путем введения в них экологических факторов позволяет построить более реалистичную и развернутую картину их функционирования, оценить сопутствующее им воздействие на компоненты ОС, создать необходимые предпосылки для обоснованного выбора характера и масштабов природоохранной деятельности, улучшить хозяйственные отношения при переходе народного хозяйства к рыночной экономике. Дополненный таким образом критерий минимизации приведенных затрат отражает важное положение о взаимосвязи труда и природы как необходимых элементах производства материальных благ. Он зиждется на исчислении комплексной эффективности затрат: живого труда, овеществленного труда, природы (будущего труда). Учет экологических условий функционирования систем электропередачи, наряду с техническими и экономическими условиями, означает переход от экономического обоснования принятия решения к эколого-экономическому. Следовательно, эколого-экономический критерий выражает минимизацию приведенных затрат, в состав которых кроме затрат непосредственно в электросетевой объект входят также и затраты природного (экологического) и социального потенциала.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ СЕРВИСА ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АГРОАССОЦИАЦИЙ И ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ МОЛДОВЫ

В.М.Побединский, Е.Я.Бадинтер, И.Г.Старуш, А.М.Иойшер,
С.В.Рожков (ГАУ, Молдова)

Мировой опыт показывает, что эффективность производства молока в значительной мере зависит не только от технологий и комплекса зооветеринарных мероприятий, но и от внедрения, эффективного использования средств механизации и автоматизации производственных процессов.

Наш опыт эксплуатации, с 1989 года, двух автоматизированных коровников, по 114 голов каждый, с комбинированной технологией производства молока и автоматизированной компьютерной системой управления технологическими процессами кормления и доения животных в доильных залах показал целесообразность и высокую эффективность применения таких систем, была достигнута средняя продуктивность на фуражную корову 5560 кг. молока в год (от 4000 до 9000 кг.) при высоком качестве молока и низком уровне заболеваемости коров маститом.

Однако после эксплуатации доильного оборудования электронных систем контроля и управления (фирмы Бабсон Бразерс (США)) в течение 6 лет возникла необходимость в замене или ремонте доильных аппаратов, модуля системы управления манипуляторами доения, системы контроля продуктивности, системы идентификации и пр. Сравнительные испытания коровников с доением в молокопровод типа УДМ 100 (производства АО Брашлав) показали также его достаточную работоспособность и надежность. Кроме того, в течение последнего десятилетия проводился анализ эксплуатации доильного оборудования на фермах Молдовы и Румынии.

Результаты показывают, что произошедшие структурные изменения в молочном животноводстве Молдовы нанесли большой ущерб отлаженной системе монтажа, пуско-наладки и сервиса животноводческого, и в частности, доильного оборудования, что привело к невозможным потерям.

Поэтому предпосылки к восстановлению животноводства предполагают также создание новой и эффективной системы сервиса. Предлагается совершенствование фирменного метода технического обслуживания - метод выполнения технического обслуживания предприятием-изготовителем. Фирменное предприятие по техническому сервису является

представителем завода-изготовителя и состоит в тесной взаимосвязи с исполнителями работ. Этими исполнителями являются специализированные ремонтные предприятия (СРП) по техническому сервису, ремонту и испытанию

животноводческого оборудования при которых состоят специализированные звенья мастеров-наладчиков. Фирменному предприятию, в данной системе сервиса, отводится организация работ предусмотренных этой системой. Находясь в тесной взаимосвязи с животноводческими предприятиями, фирма заключает договора с СРП на оказание услуг, направленных на удовлетворение возникших потребностей в техническом сервисе животноводческого предприятия. В свою очередь СРП занимается ремонтом деталей, узлов и агрегатов животноводческого оборудования, организует выпуск на линию звеньев мастеров-наладчиков, которые проводят техническое обслуживание, ремонт, монтаж и пуско-наладку животноводческого оборудования. В силу специфических условий производства продукции животноводства животноводческое предприятие не всегда располагает наличием денежных средств. Поэтому для проведения взаиморасчетов с объектами технического сервиса оно нуждается в предоставлении денежных ссуд, которые могут производиться со стороны банков.

Основной задачей системы технического сервиса животноводческого оборудования является обеспечение его высокоэффективного использования. Животноводческое оборудование оказывает непосредственное воздействие на животных. Поэтому несвоевременное выполнение регламентных работ по техническому сервису приводит к нарушению технологических режимов обслуживания животных, а, следовательно, к неполной реализации их генетического потенциала.

Особое место в этом вопросе отводится доильному оборудованию, работоспособность которого оказывает непосредственное влияние на животное. Поэтому одним из путей решения данной проблемы является создание прибора-измерителя параметров доильного оборудования, способствующего рациональной реализации системы его сервиса. Стандартами ISO 3918, ISO 570, ISO 6690 и ISO 9001 определены основные требования и параметры функционирования доильного оборудования. Для измерения этих параметров ведущими фирмами мира (ALFA-LAVAL, WESTFALIA SEPARATOR и др.), выпускаются приборы для комплексного контроля параметров доильного оборудования (Пульсотест 3, Альфатроник Тестер 4, Милкотест 512, Веминек 01и др.). Но помимо высокой цены (2500-5000 дол. США), указанные приборы не позволяют с дос-

таточной точностью контролировать весь комплекс параметров, полностью характеризующих работоспособность доильного оборудования.

В 1993 году Кишиневский НИИЭП "ELIRI" совместно с кафедрой "Механизация процессов животноводства" Государственного Аграрного Университета Молдовы и АО Брацлав (Украина) разработал и изготовил опытную партию измерителя параметров доильного оборудования "EXITEST". Использование этого прибора АО Брацлав позволило снизить заболеваемость дойных коров маститом и повысить их продуктивность. Ведь только в

результате ухудшения качества сосковых резин и связанных с этим заболеваний вымени коров до 20 % животных выбраковываются. Отличительной особенностью разработанного прибора - измерителя параметров доильного оборудования "EXITEST" является наличие выносных датчиков вакуумметрического давления, искусственного соска-датчика, расходомера, позволяющих контролировать комплекс параметров доильного оборудования. Стандартный измеритель поной конфигурации включает электронный микропроцессорный блок диагностики со встроенным блоком питания (см. рис. 2) и аккумуляторной батареей, индикаторным табло и клавиатурой на передней панели; два выносных датчика вакуумметрического давления; искусственный сосок, специализированный датчик расхода воздуха (для определения производительности откачки в любой точке молока вакуумной системы) и встроенный принтер для распечатки результатов контроля и измерений. В оперативной памяти измерителя могут быть сохранены до 1000 результатов измерений, что позволяет после подключения измерителя к компьютеру в стационарных условиях переписать всю информацию на диск для дальнейшего более глубокого анализа. Особое внимание было уделено созданию принципиально нового - искусственного соска-датчика. Теоретические и экспериментальные исследования позволили создать такую конструкцию искусственного соска-датчика, который позволяет осуществить безразборную диагностику сосковых резин доильных аппаратов, осуществлять их подбор в зависимости от физиологического состояния животного. Конструктивно искусственный сосок содержит армированную эластичную оболочку из не растягивающегося материала выполненную в форме соска коровы в момент эрекции. Оболочка надета на трубчатый каркас-ограничитель и закреплена на основании корпуса-ручки. Внутренняя полость соска заполнена несжимаемой полисилоксановой жидкостью. Внутри корпуса специальным образом установлен первичный измерительный преобразователь - датчик гидродинамического давления, регистрирующий реакцию эластичной

оболочки от воздействия сосковой резины в доильном стакане, а также первичный измерительный преобразователь - датчик вакуумметрического давления, регистрирующий давление воздуха в подсосковой камере доильного стакана.

В ходе разработки узлов и датчиков измерителя была разработана и реализована специальная программа и проведены сравнительные испытания доильного аппарата типа АДУ-1 с подобранными сосковыми резинами и комплектом датчиков. Параметры цикла пульсаций, вакуумметрическое давление $P_{г1}$ в межстенных камерах доильных стаканов можно регистрировать как с помощью выносного датчика, так и с помощью искусственного соска датчика. При этом обеспечивается получение информации, максимально точно описывающей взаимодействие сосковых резин доильного аппарата с соском вымени животного. Комплекс измеряемых параметров и их коды

Используемые ранее службой сервиса доильного оборудования методы оценки пригодности сосковых резин по удлинению на приборе ПИЧ и вакууму смыкания сосковой резины Рем на ЖСР не эффективны и не всегда точны. Поэтому использование EXITESTA с искусственным соском-датчиком дает положительный эффект.

Также Кишиневским НИИЭП "ELIRI" совместно с кафедрой "Механизация процессов животноводства" Государственного Аграрного Университета Молдовы подготовлено предложение для подготовки Постановления Правительства Республики Молдова по вопросам восстановления и подъема животноводства, где одним из пунктов стоит предложение по организации сети системы сервисного обслуживания молочно-товарных производств республики, включая передвижные лаборатории с необходимым соответствующим контрольно-измерительным и ремонтным оборудованием, созданием дилерских фирм и пр.

В целом, мы считаем, что предложенный нами прибор является новым витком в области разработки средств диагностики доильного оборудования. Внедрение прибора в производство, и конечно в службы сервиса, несомненно даст положительные результаты в использовании средств сервиса, в повышении качества и надежности работы доильного оборудования, и в конечном итоге скажется на качестве и количестве, производимой молочной отрасли, продукции. Производство и внедрение прибора также является одним из пунктов при решении задач, связанных с созданием новой системы сервиса доильного оборудования в рамках общей системы сервиса животноводства Молдовы.

О НОРМИРОВАНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Головатый С.Е., Жигарев П.Ф., Панкрутская Л.И.,
Богатырева Е.Н. (БелНИИ почвоведения)

Подход, основанный на санитарно-гигиенических требованиях к качеству окружающей среды, является общепринятым в большинстве стран мира. Так например, в системе мониторинга окружающей среды важную роль играют нормативы предельно допустимых концентраций в почве тяжелых металлов. В тоже время разработанные в настоящее время отечественные нормативы (ПДК) нуждаются в существенной корректировке.

Во-первых, максимально допустимые уровни тяжелых металлов являются постоянной величиной для всех растений независимо от того, на каких почвах они выращены, с той лишь разницей, что требования на продукцию растениеводства или растения, употребляемые в пищу человека, более жесткие, чем на аналогичные для скормливания сельскохозяйственным животным. Поэтому применительно к различным почвам предельно допустимая концентрация тяжелых металлов в почвах не может быть постоянной величиной.

С другой стороны, разработка ПДК, как правило, проводилась в экстремальных условиях (песчаная почва, создание в ней промывного водного режима, выращивание растений-концентраторов того или иного элемента) и перенос таких нормативов на другие почвы с различными почвенно-климатическими условиями мало приемлем.

В качестве объектов для опытов целесообразно брать наиболее распространенные почвы отдельных регионов. Вместе с этим при нормировании тяжелых металлов должны учитываться и основные физико-химические свойства почв, из которых содержание органического вещества, кислотность и гранулометрический состав почв являются доминирующими.

Так, многолетние исследования с Cd, Pb и Cr, проведенные в Институте почвоведения и агрохимии показали, что одним из основных факторов, влияющих на поступление этих элементов в растения является кислотность почвы. Установлено, что на слабокислых и близким к нейтральным почвах снижение кислотности на 1.0 рН способствовало увеличению концентрации Cd в растениях редьки масличной, вико-овсяной смеси и кукурузы, в 2 раза, Pb — 1.3-1.7 раз. По хрому этот показатель

составил для ячменя и кукурузы 1.2-1.3 раза. Это говорит о том, что при определенных уровнях содержания этих элементов в почве (не превышающих установленные ПДК, но различающихся по степени кислотности), выращиваемые растения могут накапливать эти элементы в количествах, превышающие допустимые уровни. Влияние гумуса выражено несколько слабее: повышение его содержания в почве с 1.8 до 2.5% (при адекватных значениях pH) снижало аккумуляцию Cd и Pb в среднем на 8-30%, в зависимости от степени загрязнения почв и особенностей культур.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕМКОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ-ДАТЧИКОВ

М.А.Прищепов, к. т. н., И.Г.Рутковский, инженер(БАТУ)

Контролирование температуры при тепловой обработке термолабильных сред позволяет сэкономить 15-20% энергии. Электродный электронагреватель датчик (ЭЭН-Д) позволяет наряду с нагревом обрабатываемой среды проводить контроль ее температуры. ЭЭН-Д содержит три вертикальные плоскопараллельные электроды, два из которых меньшие, расположены вертикально один над другим, а третий напротив параллельно им, при этом меньшие электроды подключены к источнику питания. Параллельно источнику питания присоединены два последовательно соединенных сопротивления, одно из которых переменное, так что вместе с сопротивлениями обрабатываемой среды, находящейся между двумя меньшими электродами и третьим промежуточным электродом образован измерительный мост. Сигнал разбаланса моста снимается с промежуточного электрода и общей точки последовательно соединенных постоянного и переменного сопротивлений. При этом измерительный мост балансируется при начальной температуре обрабатываемой среды. При нагреве изменяются сопротивления плеч мостовой схемы, что приводит к разбалансу моста. На динамические характеристики ЭЭН-Д влияет изменение скорости перемещения обрабатываемой среды от температуры. Электротепловые процессы в ЭЭН-Д описываются следующей системой дифференциально-интегральных уравнений.

$$\frac{\partial v}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial x} = \beta \cdot g \cdot (\Theta_c - \Theta_{c.o.})$$

$$U_k = \sum_{k=1}^N \left(\left(\int_0^{L_k} \rho(\Theta_c) dx \cdot \int_0^{L_k} H dx / \left(\int_0^{L_k} H dx \cdot I_k^2 \right) \right) \cdot U / R \right)$$

$$R = \sum_{k=1}^N \left(\int_0^{L_k} \rho(\Theta_c) dx \cdot \int_0^{L_k} H dx / \left(\int_0^{L_k} H dx \cdot L_k^2 \right) \right)$$

$$C_p \cdot M \cdot (\Theta_{c.k} - \Theta_{c.o.}) = \eta \cdot \int_0^{\tau_k} I^2 \cdot R dt$$

$$\Delta U = U \cdot R_{np} \times$$

$$\times \frac{R1 \cdot R4 - R2 \cdot R3}{(R1 + R2) \cdot (R3 + R4) \cdot R_{np} + R1 \cdot R2 \cdot (R3 + R4) + R3 \cdot R4 \cdot (R1 + R2)}$$

$$R_M = \rho(\Theta_c) \cdot H / (\Pi \cdot L_y)$$

где C_p - удельная теплоемкость обрабатываемой среды, Дж/(кг·°С); ρ_c - плотность обрабатываемой среды, кг/м³; $\Theta_{c.o.}$, Θ_c , $\Theta_{c.k}$ - начальная, текущая и температура обрабатываемой среды по истечении времени τ_k , °С; τ - переменная по времени нагрева, с; τ_k - время нагрева до заданной температуры, с; x - текущая координата длины электронагревателя, м; Π , H , L_k , L_y - ширина электродов, межэлектродное расстояние, длина k -ой зоны электронагревателя и длина участка ЭЭН-Д которая составляет плечо мостовой схемы, м; η - коэффициент полезного действия ЭЭН-Д; v - скорость перемещения жидкости при конвекции, м/с; β - коэффициент объемного расширения, 1/°С; g - ускорение свободного падения, м/с²; p - давление на выталкиваемые слои жидкости, Па; U , ΔU , U_k - напряжение питания, в измерительной диагонали моста и на k -ой последовательно соединенной зоне, В; I - мгновенное значение полного тока электронагревателя, А; ρ_t - удельное сопротивление обрабатываемой среды, Ом·м; R_k , R , R_{np} , $R1$, $R4$, $R2$, $R3$ - сопротивления, соответственно, мгновенное значение k -ой последовательной зоны, полное электронагревателя, внутреннее измерительного прибора, постоянное и переменное мостовой измерительной схемы, термовзависимые участков ЭЭН-Д (R_M), Ом.

Указанная система дифференциально-интегральных уравнений решалась методом конечных разностей на ЭВМ. Сравнение результатов расчета с экспериментом подтвердило высокую адекватность математической модели.

О КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**В.И. Русан, д.т.н., профессор (БелНИИагроэнерго ААН РБ),
О.Н. Ковальчук (БАТУ)**

В практике технического обслуживания электрооборудования (ЭО) в сельском хозяйстве сегодня можно выделить три стратегии обслуживания: по необходимости (при выходе из строя ЭО); плано-профилактическую (профилактические мероприятия проводятся независимо от технического состояния ЭО); плано-диагностическую (профилактические мероприятия проводятся с учетом технического состояния ЭО путем его дискретного диагностирования).

Но ни одна из вышеперечисленных стратегий технического обслуживания не позволяет контролировать развитие процессов повреждения и износа отдельных элементов конструкций ЭО, и в первую очередь изоляции.

Существующие в данное время разработки и средства диагностирования имеют ряд недостатков, в том числе: в основном громоздкие и дорогостоящие, отсутствуют полные данные по определению остаточного ресурса, разработки в основном относятся к зарубежным. Решить эту проблему можно при помощи методов непрерывного диагностирования на базе ЭВМ.

В основу методов непрерывного диагностирования и прогнозирования технического состояния ЭО в процессе их эксплуатации положена стратегия раннего предупреждения развития процессов повреждения и износа изоляции обмоток и других элементов конструкции.

Сущность раннего предупреждения развития процессов повреждения и износа изоляции обмоток асинхронного двигателя при помощи ЭВМ заключается в непрерывном контроле за измерением одного или нескольких параметров, характеризующих процессы повреждения и износа изоляции, а также параметров, характеризующих текущее техническое состояние изоляции, в своевременной подаче сигнала обслуживающему персоналу о ненормальном развитии процессов в электрической машине с целью дальнейшего более глубокого диагностирования ее технического состояния.

Для реализации данных методов предусматривается разработать методику диагностирования ЭО на базе ЭВМ и оценке ее влияния на на-

дежность.

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ

В.И.Русан, д.т.н., профессор (БелНИИагроэнерго ААН РБ),
Е.А. Милаш (БАТУ)

Важнейшим направлением сбережения энергии, получаемой от сжигания традиционного топлива, является переход на самоэнергообеспечение за счет использования биомассы. В настоящее время энергетический потенциал отходов животноводства и птицеводства оценивается в размере около 1 млн. т у.т. Несмотря на большие денежные затраты на импорт дорогих энергоресурсов, этот потенциал не используется. Между тем годовая экономия от замещения данной биомассой традиционных энергоресурсов составит при существующих ценах на покупаемое топливо около 100 млн. долларов.

Технико-экономические расчёты эффективности биоэнергетической установки, работающей на жидких органических отходах, показывают, что срок окупаемости её составляет 2 - 4 года. При этом основной слагаемой эффекта является производство экологически чистых удобрений в виде шлама, получаемого в результате анаэробного сбраживания исходной биомассы. Вторым по значимости слагаемым эффекта являются электроэнергия и тепло, производимые с помощью мотор-генератора, работающего на биогазе, получаемом в результате разложения биомассы. ввиду комбинированного характера производства энергии. При комбинированном характере производства энергии КПД энергоустановки составляет примерно 90 %.

Весьма важным слагаемым эффекта является трудно поддающийся экономической оценке экологический эффект, проявляющийся в том, что исключается выброс на поля, в водоёмы и реки многих вредных веществ, содержащихся в отходах, а также за счет снижения потребления традиционных энергоресурсов.

Существует мнение, что в зимнее время года, особенно при сильных морозах, биоэнергоустановки не могут работать. Однако, выполненные расчёты энергобаланса для зимы и лета показали, что биоэнергоустановка может работать даже при резких понижениях температуры наружного

воздуха на самоэнергобеспечении. По электроэнергии энергобаланс обеспечивается с большим запасом. По тепловой энергии при выборе надлежащей толщины тепловой изоляции энергобаланс обеспечивается в самые морозные сутки. Увеличение теплоизоляции приводит к удорожанию стоимости биоэнергостановки, однако это существенно не сказывается на ухудшении показателей её экономической эффективности.

Эффективность биоэнергетической установки во многом зависит от вида используемой биомассы. Наиболее энергоценной является птичий помёт, который в 2 раза по энергоценности превосходит отходы крупного рогатого скота. Кроме того, переработанный в биореакторе помёт представляет собой самое ценное удобрение. Поэтому биогазовые установки, работающие на птичьем помёте, имеют наиболее высокую экономическую эффективность. Исходя из этого следует, разрабатывая стратегию развития биогазовых установок в сельском хозяйстве, в первую очередь направлять инвестиции на переработку отходов птицефабрик.

Существенный экономический эффект может дать использование древесных отходов. В настоящее время значительная часть отходов лесоводства и деревообработки не используется в энергетических целях. Между тем, энергетический потенциал этих отходов оценивается величиной порядка 2 млн. т.у.т. Накопленный к настоящему времени опыт эксплуатации в Республике Беларусь более 200 газогенераторов показывает, что на базе древесных отходов может быть замещен значительный объем жидкого и газообразного топлива, используемого в котлах и зерносушилках. Практическое применение получили установки, перерабатывающие древесные отходы в щепу, которая более транспортабельна от места ее получения к газогенераторным установкам.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

В.Е.Шестерень, к.т.н., доцент, В.А. Шульга (БАТУ)

Общепризнанно, что основным методом разработки норм расхода электрической энергии является расчетно-аналитический метод. Он предусматривает определение норм расхода энергии расчетным путем по статьям расхода, на основе прогрессивных показателей использования этих ресурсов в производстве.

Расчетно-аналитический метод является наиболее прогрессивным методом определения норм, обеспечивающий логическую осмысленность, научную обоснованность и необходимую точность расчетов. Чаще всего применяется простейший прием анализа - деление рассматриваемого объекта на его элементарные составляющие. При определении норм расхода электрической энергии расчет ведется по статьям расхода, которые обусловлены в основных технологических процессах данного вида продукции или работы.

Задача моделирования состоит в том, чтобы построить аналогичную оригиналу модель системы в виде математических соотношений или математической зависимости функции состояния (зависимой переменной) от параметров состояния (неизвестной переменной), т.е. уравнение состояния системы.

Представим сложную систему электропотребления, состоящую из n элементарных систем, в каждой из которых электропотребление W зависит только от одной переменной x . Неизвестную зависимость этих переменных представим как функциональную, в виде степенного ряда, учитывая отдельным членом W , что в действительности эта связь будет не функциональной, а соотносительной.

$$W_i = A_i + B_i x_i' + C_i x_i'' + \dots + bW_i,$$

где:

- W_i - электропотребление системы;
- A_i, B_i, C_i - свободные члены уравнения;
- x_i' - неизвестная переменная первого порядка;
- x_i'' - неизвестная переменная второго порядка;
- bW_i - отдельный член степенного ряда.

Следовательно, общее потребление энергии системой будет равно:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = A + \sum_{i=1}^n (B_i x_i' + C_i x_i'' + \dots) + bW.$$

Из данного уравнения можно определить удельный расход энергии на единицу объема производства, если учесть что:

$$y = W/V,$$

где:

y - удельный расход энергии на единицу продукции;

V - объем продукции.

Тогда получим:

$$y = A + 1/V \sum_{i=1}^n (B_i x_i' + C_i x_i'' + \dots) + b.$$

Если пренебречь членами второго и более высоких порядков, то получим простое уравнение состояния объекта, удобное для практического использования.

$$y = A + \sum_{i=1}^n (B_i x_i' / V) + b.$$

Для построения моделей на базе этого уравнения можно применять как аналитический так и статистический метод определения энергопотребления. Нормативный метод позволяет построить модели с обоснованными логическими и качественными взаимосвязями между элементами системы.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

В.М. Ларьков, к.т.н., доцент, Ф.Ф. Батюк (БСХА).

Уменьшение затрат на энергоснабжение сельскохозяйственного производства - один из основных факторов повышения его эффективности, снижения стоимости сельскохозяйственной продукции.

Известны ряд источников получения энергии. Одним из таких источников является гидроэнергетика - экологически чистый, возобновляемый и сравнительно недорогой.

Республика Беларусь одна из богатейших европейских стран по водным ресурсам. На ее территории протекает 20,8 тыс. рек. Общая их длина 90,6 тыс. км. Средняя густота речной сети в южной части составляет 0,23-0,3 км/км², в северной 0,6-0,8 км/км². Имеется 11 тыс. озер и свыше 1200 прудов и водохранилищ с объемом зааккумулированного ими стока 237,4 млн м³. Суммарный речной сток в средний по водности год за пределы территории республики составляет 57,1 км³. Одновременный объем воды в руслах рек - 3 км³.

Потенциальная энергия среднегодового стока оценивается в 7,4 млрд. кВт·ч, а его технический потенциал, трех тысяч больших и малых рек, пригодных для гидроэнергетического использования, составляет 3,1 млрд. кВт·ч.

Многие годы ставились вопросы о комплексном и рациональном использовании водных ресурсов. Однако, до настоящего времени гидроэнергетический потенциал Республики Беларусь используется только на 0,5 %, более тысячи прудов и водохранилищ сельскохозяйственного назначения, общей площадью до 15 тыс. га, остаются практически невостребованными. Миллионы кубометров воды уходят за пределы республики "вхолостую".

Причин неэффективного использования природных водных богатств несколько. К наиболее существенным, по нашему мнению, следует отнести:

- отсутствие в Республике Беларусь единого ведомства, ответственного за использование и охрану водных ресурсов, включая гидромелиорацию, гидроэнергетику, прудовое рыбоводство на сельскохозяйственных водоемах, водный транспорт;
- сложившийся стереотип проектирования и строительства водохозяйственных объектов ориентирован на "директивные" направления хозяйственного развития;
- отсутствие надлежащего хозяйственного и законодательного механизма, а также экономического стимулирования по использованию водных ресурсов;
- слабая индустриально-промышленная база гидроэнергетического комплекса;
- недостаточный уровень научного и кадрового обеспечения гидроэнергетического направления в водохозяйственной отрасли.

Изменившиеся социально-экономические и политические условия поставили ряд острых и важных проблем: как обеспечить республику рыболовными ресурсами, как снизить дефицит и стоимость энергоресурсов, как получить экологически чистую продукцию.

Положительный опыт решения этих проблем в Республике имеется. Еще в XVI веке на территории Беларуси создавались пруды целевого назначения - для водяных мельниц и разведения рыбы. Широкое строительство и использование рек и прудов для хозяйственных нужд началось в XX веке. Уже в 1926 году в Республике насчитывалось 643, а к 1941 году - 1094 водяных мельницы.

Энергетическое освоение водных ресурсов Беларуси началось с 1938

года, когда была пущена в эксплуатацию первая ГЭС "Новый шлях" на реке Усяжи Минского р-на мощностью 35 кВт. Значительное развитие ГЭС на малых реках получило в 40...50 гг. В этот период развернулось широкое строительство колхозных и межколхозных гидроэлектростанций. Уже к 1960 г на реках и озерах РБ было создано 179 гидросиловых установок, общей мощностью 21,0 тыс. кВт. Наиболее мощные ГЭС: Осиповичская 2250 кВт на р. Свислочь, Чигиринская 1500 кВт на р. Друть, Гезгольская 550 кВт на р. Мовчадь, Лукомльская 500 кВт на р. Лукомка и др. Эти гидроэлектростанции вырабатывали 88 млн кВт·ч электроэнергии в год. В начале 70-х годов в результате создания на территории СССР Единой энергетической системы и централизованного электроснабжения, малые ГЭС стали закрываться, а строительство новых прекратилось. В 1977 году из 179 построенных ГЭС действовало только 12. К 90-м годам большинство ГЭС было демонтировано. Примерно в этот период, а точнее, в 70-е годы, страны Западной Европы ощутили на себе энергетический кризис. Это заставило их обратиться к использованию водной энергии, в том числе к строительству и развитию малых ГЭС, доведя использование национального гидроэнергетического потенциала до 20-30 % и более. Эффективность малых ГЭС обусловлена тем, что при их создании не требуется затопления больших территорий и строительство дорогостоящих больших гидроузлов, сокращаются сроки ввода в эксплуатацию.

Накопленный отечественный и зарубежный опыт дает возможность приступить к более интенсивному и эффективному использованию гидроэнергетического и рыбохозяйственного потенциала рек, озер, прудов и водохранилищ. Однако для практической реализации этой проблемы необходимо решение ряда специфических научно-технических задач:

- обоснованного выбора экономически целесообразных объектов;
- снижение высокой стоимости гидроэнергетического оборудования;
- определение первоочередности строительства водохозяйственных объектов;
- разработка рациональных инженерно-технических решений;
- установление оптимального режима эксплуатации ГЭС и др.

Используя технические разработки проектных организаций Белгидрородхоза, Полесьегидрородхоза и научные данные БГПА, ЦНИИКиВП и других, а также результаты собственных исследований, предлагается все существующие естественные водотоки и водохозяйственные объекты делить по энергетическому признаку на следующие основные группы:

- источники естественные не зарегулированные: реки большие, средние, малые и каналы;

- источники зарегулированные, неэнергетического, преимущественно сельскохозяйственного назначения: пруды и водохранилища;

- источники зарегулированные энергетического назначения: пруды, водохранилища и озера с существующими (полностью или частично) ГЭС.

Эффективное водохозяйственное использование водонсточника каждой группы требует своего методологического и технико-экономического обоснования.

Так, согласно технико-экономическому анализу, практически все существующие водохранилища и часть прудов сельскохозяйственного назначения экономически целесообразно использовать для целей гидроэнергетики. В качестве основного показателя ГЭС следует принимать не установленную мощность, а годовую выработку энергии, которую рационально использовать через местную систему энергоснабжения. При экономической эффективности таких объектов недостаточно учитывать общепринятые параметры - полезный объем водоема, расчетный напор, величину пикового среднегодового стока, техническое состояние сооружений построенного гидроузла. Здесь, как показывают исследования, существенную роль играет принятый режим эксплуатации ГЭС и объекта в целом.

Этот фактор оказывает существенное влияние на выбор типа и стоимость энергетического и силового оборудования, на инженерно-техническое и компоновочные решения гидроузла и его стоимость. Такой методический подход дает возможность получать экономически выгодное техническое решение малых ГЭС на зааккумулированных водоемах с сравнительно малым ($0,1 \dots 0,15 \text{ м}^3/\text{с}$) среднегодовым бытовым расходом воды.

Большим гидроэнергетическим резервом обладают не зарегулированные большие, средние и малые реки. Чтобы приступить к их гидроэнергетическому освоению, необходимо создать принципиально новое гидросиловое оборудование, применяемое на открытых водоемах при низких напорах; разработать принципиально новые технические решения водопропускных сооружений, совмещенных с ГЭС. Создание каскада таких водоподъемных гидроузлов - ГЭС позволит значительно увеличить производство электроэнергии, улучшить гидрологический режим естественных водотоков, повысить эффективность хозяйственного их использования. Над этой проблемой работает лаборатория "Интенсивного использования и охраны водных ресурсов" БСХА.

ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

О.В.Свидерская, к.т.н., доцент (БАТУ)

Проблемы, возникающие при решении вопросов охраны окружающей среды (ОС) при проектировании, сооружении и эксплуатации электрических сетей, могут быть классифицированы следующим образом: оценка степени вредного воздействия электрических сетей на ОС; поиск рациональных путей снижения их воздействия на ОС; выбор оптимальной природоохранной стратегии; реализация природоохранных мероприятий.

Для установления количественных и качественных показателей воздействия электросетевых объектов на ОС производится их расчленение на отдельные составляющие, которые представляются в виде классификационных схем, моделирующих характер воздействия на компоненты ОС. Эти воздействия можно сгруппировать в три больших взаимосвязанных класса:

э к о л о г и ч е с к и й - воздействие на окружающую природную среду и на протекание естественных природных процессов, включает воздействие на растительный и животный мир, микроорганизмы, земельные, водные, воздушные и биологические ресурсы, территорию, климат;

с о ц и а л ь н ы й - влияние на условия жизни, отдыха и реабилитации человека в культурном, эстетическом, рекреационном и санитарно-гигиеническом отношении;

э к о н о м и ч е с к и й - воздействие на общественное производство и его конечные результаты, связан со снижением объемов пищевой, кормовой, промышленно-сырьевой и другой продукции сельским и лесным хозяйством.

Для выявления критериев оптимизации электрических сетей целесообразно использовать иерархический подход. Так, например, если рассматривается критерий - воздействие воздушных линий электропередачи, то используя иерархический подход, его можно расчленить на три подкритерия: воздействие на экологические, на социальные и на экономические системы. Далее внутри каждой системы цели высшего уровня последовательно расчленяются на цели низших уровней по характеру воздействия (механическое, физическое и др.). Расчленение производится до той степени детализации, которая обеспечивает их относительно автономное функционирование.

На основании изучения воздействий воздушных линий на окружающую среду и их последствий при строительстве и эксплуатации составлена классификационная схема, моделирующая воздействия на экологические, социальные и экономические системы.

Декомпозиция воздействий позволяет провести дифференцированный анализ влияния каждого источника воздействия на отдельные факторы и компоненты ОС, по возможности выявить содержание, продолжительность, масштабы и последствия этого влияния и наметить наиболее эффективные мероприятия по охране ОС. Главной целью такого подхода является: выявление факторов воздействия электросетевых объектов на ОС, которые при проектировании не учитываются вовсе или учитываются недостаточно; разделение критериев на количественные и качественные и определение какие из них могут и какие в принципе не могут быть выражены в денежной форме на данном этапе; оценка количественных критериев в денежной форме; учет по возможности, качественных критериев с использованием ряда приемов, позволяющих учитывать затраты экологического и социального потенциала.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМЫХ ТРИТИКАЛЕ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ

В. П. Круглень (БСХА)

За последние годы существенно расширилась география научного сотрудничества Белорусской сельскохозяйственной академии с рядом стран дальнего зарубежья. Такая связь осуществляется на основе личных контактов между учеными академии и зарубежных вузов.

В 1996 году между учеными кафедры генетики и ботаники БСХА и учеными испытательной станции по селекции растений университета Хохенхайм Германии произведен обмен посевным материалом и намечена программа научного сотрудничества в области селекции озимых тритикале.

Коллекция озимых тритикале имеет практическую значимость в том плане, что она может быть использована в селекционно-генетических исследованиях зерновых культур в республике Беларусь.

Из научной литературы известно, что условия произрастания растений в разных агроэко системах оказывают существенное влияние на параметры растений. Поэтому определенное значение имеют исследования, проведенные в различных экологических условиях нашей республики и

Германии. Согласно программе научного сотрудничества нами было высеяно на селекционно-генетическом поле БСХА 150 образцов озимых тритикале. Состояние посевов перед зимовкой и после зимовки оценено согласно методики в баллах от 1 (очень хорошее) до 9 (очень плохое).

Кроме того, намечено проведение ряда исследований по изучению качественного состава зерна тритикале и определению количественных параметров растений. Исследования запланировано провести как на базе БСХА, так и в лабораториях университета Хохенхайм.

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

А.В. Крутов, к.т.н. (БАТУ)

Проблема рационального использования и защиты вод от загрязнений становится все актуальней. Одним из многих источников, снижающих экологическую чистоту окружающей среды, и, в частности, вод, являются автомоторемонтные предприятия, производственные участки райагропромтехники, посты заправки ГСМ, мойки автотракторной техники и сельхозмашин в колхозах и совхозах, которые, зачастую, без предварительной обработки сбрасывают свои сточные воды в канализацию или на поля фильтрации, в овраги и т.п. Как правило, их производственные сточные воды содержат минеральные загрязнения и, особенно, нефтепродукты в дозах, превышающих предельно допустимые показатели. Нефть и ее производные оказывают на поверхностные и подземные воды самое неблагоприятное воздействие. На поверхности рек и водоемов они образуют пленки, отложения на дне, вызывают появление специфического запаха воды, который не устраняется после хлорирования и фильтрования. Известно, что 1 г нефтепродуктов загрязняет 10 м³ воды, а содержание 10 г их в 1 м³ воды делает ее высокоядовитой, в ней гибнет рыба.

Для снижения загрязнения водных ресурсов могут быть использованы многоярусные ловушки нефтепродуктов, которые представляют собой отстойник нефтепродуктов из нескольких ярусов, оборудованный полочными блоками. Уменьшение высоты слоя отстояния позволяет повысить эффективность очистки, ускоряет процесс улавливания нефтепродуктов, а также снижает турбулентное их перемешивание. Известны для очистки нефтесодержащих сточных вод и радиальные нефтеловушки, в которых устроен коаксиально-козырьковый водораспределитель.

После предварительной очистки нефтесодержащих сточных вод с помощью отстойников-ловушек они далее могут очищаться в фильтрах-отстойниках или других очистных сооружениях.

Эффективным способом очистки сточных вод является электрокоагуляция. Нефтепродукты содержатся в сточных водах, как правило, в мелкодисперсном состоянии. На поверхности частиц имеется двойной слой электрических зарядов, что характерно для коллоидного состояния. Поверхностные заряды удерживают коллоидные частицы от слипания и укрупнения. Мелкие же частицы не могут осесть или всплыть из-за броуновского движения молекул воды. Все это препятствует эффективной очистке сточных вод. Коагуляцию способен вызвать электрический ток, пропущенный через систему электродов и очищаемую жидкую среду. При соприкосновении с электродами коллоидные частицы изменяют свой заряд и это приводит к образованию хлопьев, которые оседают или всплывают, а затем удаляются.

Для создания оптимального технологического процесса очистки сточных вод может быть использован метод энергетического баланса и составлено его математическое описание, которое учитывает воздействие внешних и противодействие внутренних факторов, т.е. устанавливает связь между действующими силами и параметрами процесса. Для этого, на основе работ А.Р. Мурзина выбрана механическая модель, состоящая из пружины, поршня и перелусковой трубы с вентиляем. В момент образования границы раздела фаза - среда начальному значению времени $t = 0$ соответствует нижнее положение поршня $H_0 = 0$; промежуточное состояние характеризуется переменной величиной H , верхнее положение границы - предельному положению поршня H_B . При этом, первоначальному состоянию сточных вод с концентрацией загрязняющих частиц (частиц фазы) C_0 и массой m , соответствует максимальное значение потенциальной энергии системы. Загрязненные сточные воды должны перейти к состоянию, при котором потенциальная энергия системы становится минимальной. Движущая сила всплытия (оседания) частиц, содержащихся в сточных водах, представляется в модели силой сжатия предварительно растянутой пружины. При движении поршня вверх в каждую единицу времени через ventиль протекает некоторое количество жидкости. Деформированная пружина стремится к исходному положению и одновременно воздействует на поршень с силой D , пропорциональной перемещению.

Используя принципы теоретической механики (теорему Кенига), линейные зависимости для выражения сил диссипации, потенциальной

силы, получим следующее дифференциальное уравнение, описывающее движение границы раздела фаза-среда при очистке нефтесодержащих сточных вод:

$$\frac{d^2 H}{dt^2} + 2 \frac{B^0}{m} \frac{dH}{dt} + \frac{D^0}{m} H = \frac{D^0}{m} H_B,$$

где $2 B^0$ - единичная сила сопротивления, приходящаяся на единицу скорости перемещения,

D^0 - упругая постоянная пружины.

Решая и анализируя это линейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка, можно выделить параметр, например с размерностью времени, который при различных исходных данных может служить количественной мерой качественных свойств загрязненных сточных вод как дисперсной системы, т.е. характеризовать коллоидно-электрохимические явления, обуславливающие процесс разделения.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО КОМБАЙНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А..С. Добышев, Г.А. Валюженич, А..П. Коленько (БСХА)

Конечная цель сельскохозяйственного производства - получение высоких и стабильных урожаев на базе интенсивных энергоресурсосберегающих технологий. Основой любой интенсивной технологии является соответствующая прогрессивная система машин, включающая в себя новейшие высокопроизводительные средства комплексной механизации. Одним из путей совершенствования систем машин является использование в технологических процессах комбинированных агрегатов, выполняющих несколько операций одновременно, что уменьшает затраты энергоресурсов на единицу получаемого продукта, повышает производительность труда, а также, за счет уменьшения числа проходов агрегатов, понижает вредное воздействие их ходовых систем на почву.

БСХА с ПО «Кузлитмаш» (г.Пинск) разработан и подготовлен к производству многоцелевой комбинированный агрегат (комбайн) для обра-

ботки почвы и посева различных сельскохозяйственных культур (К6).

Комбайн включает:

- навесную вертикально-роторную борону с рыхлителями следов трактора, роторные рыхлительные органы с пальцевыми или режущими зубьями, уплотняющий каток с зубьями и очистителями, прицепное устройство для соединения с сеялкой (может быть навесное устройство для навешивания пневматической или механической сеялки);
- сеялку прицепную или навесную шириной захвата 4 м, или навесную сеялку шириной захвата 6 м (типа СПУ-6) для засева зерновых, бобовых, масличных культур, трав и др. При помощи универсальных высевających аппаратов с килевидными или дисковыми сошниками. Комбинированная почвообрабатывающая часть, при необходимости, может работать без сеялки, как и сеялка без почвообрабатывающей части.

Проведенные нами экспериментальные исследования вертикально-роторной бороны (ВРБ) в полевых условиях показали, что ее применение для предпосевной обработки почвы не только соответствует всем агротехническим требованиям, но и достаточно эффективно с точки зрения повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Так, урожайность пшеницы при использовании для предпосевной обработки почвы ВРБ и различных способах посева составила 51,9...42,0 ц/га. Это на 7...13% больше, чем при культивации с боронованием традиционно применяемыми для этого машинно-тракторными агрегатами (большое значение из интервала процентов) и при почвообработке комбинированными агрегатами типа РВК, АКШ (меньшее значение из интервала %). Урожайность ячменя и льна-долгунца, предпосевная обработка почвы под которые выполнялась ВРБ, больше на 4...11% и 7...16% соответственно. При этом внутри процентного интервала другие способы предпосевной обработки имели примерно такие же приоритеты, как и для пшеницы.

Таким образом, использование на посевных операциях многоцелевого комбайна не только устраняет временной промежуток между обработкой почвы и посевом сельскохозяйственных культур, но и обеспечивает наилучшие агротехнические показатели. Однако известно, что тягово-приводные агрегаты потребляют на 40-50% энергии больше в сравнении с обычными тяговыми МТА. Поэтому необходима технико-экономическая оценка многоцелевого комбайна путем сравнения его энергоресурсных показателей с соответствующими показателями МТА, традиционно используемых на предпосевной обработке и посеве сельскохозяйственных культур. В качестве таких показателей были приняты затраты рабочего

времени (чел.ч) и расход топлива (кг) приведенные к условному эталонному гектару.

Часовые нормы выработки МТА, а также погектарный расход топлива соответствуют эксплуатационным в полевых условиях восточной и северо-восточной зон Республики Беларусь и определены в процессе экспериментальных исследований.

Проведенный анализ технико-экономических показателей объективно доказывает значительную, в сравнении с существующими технологическими посевными агрегатами, эффективность разработанных многоцелевых комбайнов К4 и К6. При значительной засоренности посевных площадей камнями, когда использование агрегатов К4 и К6 не рекомендуется, следует производить предпосевную обработку почвы и посев агрегатами К-701, АКШ-7,2, МТЗ-80, СПУ-6, показатели эффективности которых близки к аналогичным у агрегата К6.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ И ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО АГРОБИЗНЕСА

А.Н. Карташевич, С.А. Носкова

Приоритетными направлениями развития Республики Беларусь являются аграрно-промышленный комплекс и экспорт продукции, в том числе сельскохозяйственной. Для осуществления этих важных задач в условиях реформирования аграрно-экономического образования важное значение приобретает учет фактора конкурентоспособности отечественных специалистов на международном рынке труда. Здесь особая роль отводится международному сотрудничеству с западными вузами с уже сложившимися системами подготовки специалистов.

Белорусская сельскохозяйственная академия начала подготовку специалистов с высшим образованием по следующим направлениям: мировая экономика и международные экономические отношения, коммерческая деятельность на рынке товаров и услуг, правовое обеспечение агробизнеса, маркетинг. Введение новых специальностей означает не только разработку новых учебных курсов и исключение тех, которые утратили актуальность, но и изменение структуры учебных планов в пользу современных курсов. В частности, усиливается значимость дисциплин, связанных с изучением, анализом и управлением рынками.

Совершенствование учебного процесса осуществляется во многом благодаря сотрудничеству академии с ведущими университетами Германии, Франции, Великобритании, Голландии, США и участию в Европейских программах "TEMPUS", "TACIS", "INTAS". На базе зарубежных университетов ведется подготовка и переподготовка профессорско-преподавательского состава академии в форме кратко- и долгосрочных стажировок. Переподготовка преподавателей английского и немецкого языков осуществляется в летних школах, проводимых Британским советом, посольством США и институтом имени Гете на базе академии. Современной иностранной литературой обеспечиваются не только специальные кафедры экономического профиля, но и созданные методические кабинеты английского, французского и немецкого языков. В рамках договоров о сотрудничестве с зарубежными университетами и международных программ предусмотрена поставка в академию современной вычислительной техники.

Студенты, владеющие на достаточно высоком уровне иностранными языками, пользуются преимуществами при направлении на зарубежные культурно-ознакомительные и производственные практики, что является существенной мотивацией для углубленного и целенаправленного изучения.

Это дает основание полагать, что в ближайшем будущем будут подготовлены специалисты, способные обеспечить выполнение задач в области международного агробизнеса.

DIRECT SEEDING - CURRENT STATE AND ITS POTENTIALS IN EASTERN EUROPE

R. Yahaya¹⁾, T. Frick²⁾ and K. Kuller²⁾

¹⁾Byelorussian Agrarian Technical University; Minsk, Republic of Belarus

²⁾University of Hohenheim, Institute for Agricultural Engineering in the Tropics and Subtropics; Stuttgart, Germany

Introduction

Among many farmers all over the world crop production without using the plow has become common practice. With regard to ever decreasing market prices for agricultural products a further reduction of costly tillage operations or even

complete renunciation of soil labor would be desirable in modern farms. In this view direct sowing, i.e. planting without any preliminary tillage, is the final and logical consequence of this thought.

Besides its economical benefits the direct sowing system offers a series of ecological advantages which are of increasing global concern, e.g. effective erosion control, favorable water balance and reduced energy expenditure. It is estimated that the global emissions of carbon dioxide (CO₂) could be reduced by 3,3 Gt if the direct sowing system was applied in all suitable fields in the former Soviet Union (Gaston et al., 1993). Glazovskaya (1996) estimates the annual storage capacity for atmospheric carbon by improved humus formation in Russia to 2,5 Gt a⁻¹. In the contrary 400-750.000 t a⁻¹ of fixed C are released to the atmosphere due to intensive tillage practices (Orlov, 1996). Savings of up to 16% of CO₂-emissions could be achieved if minimum-tillage or direct sowing were practiced in a global scale (CTIC, 1996).

In USA, South America and Australia the direct sowing system is already applied to more than 15 millions of hectares. Although conventional methods are still predominating in Europe an increasing number of European farmers are becoming aware of the benefits of the no-till cultivation method. There is mounting evidence that direct sowing offers great potentials, particularly to the great farms in the East of Germany and in Eastern Europe. The increasing interest of manufacturers of agricultural machinery to develop suitable equipment might serve as a reliable indicator for this tendency (Kuller, 1995).

Direct sowing must be considered as a new cropping system and scientific as well as practical expertise is required from nearly all agricultural disciplines in order to successfully introduce the system. Site specific peculiarities, e.g. climate, soils, crop rotations and socio-economic factors play an important role and should be known before the application of the system is taken into consideration. In order to avoid failures available information should be gathered and evaluated and further research should be undertaken.

This paper intends to evaluate the present state of no-tillage technology and to summarize the available knowledge. Preliminary results of ongoing research shall be presented and future research needs will be derived. Finally the implications of these thoughts to East European Agriculture will be discussed.

Available knowledge and further research needs

Site specific requirements

Best results can be expected in stable structured soils that are rich in potassium and humus. Clayey and loamy, biologically active soils show high potentials while sandy soils with low humus contents are less apt. Direct sowing is advan-

tageous in stony shallow soils as less stones are lifted during tillage and wear to machine components is reduced to a minimum. Least potentials are in water-logged, poor drained soils as earthworm population and root development are adversely affected.

Favourable soil conditions prevail in many regions in the Russian Federation, e.g. North-west, Central, Volga-Vyatsky, Central clay-loamy, Povolgisky, North-Caucasus, Ural, West-Siberian and Eastern-Siberian. The total arable land in Russia is estimated to 1.640 billion hectares, 65,6% of which are leveled land and 34,4% are situated in mountain regions (Simakova et al. 1996).

Crop residues and mulching

Permanently covering the soil is a basic requirement for a successful direct sowing system. It can be realized by leaving crop residues in the field or by growing cover crops after the harvest of the main crop. Experiences from England show that removal or burning of crop residues (CR) might result in long term yield decreases of more than 30%. Organic soil cover protects the soil from erosion and enables development of biologic activity. Mulch offers sound conditions for the earthworm population which is crucial for formation of a natural pore system. However, some crops, e.g. cotton, soybean and lupine produce only little amounts of residues which might result in soil cover rates less than 70%. In this case mulch supplementation should be taken into consideration.

Tillage intensity has increased biological activities in no-tilled land (Kormmann, 1997) and the presence of CR on the soil surface has improved soil resistance to compaction from tractors and harvesters (Maillard et al., 1997). In regions with high snowfall, CR-cover could contribute to a reduction of high soil losses during snow melting, which are estimated to $700 \text{ kg a}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ (Orlov, 1996). Long term observations of Maillard et al. (1997) and Casico (1997) showed reduced erosion and improved water infiltration under no-till conditions.

Weed control

The common, indirect measures to control weed pressure, e.g. crop rotation, inter cropping, fertilization are fully applicable to the direct sowing system. In addition direct sowing offers some more features: By avoiding soil tillage weed emergence can effectively be suppressed. Higher biological activity in no-tilled soils accelerates decomposition of weed seeds and thus reduces weed infestation.

In view of herbicide utilization direct sowing requires some precautions. Herbicides must not be harmful to the soil organisms. Soil effective herbicides might be less performant when applied in covered soils. Herbicides that have an effect on leaves should therefore be preferred. Long term experiences show that direct

sowing does not mean higher herbicide demand. On the contrary, in numerous cases savings in pesticides have been observed. In addition there was no change in herbicide's effectiveness on four cropping systems including no-till after more than 25 years of practice (Mayor and Maillard 1992, 1993, 1996).

The most practiced crop rotations in Belarus are sugar-beet/winter wheat, winter barley or winter wheat/rape, winter wheat/winter barley, maize/winter wheat, potato/winter barley. Thus weed control can be achieved by using pre-seeding herbicides pre-emergence and post-emergence herbicides as recommended by Basch and Buhrnsen (1997).

Technical issues

At present there are worldwide more than 60 manufacturers of machinery that is suitable for direct sowing. Basic requirements to direct sowing equipment are low soil disturbance, and trouble free operation even in soils covered with high amounts of organic matter. There are two main principles of mulch penetrating mechanisms, i.e. by rigid tines and discs coulters. When operating the machine in dense soil cover furrow cleaner might be necessary to avoid blocking of the coulters.

Experiments under field conditions of coulters removers have shown good performance with working drive speeds up to 12 km h^{-1} (Rump, 1997). For heavy and wet residues, hard soils and sod, the disc coulters direct drills could be ideal, due to their V-wheel which pushes soil in and around the seedbed (Lessier, 1997).

Economical considerations

On large farms cropping systems, profitable cereal production is impossible to obtain by using 3-4m wide, PTO-driven machines. Apart from larger working widths and more powerful tractors, ploughless tillage also allows large farms to reduce costs considerably. At the University of Hohenheim experiments were carried out in order to compare the economic potentials of different tillage systems, i.e. conventional, conservation and no-till, for large farms (100 ha). Working time requirements for the different systems are shown in Table 1.

Results of the economical considerations for seedbed preparation are presented in figures 1 and 2. For farm sizes up to 1.000 ha a rapid decrease in costs for seedbed preparation can be observed for all types of cultivation and for all types of soils. In general, the costs for no-till cultivation are significantly less than for conventional and for conservation tillage. It becomes clear that, on large farms, cultivator drilling (Airseeder) and direct drilling are the only alternatives to traditional tillage methods using ploughs. On farms with several thousands hec-

tares, ploughless tillage with PTO-driven machines - a method that is often applied in western Germany - is clearly more expensive than conventional tillage with a plough (Kuller, 1997).

Table 1. Soil cultivation and seedbed preparation (productivity: 8 ha/h)

Tillage systems	Soil type	
	Light	Heavy
Conventional tillage - ploughing, separated	ploughing/seedbed preparation/drilling; 3 separated operations (2 ploughs with 8 tines, 1 seeder of 12 m width of 150hp) 4 hours	ploughing/seedbed preparation/drilling; 3 separated operations (2 ploughs with 8 tines, 1 seeder of 12 m width of 150hp) 5 hours
- ploughing combined	ploughing/seedbed preparation and drilling combined; 2 operations (2 ploughs with 8 tines; combination of soil preparation and seeding tools of 4m width 190hp) 4 hours	ploughing/seedbed preparation and drilling combined; 2 operations (2 ploughs with 8 tines; combination of soil preparation and seeding tools of 4m width with 190hp) 5 hours
Conservation tillage - ploughless	cultivator or disc harrow/seedbed preparation and drilling combined in 2 operations 4 hours	cultivator or disc harrow/seedbed preparation and drilling combined in 2 operations 5 hours
- rotary drilling		4 implements combination (rotary/seedbed, 4m width, 350 hp), one operation 4 hours
- cultivator drilling (Airseeder)	cultivator/drilling (9 m width, 350hp) 1 hour	cultivator/drilling (9 m width, 350hp) 1 hour
No-till (direct seeding)	special seeding machine in one operation (9 m width and 250hp) 1 hour	special seeding machine in one operation (9 m width and 250hp) 1 hour

Source: Kuller 1996

When considering the economic effects of conversion from tillage to conservation tillage one should always keep in mind that the changes are a complex process. A successful conversion requires precise planning and preparation. An economical evaluation of the conversion requires a full-cost pricing of the complete

crop production. Simple machinery cost calculations or break-even analyses are insufficient. The largest effect of the conversion occurs in labour productivity, which might increase dramatically (Linke, 1997).

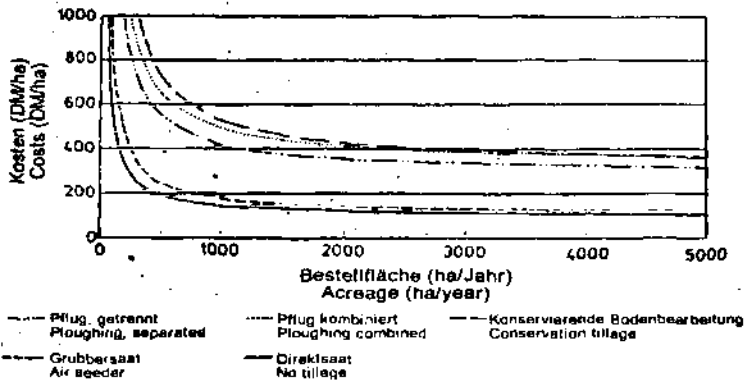


Figure 1. Costs for seedbed preparation in light soils.

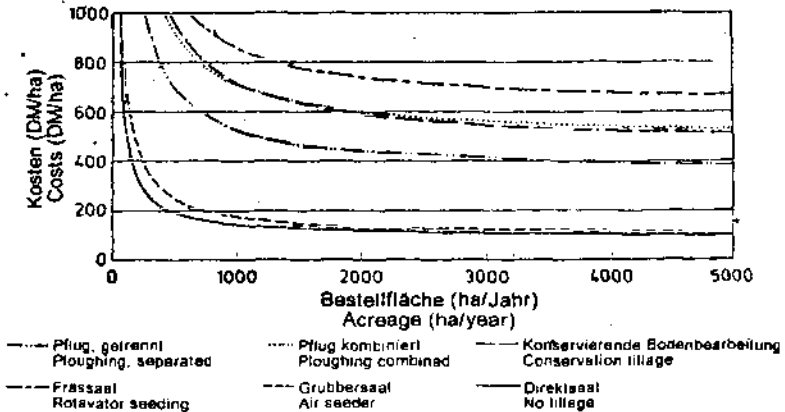


Figure 2. Costs for seedbed preparation in heavy soils

Conclusions and Recommendations

Direct sowing, i.e. no-tillage combined with effective crop residue management has proved to be a highly efficient cropping system that offers answers to both, agro-economical as well as ecological questions of global concern. In many regions of the world the benefits of direct sowing have already been recognized and appreciated. There is increasing evidence that direct sowing will play an important role also in European farming systems. A great potential can be assumed for the East European large-scale farming systems.

In view of the encouraging results that are already available further research and development in order to adapt the system to the prevailing conditions in Eastern Europe seems to be highly promising. Site-specific solutions are required to minimize fertilizer and pesticide expenditure. From the technical point of view emphasis should be put on the development of optimized machinery for soil opening in moist soils with high amounts of crop residues.

Literature

- Basch G. and Buhnsen A. 1997. Effect of tillage systems on herbicide dissipation (an experimental approach at field scale). In: Field site characteristics, experimental features and tillage techniques. pp. 25-40.
- Cascio B. Lo, Casa R. and Rossini F. 1997. Soil properties affected after 9 years of different tillage systems on continuous wheat in Central Italy. Proceedings 14th ISTRO Conference, July 27-August 1, 1997 (2A): 139-142. Pulawy, Poland.
- CTIC-Conservation Technology Information Centre, 1996. CTIC Partners 14(3), April/May 1996.
- Gaston G.G., Kolchugina, T. and Vinson T.S., 1993. Potential effect of no-tillage management on carbon in the agricultural soils of the former Soviet Union. *Agriculture, Ecosyst. Environm.* 45,295-309.
- Glazovskaya M.A. 1996. Role and functions of the pedosphere in geochemical carbon cycles. *Soil Science* (2): 174-186. Russia.
- Kuller K. 1995. Direktsaat. DLG-Merkblatt 293. Germany.
- Kuller K. 1996. Production des cereales sans labour. *Revue suisse d'agriculture* 28(1): 30-33.
- Kuller K. 1997. Tillage. *Jahrbuch Agrartechnik* (9): 95-102. Germany.
- Kornmann M. and Kuller K. 1997. Ecological and economical effects of different tillage systems. Proceedings 14th ISTRO Conference, July 27-August 1, 1997, (2B): 391-394, Pulawy, Poland.

- Linkè C. 1997. Methods and economics of the conversion of large scale farms from conventional tillage to conservation tillage and no-tillage. Proceedings 14th ISTRO Conference, July 27-August 1, 1997, (2B): 419-422, Pulawy, Poland.
- Maillard A. 1995. Resultats d'un essai de culture sans labour depuis plus de 20 ans a Changins. Revue suisse d'agriculture 27 (1): 5-10; 27 (4): 229-236. Switzerland.
- Lessier F 1997. No-Till Farmer (May). USA.
- Orlov D.S., Biriukova O.N. and Rozanova M.S. 1996. Real and apparent losses of organic matter by spoils of Russian Federation. Soil Science (2): 197-207. Russia.
- Rump B. and Knller K. 1997. Evaluation of residue removers under no-till conditions in Western Europe. Proceedings 14th ISTRO Conference, July 27-August 1, 1997, (2B): 575-578, Pulawy, Poland.
- Simakova M.S., Tonkonogov V.D. and Shishov L.L. 1996. Soil resources of Russian Federation. Soil Science (1): 89-98. Russia.

СПИСОК АВТОРОВ (Часть 1)

- А**
 Алексеева Е.И. 145
 Алфимова З.Д. 70 Б
Б
 Безруких П.П. 21
 Безруков А.И. 43
 Богдевич И.М. 35
 Божко Л.Д. 9
 Борисовец Т. 73
 Ботвин В.Л. 95
 Бута А.В. 97
 Бученков И.Э. 60
 Вейсгауз Г. 119
 Vorodin I. 119
В
 Валькевич Т.И. 55
 Веремейчик Л.А. 35
 Вереща М.В. 43
 Ветров В.С. 138,153
 Вильдфлуш И.Р. 45, 70
Г
 Герасимович Л.С. 11
 Глущенко Л.Ф. 94
 Глущенко Н.А. 94
 Головатый С.Е. 35
 Горбатенко И.В. 117
 Горбачев Ю.И. 151, 152
 Городецкая Е.А. 142
 Груданов В.Я. 111
 Гулько Т.В. 84, 87
 Гургенидзе И.И. 133
Д
 Дайнеко Т.М. 35
 Денисов А.А. 140
 Дервинский А.В. 62
 Дмитриев А.М. 9, 153
 Довнар В.С. 31
 Долгоголов Р.М. 43, 123, 125, 126
 Драганов Б.Х. 71
 Дубяго А.А. 151
Е
 Efashkin G. 119
Ж
 Жариков Н.И. 104
 Жужман А.И. 145
З
 Зельцер А.М. 126
 Зильберлейт М.А. 117
И
 Йахайя Р. 16
К
 Кажуро А.Н. 152
 Камински Ян. 68
 Каминьски Э. 13
 Камюнка Ян. 66
 Кацлылович И.И. 117
 Карпов В.Г. 145
 Карташевич В.И. 28, 32
 Кебич М.С. 117
 Келлер К. 16
 Козлов А.Г. 91
 Козлова Л.М. 56
 Космович Ю.Б. 106
 Кременевский А.Н. 190
 Крутов А.В. 100
 Крутова Е.А. 100
 Кукреш С.П. 70
 Кундро А.Т. 156
Л
 Лавренко С.М. 71
 Лешко А.Ф. 129
 Лещенко А.И. 97
 Ловкис З.В. 25
 Лопарев Л.А. 56
 Лут Н.Т. 89
 Лысенко В.Ф. 95
М
 Малашко В.В. 104
 Малаярчук В.А. 123
 Маркевич А.Е. 51
 Мееровский А.С. 18
 Мелещенко Б.А., 138
 Миккулич Е.Л. 104
 Мищенко А.В. 89
 Мухаммадьяров Ф.Ф. 82
Н
 Николаенков А.И. 138
О
 Олейник А.П. 89
 Ода Т. 119
П
 Павлов М.Я. 111
 Персикова Т.Ф. 40
 Пироговская Г.В. 55
 Плященко С.И. 75
 Поляк В.Е. 43
 Ptiсор I. 119
Р
 Равинский А.М. 11
 Рубель Г.М. 147,150
С
 Самошкина С.Н. 111
 Савиных П.А. 79
 Самеров В.Ф. 7, 28
 Сапего В.И. 75
 Сапун О.Л. 11
 Сашко К.В. 129
 Седаков Е.В. 109
 Семизон А.В. 138,139,140
 Сильченко А.А. 63
 Синкевич П.Н. 31
 Смагина Т.В. 135
 Сорочинский Л.В. 55
 Стребков Д.С. 21
 Сысуев В.А. 82
 Сысуев В.А., 79
Т
 Таруткин В.И. 142
 Терпиловский К.Ф. 106, 156
 Трелалико Л.И. 7
 Троцкая Т.П. 130, 131
 Тюхов И. И. 21
Ф
 Фрих Т. 16
Х
 Хайгин И.А. 152
 Ходякова Г.Ф. 70
Ц
 Цыганов А.Р. 45, 70
Ч
 Чернышев С.В. 153
 Чепмоеш Г.П. 114
Ш
 Шаловалова Н.М. 97
 Шаршуков И.А. 48
 Шипаков Е.П. 117
 Шостак В.В. 151
Я
 Явчуновская С.В. 126
 Явчуновский В.Я. 123,125,126

СПИСОК АВТОРОВ (Часть 2)

А

Азаренко В. В. 17, 23
 Александровичеос А. 29
 Андрищенко С. А. 98
 Астахов В. С. 49
 Афанасий Г. И. 93

Б

Бадиггер Е. Я. 111
 Бакач Н. Г. 17
 Батюк Ф. Ф. 122
 Безруков А. И. 98
 Белковский В. И. 93
 Беляк А. К. 64
 Беляк К. Т. 64, 66, 69
 Бирюков М. П. 69
 Богатырева Е. Н. 115
 Божок В. Н. 20
 Бохан Е. Н. 64, 66
 Бохан Н. И. 64, 66, 69

В

Валюженя Г. А. 130
 Вергейчик Л. А. 74
 Видро В. Л. 98
 Войтюк Д. Г. 55
 Г
 Германас Л. 31
 Головатый С. Е. 115
 Горин Г. С. 71

Д

Даутина Д. Б. 93
 Дидур В. А. 82
 Дмитриел А. М. 101
 Добышев А. С. 130
 Драганов Б. Х. 7, 55
 Дубиковский Г. П. 100
 Дутко Л. Ю. 69
 Дымар О. В. 101

Ж

Жигарев П. Ф. 115
 Жуков И. Л. 23

И

Иванов В. П. 78
 Иванов И. А. 52, 85, 89
 Иойшер А. М. 111

Й

Йахайя Р. 74, 133

К

Калиновский В. Р. 52
 Калугин А. Н. 82
 Кашевич В. М. 52
 Карташов А. Н. 91, 132
 Ключков А. В. 80
 Ковалев В. Я. 101
 Ковальчук О. Н. 118
 Коленько А. П. 130
 Колос В. А. 57
 Константинов В. М. 73
 Коробко В. И. 78
 Короткевич А. В. 66
 Кругляк В. П. 127
 Крутов А. В. 128
 Кузнецка О. О. 69
 Куреш С. П. 107
 Кулицик Н. Ф. 60
 Кусин Р. А. 52
 Кшлел К. 133

Л

Лакуста И. Г. 63
 Ларченко Л. В. 20
 Ларьков В. М. 122
 Лентеев А. А. 60
 Лисовский А. Л. 73
 Литвинов С. А. 44
 Луцаков Н. Ф. 47

М

Мажугин Е. И. 91
 Мартынов Н. П. 63
 Маруда Н. С. 15
 Мельников Е. С. 15
 Мяташ Е. А. 119
 Мисун Л. В. 96
 Мойсейкина И. И. 7
 Мрочек Ж. А. 89

Н

Нагорский И. С. 17
 Нестеренок В. А. 23
 Никончук А. П. 15
 Носкова С. А. 132

О

Ораа А. Н. 12

П

Панкрутевая Л. И. 115
 Пастушок В. Б. 15
 Пиуновский И. И. 25
 Пилик С. А. 23
 Победневский В. М. 111
 Поддубная О. В. 107
 Поляк В. Е. 98
 Прищепов М. А. 116
 Пятниця Д. С. 93

Р

Рвмыслович И. Р. 15
 Рожков С. В. 111
 Романюк Н. Н. 34, 40
 Русан В. И. 118, 119
 Рутковский И. Г. 116

С

Свидерская О. В.
 103, 108, 109, 126
 Свидерский В. Ф. 103,
 108, 109
 Семенов В. И. 78, 92
 Скребилик С. 29
 Солонко И. Н. 66, 69
 Старуш И. Г. 111
 Стукич С. А. 47

Т

Таболевич Л. А. 20
 Танаев В. 74
 Точицкий А. А. 15

Ф

Фрик Т. 133

Х

Хороцкий А. Н. 64

Ч

Чигарев А. В. 38
 Чигарев Ю. В. 38, 40, 44

Ш

Шестерень В. Е. 120
 Шило И. Н. 57
 Шилев А. С. 47
 Шкутов Э. Н. 93
 Штемпель О. П. 73
 Шульга В. А. 120