



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

Ministry of Agriculture, Russian Federation
OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER N.V. PARAKHIN



**XIV Международный научно-практический семинар
XIV International Science-Practical Seminar**

**«Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке
сельскохозяйственной продукции»
«Resource Saving Technologies at Storage and Processing of
Agricultural Production»**

**28-29 июня 2018 г.
г. Орёл**

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.В.ПАРАХИНА»**

**Ministry of Agriculture Russian Federation
OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER N.V.PARAKHIN**



**XIV Международный научно-практический семинар
XIV International Science-Practical Seminar**

**«Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке
сельскохозяйственной продукции»
«Resource Saving Technologies at Storage and Processing
of Agricultural Production»**

**28-29 июня 2018 г.
г. Орёл**

УДК 631.563:620.93(100)(06)

Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции: Материалы XIV Международного научно-практического семинара. – Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2018. – 308 с.

Сборник подготовлен на основе материалов XIV Международного научно-практического семинара, состоявшегося 28-29 июня 2018 г. на кафедре «Инженерная графика и механика» факультета агротехники и энергообеспечения Орловского ГАУ.

Вопросы ресурсо- и энергосбережения являются весьма актуальными при хранении и переработке продукции сельского хозяйства и находятся в области научных интересов многих ученых в России и за рубежом.

Тематика представленных на семинаре научных работ весьма широка и многогранна: моделирование и расчет сооружений и предприятий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; технологии совершенствования инженерного оборудования предприятий по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции; технический сервис в АПК; энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии в АПК; вопросы подготовки кадров для перерабатывающей промышленности.

Материалы семинара будут полезны для специалистов агропромышленного комплекса, инженерно-технического персонала, научных сотрудников, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов аграрных и технических вузов.

УДК 631.563:620.93(100)(06)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

«ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТОВ СООРУЖЕНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

РАЗВИТИЕ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗОН СТРУКТУРНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ	
В.Г. Малинин, Н.А. Малинина, В.В. Малинин, А.А Димов.....	9
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗОН СТРУКТУРНЫХ И МАКРОКОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ НА МАГНИТОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СТАЛЬНЫХ ПЛАСТИН	
В.Г. Малинин, Н.А. Малинина, В.В.Малинин, А.А Димов, Д.В. Мавлюбердинов.....	17
ДИАГНОСТИКА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕЗОМЕХАНИКИ	
Н.А. Малинина, А.А. Димов, Т.А. Лабусова.....	27
PLASTIC AND CREEP DEFORMATION IN STRESS-DROP TEST	
Rusinko Andrew.....	34

СЕКЦИЯ 2

«ТЕХНОЛОГИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ОЗОНА ДЛЯ НУЖД АПК	
В.В. Андреев.....	40
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ	
И.С. Добычина, Е.Н. Семешина.....	44
ПРОВЕДЕНИЕ ТЕСТОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ МЕТАБОЛИТОВ ГРИБА TRICHODERMA НА ПАТОГЕН RHIZOPHTHORA INFESTANS	
И.С. Добычина.....	48

HEAT AND HUMIDITY THE ANALYSIS OF THE HETEROGENEOUS MASS OF STORED AGRICULTURAL RAW MATERIALS	
A. M. Moiseenko, V. I. Kondrashov.....	52
ГИДРАТАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА, КОАГУЛЯЦИЯ ФОСФАТИДОВ И ВОСКОВ	
П.И. Осадчук, Е.В. Мищенко.....	77
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОМЕОПАТИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Паяков Станил Иванов.....	83
СОВРЕМЕННЫЕ РОТОРНЫЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ	
А. М. Полохин, А.О. Лаптев.....	89
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	
А. М. Полохин, Д. С. Семенихин.....	93
ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА ПАР ТРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВОДОРОДНОГО ИЗНАШИВАНИЯ	
М.А. Рыженков, Е.А. Булгаков, И.С. Добычина, В.В. Леонов, С.В. Сенин.....	97

СЕКЦИЯ 3 «ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК»

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ У ДИЗЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	
О.О. Багринцев, М.И. Серебряков, С.С. Доманов, Н.Н. Замятин.....	101
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОД, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ	
А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, О.О. Багринцев.....	104
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	
А.В. Брусенков, В.П. Капустин.....	109
ИТОГИ ИСПЫТАНИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ	
В.В. Виноградов.....	117
ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРПУСА ПОДШИПНИКА КОМБАЙНА JOHN DEER	
И. С. Кузнецов, Е.Н. Семешина.....	122

МОДЕЛЬ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ Р.И. Ли, А.Н. Быконя.....	127
ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПОЛИМЕРНОГО НАНОКОМПОЗИТА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОК ПОДШИПНИКОВ В УЗЛАХ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ Р.И. Ли, В.А. Малюгин.....	131
ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ДЛЯ ФИКСАЦИИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ Р. И. Ли, А. В. Пчельников.....	135
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ МАТЕРИАЛОВ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ Н.А. Малинина, О.С. Итченко.....	140
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В.А. Тютин, Л.В. Лукиенко.....	150

СЕКЦИЯ 4
«ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК»

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВАХ АПК ЛИВЕНСКОГО РАЙОНА ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ М.В. Бородин.....	157
КОНСТРУКЦИЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов.....	162
РАСЧЁТ ПРОЧНОСТИ САМОЛЁТОВ И.Л. Волкова.....	166
К ВОПРОСУ О ХИМИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА М.В. Воронкова.....	168
КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПОЛ-АОЗ КАК ФАКТОР РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ Н.В. Ермакова.....	170

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Л.Н. Илюшина.....	174
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА МОЛОТКОВЫМИ И ДИСКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ	
Л.А. Лопатин.....	177
ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЯ, РАЗВИВАЕМОГО СОСКОМ ВЫМЕНИ КОРОВЫ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕГО ДИАМЕТРА	
А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова.....	182
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ	
Н.В. Махиянова.....	186
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ АПК	
Е.Б. Нижник.....	189
ВИДЫ ВТОРСЫРЬЯ, СПОСОБЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО	
Т.Г. Павленко.....	194
ВИДЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ПРИЧИНЫ ИХ ИСТОЩЕНИЯ И СПОСОБЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
Т. Г. Павленко.....	202
ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ТРУБЫ (ПЕРЕХОДНИКА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATHCAD	
Т.А. Павлова, М.Н. Уварова.....	207
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ	
Т.А. Павлова, Ш. Яшузакова.....	211
СЕЯЛКИ ПРЯМОГО ВЫСЕВА	
А. М. Полохин, Р. А. Ноздрачев, А. Н. Ховрин.....	216
СОВРЕМЕННЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ. ВЭМЗ КПП-8В И КОРММАШ КПС-4-3Р	
А.М. Полохин, Н.Д. Шманев, Д.А. Анненков.....	220
АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ФИЛИАЛА ПАО «МРСК ЦЕНТРА» - «ОРЕЛЭНЕРГО» СОСКОВСКИЙ РЭС	
А.И. Псарев.....	223

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ФИЛИАЛА ПАО «МРСК ЦЕНТРА» - «ОРЕЛЭНЕРГО» КРОМСКОЙ РЭС	
А.Е. Семенов.....	228
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	
Р.С. Сингатулин.....	232
СВЕКЛОСАХАРНЫЙ ПОДКОМПЛЕКС КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ АПК РЕГИОНА	
Д.В. Уваров, Д. Бобровский.....	236
АНАЛИЗ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СВЕКЛОСАХАРНОЙ ОТРАСЛИ РЕГИОНА	
Д.В. Уваров, М. Харин, И. Царьков.....	240
СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ	
Д.В. Уваров, И. Царьков, М. Харин.....	245
ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ КУЛЬТИВАТОРНОЙ ЛАПЫ ПО МИНИМАЛЬНЫМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЗАТРАТАМ	
О.А. Чехунов, А.В. Асыка.....	250

СЕКЦИЯ 5

«ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

СПЕЦИФИКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ	
С.Н. Аксененкова.....	254
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ: УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
В.В. Виноградов.....	258
ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ГРУЗОПОДЪЕМНЫМИ МАШИНАМИ	
И.Л. Волкова.....	263
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИЯХ В ВУЗЕ	
Л.И. Гольцова, М.В. Баркова.....	266
МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
А.И. Горбатенко.....	268

ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В АГРАРНОМ ВУЗЕ	
А.И. Горбатенко.....	277
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ПОТРЕБ- НОСТИ ЧЕРЕЗ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ	
С.Ю. Гришина.....	283
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ КАК ЗА- ЛОГ УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА	
С.Н. Коношина.....	287
ВИБРАЦИОННЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАС- СООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	
Е.В. Мищенко, А.О. Лаптев.....	291
ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ	
Л.Ф. Ставчикова.....	295

СЕКЦИЯ 1
«ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И
РАСЧЕТОВ СООРУЖЕНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

УДК. 539.4

РАЗВИТИЕ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА С
ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗОН СТРУКТУРНЫХ
КОНЦЕНТРАТОРОВ

В.Г. Малинин, д.ф.-м.н., профессор

Н.А. Малинина, д.т.н., профессор

В.В. Малинин, к.т.н., доцент

А.А. Димов, инженер-конструктор

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF MAGNETIC MEMORY
OF METAL WITH THE OBJECTIVE OF ESTIMATION OF THE
QUALITY OF STEEL PRODUCTS ON THE BASIS OF THE
ANALYSIS OF ZONES OF STRUCTURAL CONCENTRATORS

V.G. Malinin, Doctor of physical and mathematical sciences,
professor

N.A. Malinina, Doctor of technical sciences, professor

V.V. Malinin, Candidate of technical sciences

A.A. Dimov design-engineer

Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: на основе методов структурно - аналитической мезомеханики сформулированы тензорные характеристики собственного магнитного поля рассеяния, дано их экспериментальное обоснование и проведены исследования, позволяющие выполнить оперативный контроль качества стальных изделий ответственного назначения.

Abstract on the basis of the methods of structural-analytical mesomechanics, tensor characteristics of the intrinsic magnetic field of scattering are formulated, their experimental substantiation is given, and studies allowing performing the operational quality control of steel products of responsible use are given.

Ключевые слова: собственное магнитное поле рассеяния, тензор магнитной дисторсии, инвариантные характеристики, критерии оценки структурных концентраторов.

Keywords: intrinsic magnetic field of scattering, magnetic distortion tensor, invariant characteristics, criteria for evaluating structural hubs.

Важной проблемой по оценке качества ответственных стальных изделий на этапе приёмки готовых деталей и при их контроле в процессе эксплуатации является необходимость оперативно оценивать уровень внутренних напряжений, а также опасность зон структурных концентраторов, которые способны привести деталь к выходу из строя. Неразрушающий метод контроля, основанный на эффекте магнитной памяти металлов [1], позволяет оперативно и с хорошей достоверностью исследовать структурную и технологическую наследственность изделий машиностроения. На основе метода магнитной памяти авторы разработали методики контроля качества новых изделий [2, 3], с целью определения их предрасположенности к повреждениям в процессе эксплуатации.

В настоящей статье представлены тензорные параметры собственного магнитного поля рассеяния (СМПП) на основе которых выполнены экспериментальные исследования зон структурных концентраторов по всей рабочей части стальных болтов. Приведены данные о зонах структурных концентраторов в новых болтовых изделиях, позволившие разработать оперативную методику контроля их качества.

1. Тензорные характеристики собственного магнитного поля рассеяния. Важной задачей является развитие экспериментально-теоретических моделей, отражающих основные закономерности эволюции структурных напряжений, основанных на регистрации параметров собственного магнитного поля рассеяния (СМПП). Необходимо введение соответствующих понятийных представлений и математического инструментария. В этом случае измеряя напряженность магнитного поля H_i , можно определить распределение H_i по координатам исследуемого изделия. Для проверки существования СМПП в образце как векторного объекта после деформирования материала были выполнены эксперименты на тонких стальных пластинах. Использовались пластины без концентраторов и с различными макроконцентраторами в виде центральных круглых и эллиптических отверстий, боковых надрезов различной конфигурации из стали 3, стали 45, стали 09Г2С. Использо-

вался разработанный предприятием ООО «Энергодиагностика» серийно выпускаемый специализированный прибор контроля СМПП и двенадцатикомпонентный феррозондовый датчик. В частности, применялся измеритель концентрации напряжений магнитометрический ИКН-3М-12, с регистрирующим устройством на базе микропроцессора. Измерения H_i выполняли в различных точках образца, и в каждой точке сканировали компоненты вектора, H_i поворачивая датчик на углы 30^0 , 45^0 , 60^0 и 90^0 градусов. Каждый опыт повторили три раза. Результаты измерений подтвердили инвариантность H_i , т.е. выполнялся закон сохранения тензора первого ранга при повороте системы координат [3].

$$H'_i = \alpha_{ik} H_k \quad (1)$$

где α_{ik} – направляющие косинусы. Погрешность измерений по оценке инварианта $(H_i H_i)^{1/2}$ не превышала 1-3%. а по отдельным компонентам разброс был менее 5%. Полученные результаты по распределению векторного поля H_i позволили ввести в рассмотрение модель тензора дисторсии СМПП как градиента от вектора напряженности H_i по формуле

$$H_{ik} = \nabla_i H_k \quad (2)$$

где ∇_i – оператор Набла [2].

Обработка опытных данных с помощью формулы (2), позволила получить экспериментально обоснованный математический объект, характеризующий неоднородность СМПП. Экспериментальная проверка параметров H_{ik} (2) на предмет сохранения H_{ik} как как тензора второго ранга при повороте системы координат на углы: 30^0 , 45^0 , 60^0 и 90^0 градусов. показала удовлетворительное соответствие закону сохранения:

$$H'_{ik} = \alpha_{ip} \alpha_{kq} H_{pq} \quad (3)$$

Разброс по величинам первого, второго и третьего инвариантов H_{ik} находился в пределах 15%, что подтвердило тензорный характер параметров H_{ik} . Необходимо отметить, что данные экспериментальные исследования требовали создания оригинальных оснасток, каждый эксперимент длился 4-5 часов. Было выполнено большое количество опытов, подтвердившие тензорный характер введенного параметра H_{ik} , названного дисторсией собственного магнитного поля рассеивания. На основе тензора дисторсии H_{ik} введены симметричный и антисимметричный тензора:

$$\begin{aligned} H_{ik}^s &= \frac{1}{2} (\nabla_i H_k + \nabla_k H_i); \\ H_{ik}^a &= \frac{1}{2} (\nabla_i H_k - \nabla_k H_i); \end{aligned} \quad (4)$$

Введение H_{ik}^S позволяет развивать симметричную структурную механику в соответствии с традиционной симметричной механикой деформируемого твердого тела. Введение параметра H_{ik}^a открывает возможности развития структурных моделей учитывающих моментные структурные напряжения и соответствующие изгибы-кручения.

Отметим, что соотношения (1)–(4) введены на основе гипотез сплошности и однородности нагруженного и деформированного материала с использованием обычных операций тензорного анализа. Экспериментальное подтверждение выполнения законов сохранения (1) и (2) позволяет отметить правомочность использования названных гипотез для анализа параметров СМПР возникающего в нагруженном теле.

С целью более целостного восприятия физического содержания введенных тензорных параметров (1)–(4) целесообразно обратиться к физическим представлениям, характеризующим процессы зарождения и развития пластической деформации и структурных повреждений. Характерной особенностью неупругой деформации является ярко выраженная гетерогенность её развития в пространстве и во времени, что обуславливает появления зон структурных концентраторов, возникновение структурной неоднородности напряженного состояния и зарождения локальной неоднородности очагов собственного магнитного поля рассеяния. В работе [1] обосновано утверждение о том, что магнитные домены СМПР возникают, именно, в объемах с повышенным содержанием дефектов структуры: дислокаций, микротрещин и их разнообразных скоплений. Учитывая сказанное, можно ожидать, что тензорный параметр H_{ik} (3) косвенно характеризует неравномерность микродеформаций, порожденную дефектной структурой нагруженного тела и как следствие должен коррелировать с внутренним напряженно-деформированным состоянием, возникающим в зонах структурных концентраторов. С учетом выше сказанного и с целью создания математического инструментария для исследования закономерностей формирования магнитомеханического эффекта, целесообразно применить методы механики деформируемого твердого тела.

Известно, что при формулировке критериев предельного состояния материала большую роль играют инварианты соответствующих тензоров. Выпишем инварианты для введенных тензоров дисторсии H_{ik} , H_{ik}^S и H_{ik}^a в виде соответствующих скалярных свертков. Для H_{ik} будут иметь место три инварианта:

$$J_1(H_{ik})=H_{ii}$$

$$J_2(H_{ik})=H_{ik}H_{ik} \quad (5)$$

$$J_2(H_{ik})=H_{ik}H_{ki}H_{li}$$

Для симметричной составляющей тензора дисторсии H_{ik}^S

$$J_1(H_{ik}^S)=H_{ii}^S$$

$$J_2(H_{ik}^S)=H_{ik}^S H_{ik}^S \quad (6)$$

$$J_2(H_{ik}^S)=H_{ik}^S H_{kl}^S H_{li}^S$$

Антисимметричный тензор H_{ik}^a имеет отличный от нуля только второй инвариант:

$$J_1(H_{ik}^a)=0$$

$$J_2(H_{ik}^a)=H_{ik}^a H_{ik}^a \quad (7)$$

$$J_2(H_{ik}^a)=0$$

В некоторых задачах важно контролировать плотность концентрации СМПП по Ω заданному направлению, в этом случае весьма полезен параметр векторной интенсивности СМПП определяемый выражением:

$$\bar{\Omega} = \frac{\partial H_1}{\partial x_1} \bar{e}_1 + \frac{\partial H_2}{\partial x_1} \bar{e}_2 + \frac{\partial H_3}{\partial x_1} \bar{e}_3 \quad (8)$$

$$\Omega = \sqrt{\left(\frac{\partial H_1}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial H_2}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial H_3}{\partial x_1}\right)^2} \quad (9)$$

Дадим краткий комментарий полученным результатам. Введенные модели тензорных объектов магнитной дисторсии СМПП отражают различные особенности СМПП материала возникающих в процессе его нагружения. Предложенные тензорные модели могут использоваться как характеристики дефектной структуры материала, отражая её основные закономерности, связанные с гетерогенностью и анизотропным характером структурных несовершенств в ЗСК. Особенно важно, что измерение параметров введенных тензоров проводится непосредственно в конкретном месте реального изделия. В этом случае появляется возможность оценивать действительное прочностное состояние материала в опасном сечении и при необходимости, обеспечить мобильный мониторинг остаточного ресурса конкретного изделия.

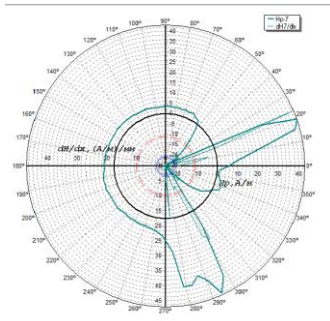
В следующем параграфе на основе выше обозначенных тензорных объектов сформулированы критерии и приведены результаты входного контроля качества стальных болтов, производимых для ответственных объектов.

2. Материал и методика эксперимента. В качестве образцов для исследования были взяты две партии новых стальных болтов из стали 40Х ГОСТ 4543 в количестве 10 штук, которые прошли требуемый по технологии тестовый контроль и были признаны годными. Для диагностики методом магнитной памяти была изго-

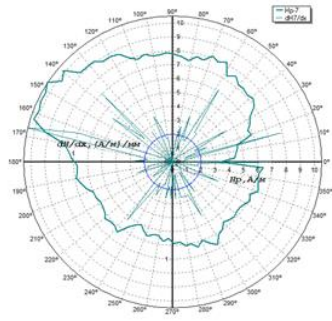
товлена необходимая оснастка, разработана методика и выполнены исследования. В каждой партии из 5-ти образцов был обнаружен один болт, имеющий ярко выраженную дефектную структуру более чем на порядок превышающие соответствующие магнитные параметры, характеризующие структурное состояние остальных изделий.

Для проведения исследований использовали измеритель концентрации напряжений ИКН-3М-12 в комплекте с 12-канальным феррозондовым преобразователем и программный продукт «ММП-Система». В качестве диагностических параметров были выбраны: модуль вектора измеряемого собственного магнитного поля (Н), который позволил определить координаты точки опасного сечения болта и компоненты тензора магнитной дистрибуции, характеризующие градиенты соответствующих компонент вектора СМПП, отражающие наиболее вероятное направление возникновения трещины. Результаты измерений приведены на рисунках 1, а, б, в, г, д, е.

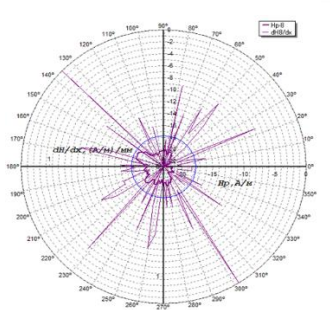
Анализируя результаты, представленные на рисунке 1 можно отметить, что в опасном сечении болта с повышенной плотностью дефектов (см. рис. 1 позиции 1 а, в, д) по сравнению с аналогичным сечением болта, где отсутствуют аномалии измеренных магнитных параметров (см. рис. 1, позиции 1, б, г, е) качественно отличаются, как по характеру распределения параметров СМПП, так и по количественным характеристикам. Чётко выявляются два практически взаимно перпендикулярных направления с ярко выраженной локализацией модуля вектора СМПП и градиентной характеристики- модуля векторной интенсивности Ω . Наибольшее отличие выявляется по параметру Ω . Более чем в 27 раз модуль векторной интенсивности Ω в дефектном изделии больше, чем в изделии без магнитных аномалий. Модуль собственного магнитного поля рассеяния в этих сечениях имеет сильную локализацию и отличается почти в 10 раз.



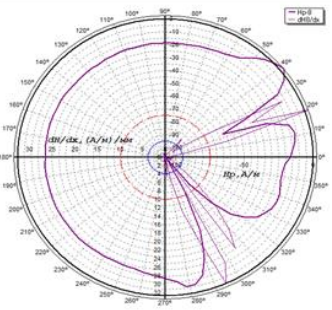
а)



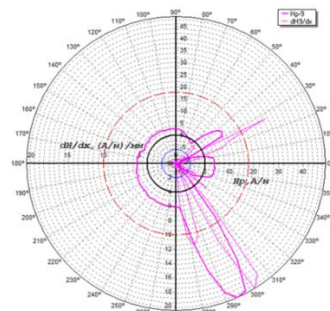
б)



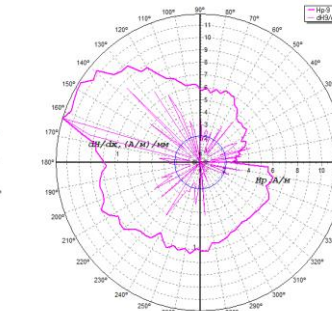
в)



г)



д)



е)

Рисунок 1 – Распределение компонент СМДР (толстые линии) и их градиентов (тонкие линии) направленного:

а, б - по оси болта, в, г - по нормали к поверхности,

д, е - по касательной к диаметру болта, а, в, д - относятся к болту с повышенной плотностью дефектов, позиции б, г, е – соответствуют допустимой степени неоднородности структуры

3. Подведение итогов и выводы. Проведён анализ изменения напряжённости СМПП с точки зрения оценки внутренних напряжений и микродеформаций. Сформулированы, экспериментально обоснованные тензорные модели СМПП. Предложенные тензорные характеристики СМПП позволяют ввести диагностические параметры, которые в режиме экспресс контроля по распределению остаточной намагниченности, сложившейся естественным образом в технологическом процессе изготовления болтов, дают возможность оценить фактическое остаточное напряжённо-деформированное состояние и выделить не качественное изделие. Для адекватной оценки качества ответственных стальных объектов необходимы измерения всех составляющих напряжённости собственного магнитного поля рассеяния и компонент тензора дистрибуции СМПП, что позволит использовать в качестве критериев инвариантные магнитные характеристики структурного состояния.

Список литературы:

1. Дубов А. А. Дубов Ал. А., Колокольников С. М. Метод магнитной памяти металла (ММП) и приборы контроля. Учебное пособие. Изд-во-ЗАО «Гиссо», 2003, 320 с.

2. Малинин В.Г., Малинина Н.А., Димов А.А. Методика экспериментальных исследований структурно-механических характеристик стальных пластин с концентраторами. Сб. материалов XVI Международной конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности» (30 июня-3 июля 2015 г.). с.65-66.

3. Дубов А.А., Малинин В.Г., Малинин В.В., Малинина Н.А. Магнитомеханический эффект и его тензорные характеристики. Диагностика оборудования и конструкций с использованием магнитной памяти металла // Пятая международная научно-техническая конференция. Сб. докл.-М.: ООО «Энергодиагностика», 2009. С.43-46.

УДК. 539.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗОН СТРУКТУРНЫХ И МАКРОКОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ НА МАГНИТОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СТАЛЬНЫХ ПЛАСТИН

В.Г. Малинин, д.ф.-м.н., профессор

Н.А. Малинина, д.т.н., профессор

В.В.Малинин, к.т.н., доцент

А.А Димов, инженер-конструктор

Д.В. Мавлюбердинов, соискатель

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ZONES OF STRUCTURAL AND MACROCONCENTRATORS OF STRESSES ON MAGNETIC-MECHANICAL CHARACTERISTICS AT THE EXPANSION OF STEEL PLATES

V.G. Malinin, Doctor of physical and mathematical sciences, professor

N.A. Malinina, Doctor of technical sciences, professor

V.V. Malinin, Candidate of technical sciences

A.A. Dimov, design-engineer

D.V. Mavlyuberdinov, the applicant

Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin, Russia, Orel

Аннотация: экспериментально исследован автоволновой характер развития зон структурных концентраторов в стальных пластинах при чистом растяжении в макроупругой области деформирования. Выполнен анализ влияния типа макроконцентраторов напряжений.

Ключевые слова: магнитная память металла, зоны структурных концентраторов.

Abstract: the paper concerns with description of the autowave nature of the development of zones of structural concentrators in steel plates under pure tension in the macroelastic deformation region. The effect of the type of macro stress concentrators is analyzed.

Keywords: metal magnetic memory method, zones of structural concentrators.

Как правило, эксплуатация изделий предполагается при напряжениях, не превышающих предел текучести материала. В

тоже время, практически отсутствуют исследования, позволяющие выявить закономерности эволюции зон структурных концентраторов напряжений в процессе нагружения изделия в макроупругой области, что несомненно важно знать при назначении коэффициента запаса при расчёте на статическую прочность для допускаемого напряжения, так и для построения критерия разрушения при многоциклового усталости. Метод магнитной памяти в принципе позволяет оперативно внести ясность в этот вопрос.

1. Материал и методика эксперимента. В качестве объекта исследования использовались пластины из стали 09Г2С в стандартной поставке. Из листов вырезались плоские образцы, имеющие в рабочей части следующие размеры: ширина $h=60$ мм, толщина $t=2$ мм, длина $l_0=100$ мм. Головки образцов имели длину $L=160$ мм, ширину $H=80$ мм. Для выполнения испытаний была спроектирована и изготовлена специальная оснастка, позволяющая выполнять одноосное растяжение тонких пластин на универсальной гидравлической машине УГМ-20/2. С целью измерения структурно-механических характеристик по всему изделию в процессе нагружения на рабочую часть пластины наносилась ортогональная сетка с размером ячейки 10×10 мм. Большое внимание при подготовке к испытаниям уделяли разработке методики измерения магнитных характеристик собственного магнитного поля рассеяния (СМПР) [1] с помощью специализированных датчиков и сканирующих устройств прибора ИКН-1М-4 ОАО “Энергодиагностика”. Испытания проводили в следующей последовательности. Образец в свободном состоянии подвергался тщательному измерению исходных магнитных характеристик. Определялись зоны структурных концентраторов по методике, соответствующей ГОСТ Р 52081-2003, ГОСТ 52005-2003. Измерялась нормальная компонента СМПР H_p и её градиент $\frac{dH_p}{dx}$. Затем образец закреплялся в неподвижном нижнем и подвижном верхнем захватах. Измерения параметров СМПР производили по всей пластине при следующих значениях растягивающих напряжений: 0; 43,9; 184,2; 204,7; 219; 236,8; 254,4; 271,9; 289,5; 307; 324,6; 342,1 МПа.

При проведении экспериментов принимал участия Петров Д.К., некоторые результаты опубликованы в [3].

2. Результаты эксперимента. В процессе нагружения было выполнено 192 измерения, обработка данных выполнялась с помощью программ MM-System и Maple. Основные результаты приведены на рис. 1-4. На рис. 1 представлено координатное поле XOY, отображающее рабочую часть испытываемой пластины. Точки, изоб-

раженные символами \circ , \diamond , $*$ на рис.1а характеризуют области зон структурных концентраторов напряжений (ЗСКН) при растягивающих напряжениях: 0; 44; 184,2 МПа соответственно. На рис.1б указанные символы соответствуют уровням напряжений 201,7; 219; 236,8 МПа. На рис.1в символы соответствуют напряжениям 254,4; 217,9; 289,5 МПа. На рис.1г обозначенные символы характеризуют уровни напряжений: 307; 324,6; 342,1 МПа. В данной статье, следуя [1] характеристикой местоположения ЗСКН принят признак равенства 0 нормальной составляющей (H_p) собственного магнитного поля рассеяния (СМРР).

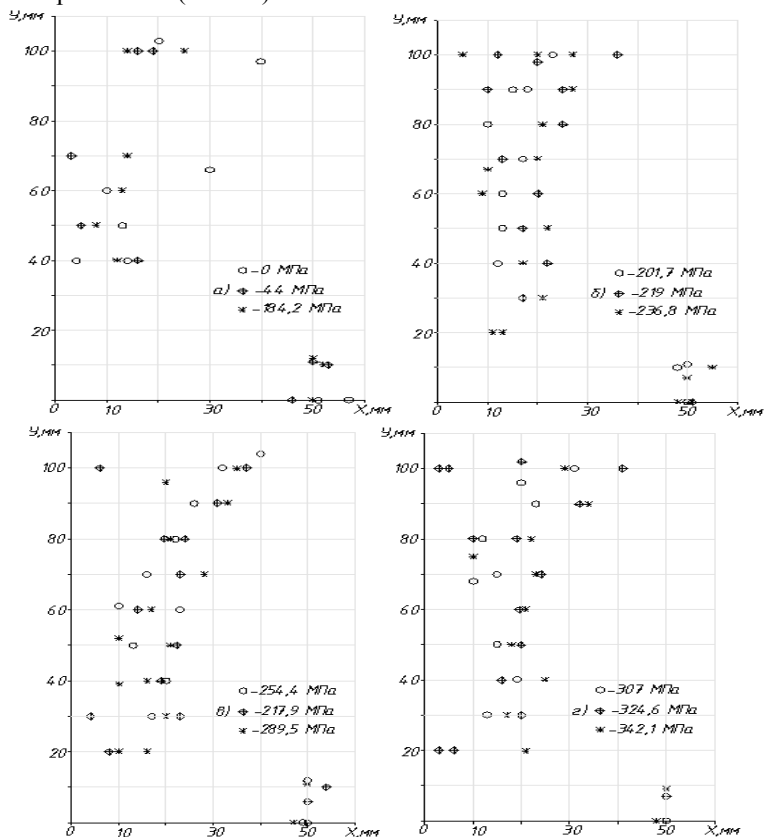


Рисунок 1 – Закономерности изменения расположения зон структурных концентраторов напряжений при увеличении нагрузки

Анализируя данные, представленные на рис. 1, можно отметить следующие особенности эволюции ЗСКН в процессе нагружения. С ростом нагрузки происходит периодическая пульсация расположения структурных концентраторов. На первых этапах, при небольших значениях нагрузки ЗСКН имеют тенденцию к смещению к краю пластины. При напряжениях в интервале $184,2 \leq \sigma \leq 236,8$ МПа (рис.1, а, б) происходит смещение мест расположения ЗСКН к центру пластины с одновременным увеличением количества ЗСКН. При значениях $\sigma=254,4$ МПа происходит стабилизация координат положения ЗСКН (рис.1в), а в интервале $217,9 \leq \sigma \leq 289,5$ наблюдаются смещения ЗСКН к центру пластины. В интервале напряжений $307 \leq \sigma \leq 342$ МПа имеет место тенденция смещения ЗСКН к краю пластины (рис.1г).

Отметим, что в процессе нагружения образца наблюдаются отдельные области, содержащие ЗСКН, которые сохраняются и лишь при $\sigma=342$ МПа их количество уменьшается.

На рис. 2 представлены в виде криволинейных траекторий координаты появления ЗСКН в процессе роста напряжений. Каждая траектория характеризует интенсивность ЗСКН, наблюдаемых на соответствующих поперечных сечениях пластины. На рис. 2. ярко просматривается волнообразный характер распределения ЗСКН с ростом растягивающего напряжения σ . При напряжениях, близких к пределу текучести ($\sigma_T=385$ МПа) наблюдается область сгущения линий.

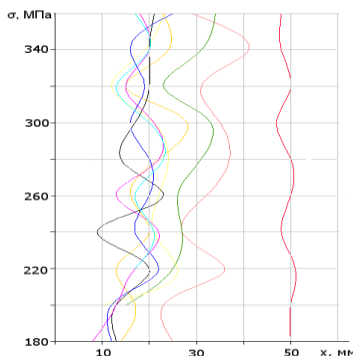


Рисунок 2 – Волнообразный характер распределения ЗСКН по рабочей части пластины в процессе нагружения

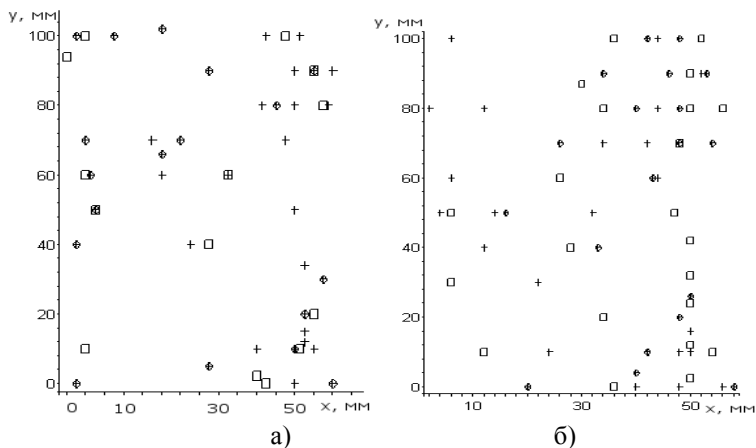


Рисунок 3 – Картина распределения градиентов $\frac{dH_p}{dx}$ по рабочей части пластины при различных напряжениях: а) Символы \oplus , \square , $+$ отражают уровень напряжений: $\oplus - 0$; $\square - 43,9$; $+$ – 184,2 МПа; б) $\oplus - 201,7$; $\square - 219$; $+$ – 236,8 МПа

Весьма интересные результаты получены в процессе растяжения пластины в отношении параметра $\frac{dH_p}{dx}$. Данные измерений представлены на рис. 3 и рис. 4. Обозначения в виде символов \oplus , \square , $+$ характеризуют те же величины напряжений, что и на рис. 1. Анализируя результаты, изображенные на рис. 3 и рис. 4 можно отметить следующие особенности. На начальных этапах растяжения при напряжениях, примерно равных $0,5\sigma_T$, наблюдается существенно неоднородный характер распределения по величине $\frac{dH_p}{dx}$.

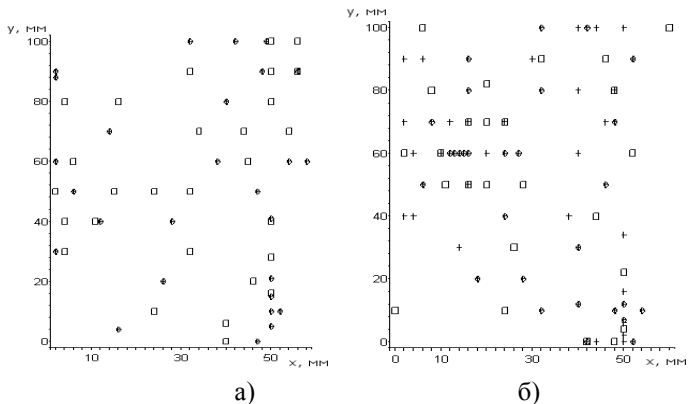


Рисунок 4 – Картина распределения градиентов $\frac{dH_p}{dx}$ по рабочей части пластины при различных напряжениях: а) Символы \oplus , \square , $+$ отражают уровень напряжений: \oplus – 254,4; \square – 217,9 МПа; б) \oplus – 307; \square – 324,6; $+$ – 342,1 МПа

С дальнейшим ростом напряжений происходит перераспределение градиентов $\frac{dH_p}{dx}$ и увеличение числа мест расположения градиентов практически с одинаковыми значениями $\frac{dH_p}{dx}$ ($3 \div 5 \text{ А/м}^2$). При увеличении напряжений $\sigma \geq 0,8\sigma_T$ области, где $H_p=0$ и места значительных по величине градиентов сближаются. Однако, в процессе растяжения, как правило, области $H_p=0$ и области с повышенными значениями градиентов $\frac{dH_p}{dx}$ находятся на некотором удалении.

Анализ полученных результатов позволяет увидеть характерные особенности эволюции ЗСКН в макроупругой области. На начальном этапе нагружения наблюдается значительная неоднородность структурных концентраторов, с нарастанием уровня осевых напряжений происходит их релаксация, что отражается на рис. 5 в виде более равномерно распределенных градиентов поля H_p по рабочей части пластины, с одновременным формированием фиксированной области с высоким уровнем градиентов.

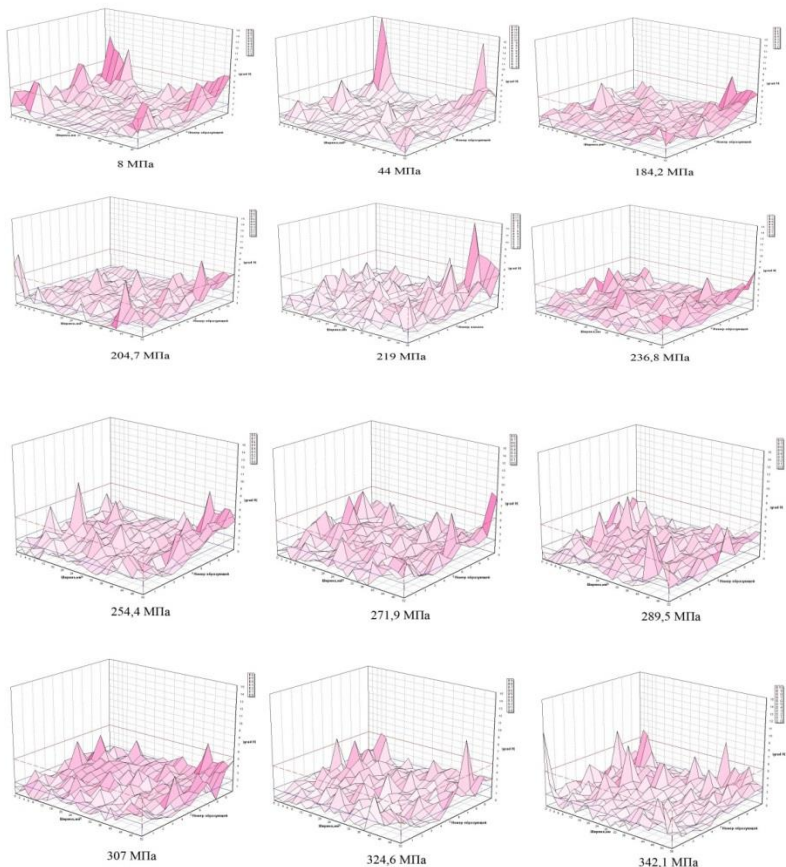


Рисунок 5 – Распределения градиентов по горизонтальным образующим при напряжениях 8 МПа – 342,1 МПа

3. Критерии локального разрушения для стальных изделий с макроконцентраторами напряжений. Как было отмечено в предыдущем параграфе даже в гладкой стальной пластине при растяжении непрерывно эволюционируют структурные концентраторы порождая на мезоуровне сложные авто волновые процессы, влияющие на механические характеристики материала. Учитывая, что в реальных изделиях часто имеются геометрические макроконцентраторы различных размеров и формы, весьма важным является

проблема разработки мобильных диагностических критериев неразрушающего контроля. Для решения этой задачи были выполнены экспериментальные исследования влияния различных типов геометрических концентраторов на прочностные характеристики стальных пластин из углеродистой стали 08ПС и нержавеющей стали AISI 347.

Размеры пластин были подобны предыдущим образцам стали 09Г2С но содержали концентраторы: в виде центрального прямоугольного выреза с размерами: 18, 20 и 24 мм; симметричными U-образными вырезами глубиной -6, 12 и 18 мм; круглыми отверстиями диаметрами - 6, 12, и 20мм. Для обработки магнитограмм использовались: модуль вектора напряженности СМПП:

$$|\vec{H}| = (H_i H_i)^{1/2} = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + H_3^2}, \quad (1)$$

Далее будем приводить графики магнитных параметров вместе с графиком номинального напряжения, для того чтобы можно было выявить закономерности их поведения. На рис 6 приведены графики для пластины из стали 08ПС с симметричными U-образными вырезами глубиной -6 мм. В момент возникновения макротрещины, при максимальном значении нагрузки модуль СМПП достигает экстремума и равен 333 А/м.

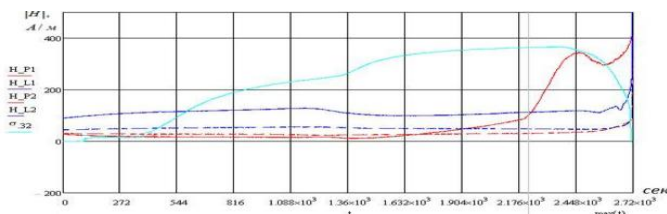


Рисунок 6 – Изменение модуля СМПП в ходе эксперимента для пластины 08ПС. H_P1 – верхний правый датчик, H_P2 – нижний правый датчик, H_L1 – верхний левый датчик, H_L2 – нижний левый датчик

Процесс разрушения стальной пластины из стали AISI 347 с концентратором напряжений в виде круглого отверстия 18 мм методом магнитной памяти металла показан на рис. 7.

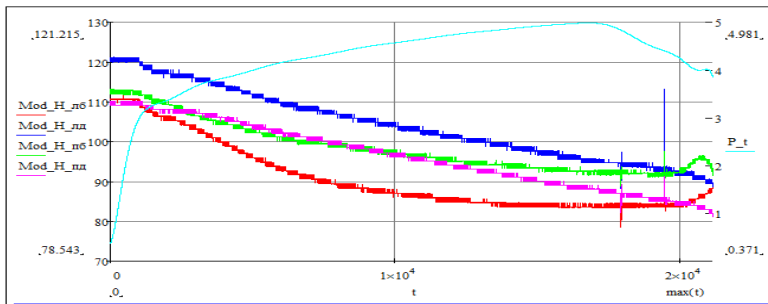


Рисунок 7– График $(P(t); |\overline{H_p}|(t))$ модуля вектора СМПП для пластины AISI 347 с концентратором в виде круглого отверстия 18 мм

Таблица 1 – Средние значения модуля вектора СМПП стали AISI 347 и его отклонения на пределе текучести, на пределе прочности и при разрушающей нагрузке

	Среднее значение модуля вектора, А/м			Отклонение от среднего, %		
	P_T	P_{max}	$P_{раз}$	P_T	P_{max}	$P_{раз}$
U-12	108,25	87	73,75	13.7 7	9.091	3.873
U-18	95	82,5	80,25	0.15 3	3.448	13.028
Трещина - 20	82,75	71,25	73	13.0 2	10.65	2.817
Трещина - 24	96.875	82	43	1.81 7	2.821	39.437
Круг - 18	111,5	85,25	85,75	17.1 8	6.897	20.775
Несимметричный прямоугольник - 24x7	76,5	70,5	70,25	19.5 9	11.59	1.056
Среднее значение по концентраторам	95.146	79.75	71	10.9 2	7.419	13.497

В таблице 1 приведены данные статистической обработки выполненных измерений модуля СМПП для пластин с различными типами макроконцентраторов напряжений.

4. Подведение итогов и выводы. Следуя методике ГОСТ РФ 52081-2003, ГОСТ 52005-2003 проведён анализ изменения нормальной компоненты напряжённости собственного магнитного поля рассеяния H_p и её градиента при чистом растяжении гладких пластин из стал 09Г2С. Отмечается автоволновой характер эволюции зон структурных концентраторов напряжений в процессе нагружения гладких пластин при макрооднородном напряжённо-деформированном состоянии.

При неоднородном и сложном напряжённо-деформированном состоянии, возникающем в окрестности макроконцентраторов различной геометрической формы, для двух марок сталей: углеродистой стали 08ПС и нержавеющей стали AISI 347, выполнено измерение всех компонент составляющих напряжённости СМПП, а также соответствующих компонент тензора магнитной дисторсии [2], что позволило ввести соответствующие инвариантные объекты, более полно отражающие эволюцию структурно-механических свойств в окрестности макроконцентраторов, с целью формулировки критериев прочностной диагностики изделий, содержащих концентраторы напряжений.

Список литературы:

1. Дубов А. А. Дубов Ал. А., Колокольников С. М. Метод магнитной памяти металла (ММП) и приборы контроля. Учебное пособие. Изд-во-ЗАО «Тиссо», 2003, 320 с.
2. Дубов А.А., Малинин В.Г., Малинин В.В., Малинина Н.А. Магнитомеханический эффект и его тензорные характеристики. Диагностика оборудования и конструкций с использованием магнитной памяти металла // Пятая международная научно-техническая конференция. Сб. докл. - М.: ООО «Энергодиагностика», 2009. С.43-46.
3. Малинин В.В., Мавлюбердинов Д.В., Петров Д.К., Исследование эволюции зон структурных концентраторов напряжений в стальных пластинах при нагружении в макроупругой области// Пятая международная научно-техническая конференция. Сб. докл. - М.: ООО «Энергодиагностика», 2009. С.40-42.

УДК 539.4

**ДИАГНОСТИКА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ
СТРУКТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕЗОМЕХАНИКИ**

Н.А. Малинина, д.т.н., профессор,

А.А. Димов, инженер-конструктор,

Т.А. Лабусова, аспирант

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**DIAGNOSTICS OF WELDED JOINTS ON THE BASIS OF THE
STRUCTURAL-ANALYTICAL MESOMECHANICS**

N.A. Malinina, doctor of technical Sciences Professor,

A.A. Dimov, design-engineer,

T.A. Labusova, postgraduate student

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье рассматривается проблема повышения точности расчета современных машин на прочность. Объединен широкий круг научных и технических задач, среди которых особое место отводится совершенствованию расчетных и экспериментальных методов, позволяющих исследовать реальные свойства элементов конструкций, в том числе при наличии в них сварных соединений, с использованием методов неразрушающего контроля (Метода магнитной памяти металла).

Ключевые слова: сварные соединения, метод магнитной памяти металла, методы структурно-аналитической мезомеханики, структурно-механические критерии текучести и разрушения конструкционных материалов.

Abstract: the article deals with the problem of improving the accuracy of the calculation of modern machines for strength. A wide range of scientific and technical problems is combined, among which a special place is given to the improvement of computational and experimental methods that allow studying the real properties of structural elements, including the presence of welded joints in them, using non-destructive testing methods (metal magnetic memory method).

Keywords: welded joints, metal magnetic memory method, methods of structural-analytical mesomechanics, structural-mechanical criteria of flow and destruction of structural materials

Проблема обеспечения надежности работы оборудования, машин, механизмов и конструкций, прогнозирование ресурса сложных технических объектов с применением сварных соединений становится с каждым годом все более актуальной. Одним из наиболее существенных недостатков технологии сварки плавлением является возникновение в зоне сварного соединения сварочных остаточных напряжений. Местные деформации металла, возникающие вследствие неравномерного нагрева при сварке, приводят к процессам сначала упругого деформирования, а затем локального пластического течения металла в зонах нагрева. Образование пластических деформаций при сварке в некоторой области, включающей сварной шов и околошовную зону, является причиной изменения первоначальных размеров и формы сварных конструкций. Наличие местных пластических деформаций приводит к возникновению остаточных напряжений. Последние вместе с напряжениями от внешних нагрузок, испытываемых сварным соединением при его эксплуатации, обуславливают опасность усталостного или хрупкого разрушения, т. е. уменьшают несущую способность, надежность и долговечность конструкции [2]. Задача обеспечения надежности и долговечности конструкций является актуальной. Проблема повышения точности расчета современных машин на прочность объединяет широкий круг научных и технических задач, среди которых особое место отводится совершенствованию расчетных и экспериментальных методов, позволяющих исследовать реальные свойства элементов конструкций, в том числе при наличии в них сварных соединений, с использованием методов неразрушающего контроля (метода магнитной памяти металла).

Важный этап в понимании структурно-механической природы пластической деформации и разрушения твердых тел связан с развитием мезомеханики материалов. В процессе нагружения в материале формируется иерархически организованная система структурных концентраторов напряжений, описание которых требует новых подходов в механике и физике прочности с привлечением методов структурно-аналитической мезомеханики и структурной диагностики [3-6].

Учитывая вышеизложенное, целью научного исследования является: развитие методов структурно-аналитической мезомеханики с целью создания оперативных методик прочностной и технологической диагностики сварных соединений, а также оценка остаточного ресурса конструкций АПК. Для достижения цели поставлен ряд задач: исследовать закономерности упруго-пластического

деформирования и накопления повреждаемости материала на основе развития метода магнитной памяти металла для конструкционных материалов при сложном напряженном состоянии в неоднородном поле напряжений в зоне сварного соединения; разработать научно-обоснованные структурно-механические критерии текучести и разрушения конструкционных материалов, необходимые для повышения информативности и достоверности методов расчета элементов конструкций с учетом специфики сварного соединения.

Для решения обозначенных задач разработан план работы:

- разработать методики и экспериментальные средства (образцы сварных соединений в стык и внахлест), позволяющие исследовать поведение материалов и элементов конструкции в неоднородном поле напряжений, с учетом развития повреждаемости структуры на основе использования достижений методов магнитной памяти металла и структурно-аналитической мезомеханики в окрестности сварных соединений;
- выполнить экспериментальное исследование влияния неоднородности распределения напряжений на кинетику деформирования и накопления повреждаемости на предельное состояние конструкционных материалов;
- разработать на основе экспериментальных данных новый структурно-механический критерий предельного состояния конструкционных материалов, учитывающий неоднородность распределения напряжений и деформаций в зоне сварного соединения.

Научная и практическая ценность исследования заключается в том, что полученные в исследовательской работе результаты, относящиеся к закономерностям упруго - пластического деформирования и эволюции повреждаемости материалов в градиентном поле напряжений и деформаций, могут быть использованы при расчете остаточного ресурса оборудования АПК, а также позволят выполнять диагностику элементов сельско-хозяйственной техники с использованием оригинальных установок и методик, обеспечивающих повышение надежности, эксплуатационной безопасности и срока службы сварных металлических конструкций путем оценки их фактического напряженно-деформированного состояния на основе научно-обоснованного подхода к комплексному применению приборов и методов неразрушающего контроля [4].

Большое распространение получили методы неразрушающего контроля (МНК), которые могут сказать о структурно-механических свойствах материала без его разрушения.

Одним из перспективных направлений (МНК) является метод магнитной памяти металла (ММП) [1]. Он основан на обнаружении и изучении собственного магнитного поля рассеяния (СМПП) контролируемого объекта, возникающего в процессе изготовления и изменяющегося в ходе эксплуатации контролируемого объекта. Метод магнитной памяти металла (ММПМ) объединяет потенциальные возможности неразрушающего контроля (НК) и механики разрушений, вследствие чего, имеет ряд существенных преимуществ перед другими методами при контроле промышленных объектов. Использование метода МПМ наиболее эффективно для ресурсной оценки узлов оборудования [7, 8]. Предлагаемый метод диагностики, основанный на использовании магнитной памяти металла, позволяет выполнять интегральную оценку состояния узла с учётом качества металла, фактически условий эксплуатации и конструктивных особенностей узла. Для изделий и сварных соединений регистрируемые параметры СМПП характеризуют внутреннюю структурную неоднородность металла. ММП контролирует на качественном уровне напряженно-деформированное состояние металла и неоднородность дефектной структуры по магнитным параметрам [1, 6, 7]. Основными контролируемыми параметрами являются: наличие и расположение зон структурных концентраторов (ЗСК); внутренняя поврежденность структуры в ЗСК и наличие несплошностей (макродефектов).

Прибором типа ИКН измеряют нормальную и тангенциальную составляющую магнитного поля рассеяния H_p на поверхности объекта контроля непрерывным или точечным сканированием датчиком прибора, при этом на поверхности объекта контроля определяют зоны с экстремальными изменениями поля H_p и линии с нулевым значением поля H_p ($H_p=0$). Эти зоны и линии соответствуют зонам концентрации остаточных напряжений [1, 7, 8]. Названные прогностические параметры, как показали экспериментальные исследования, особенно при обследовании реальных изделий обнаружили хорошие возможности по прогнозу зон структурных концентраторов, оценки качества металла. При проведении механических испытаний с одновременным измерением диагностических параметров ММП наблюдается устойчивая связь между происходящими в металле процессами структурной эволюции и параметрами, формирующихся в ЗСК, собственных магнитных полей рассеяния. Зависимости изменений магнитных параметров совпадают по характеру с диаграммами деформации при растяжении и могут быть применены для анализа структурно-механического со-

стояния металла. Имеющиеся данные о диагностических параметрах ММП относятся, как правило, к определению зон структурных концентраторов при макрооднородном напряженном состоянии или для случаев слабых градиентов напряженно-деформированного состояния [6, 7]. Вместе с тем, большинство машиностроительных конструкций работает при неравномерном распределении напряжений. Часто встречаются макроконцентраторы напряжений различной конфигурации [6]. Поэтому исследование поведения материалов и элементов конструкций в неоднородном поле напряжений, с учетом развития повреждаемости структуры, на основе использования достижений методов магнитной памяти металла и структурно-аналитической мезомеханики в окрестности сварных соединений являются актуальными.

Для выполнения исследований применяется измерительный комплекс на основе прибора ИКН-3М-12 (рис. 1). ИКН – система измерения, регистрации и обработки данных диагностики состояния оборудования и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла. Приборы типа ИКН выпускаются серийно. По принципу работы они являются специализированными многоканальными феррозондовыми магнитометрами. Напряженность магнитного поля H_p на шкалах приборов проградуирована в А/м (Ампер/метр). Длина регистрируемого перемещения датчика проградуирована в мм (миллиметрах). Приборы типа ИКН являются уникальными средствами измерений и имеют ряд существенных отличий от производимых в России и за рубежом измерителей напряженности магнитного поля (магнитометров) на основе феррозондовых преобразователей. Их уникальность заключается как в функциональном назначении (определение зон концентрации напряжений – основных источников развития повреждений оборудования), так и в конструктивных специфических особенностях, заметно выделяющих их среди известных магнитометров [1].



Рисунок 1– Прибор ИКН-3М-12



Рисунок 2 – 12-и каналный датчик

По данному направлению научного исследования в экспериментальной лаборатории прочностной диагностики в Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина разрабатываются методики и экспериментальные средства (образцы сварных соединений, экспериментальная оснастка, измерительная аппаратура, программное обеспечение), позволяющие исследовать поведение материалов и элементов конструкций в неоднородном поле напряжений, с учетом развития повреждаемости структуры в окрестности сварных соединений.

Полученные в процессе эксперимента механические и магнитные данные о поведении металла обрабатываются следующими соотношениями:

Компоненты вектора напряженности СМПР:

$$\vec{H} = (H_1, H_2, H_3). \quad (1)$$

Модуль вектора напряженности СМПР:

$$|\vec{H}| = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + H_3^2} \quad (2)$$

Тензорный параметр, рассчитываемый как диадное произведение вектора напряженности СМПР:

$$M_{ik} = H_i H_k \quad (3)$$

и его инварианты: $I_1(M_{ik})=M_{ii}=M_{11} + M_{22} + M_{33}$; $I_2(M_{ik})=M_{ik}M_{ik}$; $I_3(M_{ik})=M_{ik}M_{kp}M_{pi}$.

Используя структурно-аналитический подход [3, 5], рассчитываются тензорные характеристики СМПР, которые могут быть использованы при формулировке критериев разрушения.

Эффективность процесса диагностирования с применением метода МПМ обеспечивается достаточной точностью измерений, возможностью формирования электронных баз данных, большой вероятностью безотказной работы приборов и визуализацией контроля в процессе измерения.

Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что метод МПМ и методы структурно-аналитической мезомеханики являются перспективными как элементы совокупности методов комплексной оценки сварных соединений.

Результаты исследования позволят выполнять работы по созданию оперативного мониторинга прочностной диагностики сварных соединений протяженных элементов ответственных металлоконструкций в процессе их эксплуатации, таких как трубопроводы ТЭС, оборудование АПК, использующее разные виды сварки и другие.

Список литературы:

1. Дубов А.А., Дубов Ал.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. Учебное пособие. М.: ЗАО «Тиссо», 2008.
2. Махарова, С. Н. Остаточные деформации после взрывной обработки при различных температурах и ее влияние на свойства сталей и сварных соединений: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.03.06 / РАН Сиб. отд-ние. Ин-т физико-технич. проблем Севера. - Якутск, 2000.
3. Малинин, В.В. Структурно-аналитический критерий разрушения для тел с высокоградиентными полями микронапряжений. [Текст] / В.В. Малинин // VI Международная научно-техническая конференция. Диагностика оборудования и конструкций методом магнитной памяти металла. ООО «Энергодиагностика». Москва. – 2010. – С. 41-48.
4. Малинина Н.А. Методика экспериментальных исследований структурно- механических характеристик стальных пластин с концентраторами / Н.А. Малинина, В.Г. Малинин, А.А. Димов //Сборник материалов XVII Международная научно-техническая конференция "Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности". – Тула. 2016.
5. Малинина Н.А. Исследование инвариантности градиентного критерия максимальных локальных растягивающих напряжений / Н.А. Малинина, В.Г. Малинин, В.В. Малинин, А.А. Димов // Сборник материалов XVII Международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности". –Орел, 2016. – С.104-105
6. Малинина Н.А. Структурно-аналитический подход в мезомеханике разрушения / Н.А. Малинина, В.Г. Малинин, В.В. Малинин, А.А. Димов // XIII Международной научно-практический семинар XIII International Science-Practical Seminar «Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции» «Resource Saving Technologies at Storage and Processing of Agricultural Production» матер.межд.-практ семинара – Орел, 2016. – С.93-10.
7. Анцев В.Ю. Исследование применимости метода магнитной памяти металла при оценке остаточного ресурса металлоконструкций грузоподъемных машин / В.Ю.Анцев, Д.А.Романов, А.С.Толоконников // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 10. С. 45-52.

8. Бекпаганбетов А.У. Оперативная оценка структурно-механического состояния металла теплоэнергетического оборудования и трубопроводов после длительной эксплуатации: Дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01 Москва, 2005 181 с. РГБ ОД, 61:05-5/2797.

УДК 539.3

**PLASTIC AND CREEP DEFORMATION
IN STRESS-DROP TEST**

Rusinko Andrew

Obuda University, Budapest, Hungary

PhD, Dr. habil., Associate. Prof

**ДЕФОРМАЦИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ ПРИ
ИСПЫТАНИЯХ НА ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ**

Русинко Андрей

Обудский университет, Будапешт, Венгрия

PhD, Dr. habil., Associate. Prof

Abstract: the paper concerns with analytical description of the phenomena observed in stress drop tests, namely, negative increment in plastic and creep deformation due to the sudden decrease in the acting stresses while the net stress remains positive. The model is developed in terms of the synthetic theory of irrecoverable deformation, which has been generalized by introducing interplay between the deformation properties of material in the direction of acting load and opposite to it.

Keywords: negative creep, stress drop test, synthetic theory of

Аннотация: в работе рассмотрено аналитическое описание явлений, наблюдаемых при испытаниях на падение напряжения, а именно: отрицательное приращение пластической деформации и деформации ползучести из-за внезапного уменьшения действующих напряжений, в то время как чистое напряжение остается положительным. Модель развивается в терминах синтетической теории необратимой деформации, которая была обобщена путем введения взаимодействия между деформационными свойствами материала в направлении действующей нагрузки и противоположной ей.

Ключевые слова: отрицательная ползучесть, испытание

irrecoverable deformation.

ния на падение напряжения, синтезная теория необратимой деформации.

Plastic or creep deformation under variable stresses is of great interest due to the rise of such phenomenon as negative (reverse) creep, which grows out of the competence of the classical theories of plastic/creep deformation, is widely studied in the literature in terms of both theoretical modeling and experimental researches.

As an example, nuclear fuel cladding tubes are subject, in service, to complex multiaxial loading that undergoes sudden change. An accurate description of the strain response due to varying stresses is essential in reliably predicting the accumulated plastic strains in the cladding. Direct extrapolations of the creep behavior under constant load to describe creep due to varying loads would result in strains significantly different from those observed, mainly due to negative creep transients following load drops.

The negative creep is of great importance due to it contradicts the hypothesis of creep potential (Rabotnov, 1969), according to which the creep rate is a single-valued function of acting stresses independently of the way these stresses have been reached. In contrast to this, the reverse creep occurs in the direction opposite to what is predicted in terms of this theory.

Fig. 1 demonstrates schematically strain-time diagram in the course of stress drop test.

Many theories have been developed to explain the behavior patterns observed in stress-drop tests (SDT). If to omit minor details in the interpretation of the processes governing creep in SDT, they confirm that: (a) dislocation creep is the dominant mechanism; (b) high plastic anisotropy is a source of the energy inducing processes occurring in material; (c) the response is dictated by a competition between the rates of recovery and hardening processes.

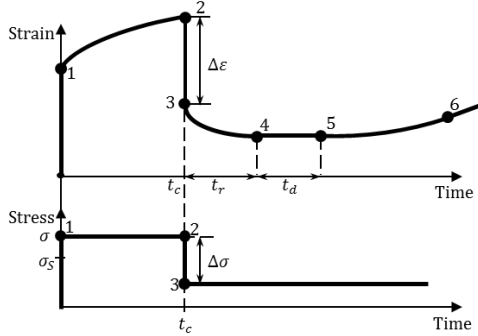


Fig. 1. Strain-time diagram in the stress-drop test; 1-2: creep portion under σ stress, 2-3: negative contraction $\Delta\epsilon$ due to stress-drop $\Delta\sigma$, 3-4: negative creep (*applied stress remains positive!*), 4-5: creep delay (incubation period) $\dot{\epsilon} = 0$, 5-6: accelerating (inverse) creep $\dot{\epsilon} > 0$, from point 6: steady state creep $\dot{\epsilon} = \text{const}$ corresponding to $\sigma - \Delta\sigma$ stress. For the case of small stress drop, 3-4 portion is absent and only portions 4-5-6 are observed after the stress drop

With instantaneous and time-dependent negative plastic deformation, the following approaches can be distinguished. LRIS (Long range internal stress), Composite model (Kassner et al., 2009, 2015). Mughrabi (1983) developed/advanced the concept of relatively high (long-range internal) stresses in association with heterogeneous dislocation substructures (e.g., cell/subgrain walls, dipole bundles, persistent slip bands walls, etc.). He presented the simple case where “hard” (high dislocation density walls, etc.) and “soft” (low dislocation density channels, or cell interiors) elastic-perfectly-plastic regions are compatibly sheared. Each component yields at different stresses and it is suggested that the “composite” is under a heterogeneous stress-state with the high-dislocation density regions having the higher stress. As soft and hard regions are unloaded in parallel, the hard region eventually places the soft region in compression while the stress in the hard region is still positive. That is, a backstress is created. The plasticity occurs on reversal due to “reverse” plasticity in the soft region. The concept of heterogeneous stresses has also been widely embraced for monotonic deformation (Borbély et al. 1997, 2000) including elevated-temperature creep deformation. Non-Backstress explanation. Sleswyk et al. (1978) proposed a different approach; when analyzing the hardening features in several metals at ambient temperature, he adopted an Orowan-type mechanism

(long-range internal stresses or “back-stresses” not especially important) with dislocations easily reversing their motion (across cell). He suggested gliding dislocations, during work-hardening, encounter increasingly effective obstacles and the stress necessary to activate further dislocation motion or plasticity continually increases. On reversal of the direction of straining from a “forward” sense, the dislocations will easily move past those, non-regularly-spaced, obstacles that have already been surmounted. Thus, the flow stress on reversal is relatively low. Lloyd and McElroy (1974) shears the same opinion, considering only the unbowing of dislocation segment, immobilized in a bowed out configuration, toward a new configuration at reduced stress. Another observation (Davies, & Wilshire, 1971) says that the instantaneous specimen contraction on decreasing the stress is greater than would be expected from the elastic modulus is a consequence of runback of dislocation pile-ups.

The aim of this paper is to model the plastic and creep deformation of material due to the stress drop as shown in Fig. 1. Here, we focus our attention upon 2-3-4 portion in the strain-time diagram, i.e. negative increment in plastic and creep deformation caused by $\Delta\sigma$. The implementation of the problem takes place in terms of the synthetic theory by means of its generalization for the discussed issue.

Generalization of the synthetic theory

We establish a law that governs how plastic/creep strain in one direction affects the material hardening in the opposite direction. In terms of the synthetic theory, this question sound like “How does a plastic straining, which is modeled by the movements of planes with normals \vec{N} at the endpoint of stress vector \vec{S} , affect the plane distances with opposite normals $-\vec{N}$, H_{-N} ?

According, H_{-N} for normals $-\vec{N}$ is

$$H_{-N} = S_p + \psi_{-N} + I_{-N}. \quad (1)$$

Therefore, the question posed above can be rephrased as: “How to set the relation between ψ_{-N} and ψ_N as well as between I_{-N} and I_N ?” The rate integral I_{-N} for normals $-\vec{N}$ as

$$\begin{aligned}
I_{-N} &= B \int_0^t \frac{d\vec{S}}{ds} \cdot (-\vec{N}) \exp[-p(t-s)] ds \\
&= -B \int_0^t \frac{d\vec{S}}{ds} \cdot \vec{N} \exp[-p(t-s)] ds \\
&= -I_N.
\end{aligned} \tag{2}$$

Since the rate hardening of material in initial loading does not exert any influence upon that in the subsequent loading of opposite sign, we say that if I_N is positive, then I_{-N} is set to be zero and vice versa:

$$\text{If } I_N > 0, I_{-N} = 0 \text{ or if } I_{-N} > 0, I_N = 0. \tag{3}$$

To reflect the influence of ψ_N upon H_{-N} , the following formula is proposed

$$\psi_{-N} = -\psi_N. \tag{4}$$

$$H_{-N} = S_p - \psi_N - I_N \tag{5}$$

The non-zero value of ψ_{-N} from (4) by no means represents any defects generated in the course of inelastic deformation because the planes with normals $-\vec{N}$ are not at the endpoint of vector \vec{S} , while the magnitude of ψ_N is directly related to the value of irrecoverable strain. Therefore, the main postulate of the synthetic theory that irrecoverable deformation is modeled by the planes shifted by stress vector remains intact. The only aim of Eq. (4) is to establish, via Eq. (5), the relationship between the plastic deformation induced by loading in one direction and the degree of hardening relative to the opposite-sign-loading. Indeed, the growth of defect intensity ψ_N leads to the decrease in the distance H_{-N} in Eq. (5) that symbolizes the softening of material with respect to the loading of opposite sign.

The softening of material expressed by Eq. (5) is in full harmony with Sleswyk's (1978), Lloyd's and McElroy's (1974) opinion that dislocations easily reverse their motion in the direction opposite to the initial plastic flows. In other words, less stresses are needed to induce irrecoverable deformation in the opposite direction. In addition, formula (5) correlates with the notions of effective and backward stresses and their interplay with the dislocation behavior (Kassner et al., 2009), Mughrabi (1983), Evans (1985). Really, internal stresses defining the effective stresses and eventually the degree of material softening in reversal loading directly depend on the number of defects and stress field around them raised in the direct loading. The same situation is observed

in Eq. (5) where terms ψ_N and I_N stand for the number of defects and the lattice distortion caused by their presence.

References:

1. Davies, P. W., & Wilshire, B. (1971). On internal stress measurement and the mechanism of high temperature creep. *Scripta Metallurgica*, 5: 475-478.
2. Evans, R. W., Roach, W. J. F., & Wilshire, B. (1985). A re-interpretation of r and h measurements during creep. *Materials Science and Engineering*, 73: L5-L8.
3. Kassner, M. E., Geantil, P., Levine, L. E., & Larson, B. C. (2009). Backstress, the Bauschinger effect and cyclic deformation. In *Materials Science Forum*, 604: 39-51. Trans Tech Publications.
4. Lloyd, G. J., & McElroy, R. J. (1974). On the anelastic contribution to creep. *Acta Metallurgica*, 22: 339-348.
5. Mughrabi, H. (1983). Dislocation wall and cell structures and long-range internal stresses in deformed metal crystals. *Acta metallurgica*, 31: 1367-1379.
6. Rabotnov, Ju. N. (1969). *Creep problems in structural members* (Vol. 7). North-Holland Pub. Co.
7. Rusinko, A., & Rusinko, K. (2009). Synthetic theory of irreversible deformation in the context of fundamental bases of plasticity. *Mechanics of Materials*, 41: 106-120.
8. Rusinko, A., & Rusinko, K. (2011). *Plasticity and Creep of Metals*. Springer Science & Business Media.
9. Rusinko, A. (2012). Peculiarities of irreversible straining in step-wise loading, reverse and inverse creep. *Acta Mechanica Solida Sinica*, 25: 152-167.
10. Sleswyk, A. W., James, M. R., Plantinga, D. H., & Maathuis, W. S. T. (1978). Reversible strain in cyclic plastic deformation. *Acta Metallurgica*, 26: 1265-1271.

СЕКЦИЯ 2
«ТЕХНОЛОГИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО
ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

УДК 631.243.32

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ
ОЗОНА ДЛЯ НУЖД АПК

В.В. Андреев, кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», Россия, г. Чебоксары

PLASMOCHEMICAL OZONE GENERATORS FOR THE
NEEDS OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

V.V. Andreev, candidate of physical and mathematical Sciences,
Associate Professor
Chuvash State University, Russia, Cheboksary

Аннотация: в сельском хозяйстве актуальны экологически безопасные и эффективные технологии хранения зерновых культур. Рассмотрены барьерные и безбарьерные плазмохимические генераторы озона с точки зрения их применения для озонирования хранилищ зерна.

Ключевые слова: диэлектрический барьерный разряд, озон, озонирование зернохранилища.

Abstract: in agriculture the ecologically safe and efficient technologies for storing of grain crops are interest. Barrier and barrier-free plasmachemical ozone generators are considered from the point of view of their application for granaries ozonization.

Keywords: dielectric barrier discharge, ozone, ozonation of granaries.

При хранении зерна возникают процессы, снижающие всхожесть семян и последующую урожайность. Причинами могут быть: повышенная влажность зерна, наличие микрофлоры, деятельность паразитирующих насекомых и др. Выраженные бактерицидное, фунгицидное и дезодорирующее действия озона эффективны для послеуборочной обработки семян и зерна. В результате значительно увеличиваются сроки их безопасного хранения (1,5-2 раза) и сокращается время низкотемпературной сушки (на 15-20 %). Уста-

новлено, что семенные качества улучшаются на 15 %. Озонирование зернохранилища обеспечивает получение антимикробного компонента (озона) из кислорода атмосферного воздуха с помощью плазмохимического генератора (озонатора) непосредственно на месте применения. По завершении дезинфекции озон распадается за короткий промежуток времени, не загрязняя объект и атмосферу остаточными продуктами.

Действие озона на вредителей с точки зрения выживаемости, парализации, смертности и способности к репродукции зависит от вида и стадии их развития, концентрации и продолжительности воздействия озона, температуры и влажности зерна. По мере снижения концентрации озона для уничтожения вредителей требуется большая длительность обработки. Обычно имеется скрытый период поражения длительностью 1-2 дня, в течение которого подвергшиеся воздействию озона вредители внешне не отличаются от контрольных, но не дают потомства. После того, как истёк этот период, вредители находятся в состоянии паралича и за последующие 3-5 суток вымирают. Вследствие того, что озон действует на плазму клеток вредителей и разрушает её, возврат вредителей к жизни невозможен.

Озонирование не только снижает и ослабляет степень поражения вредителями, но обеспечивает семенам на начальном этапе более быстрый рост по сравнению с не озонированными. Озон полезен при сушке (обычно её продолжительность снижается в 1,5-2 раза) не только семян зерновых культур, но и фуражного зерна, так как предохраняет его от плесневения и брожения. Озонирование также повышает кормовые качества зерна за счет увеличения сахаров до 20 % и аминокислот до 19,0 %. Зерно, обработанное озоном, лучше усваивается животными.

В результате сушки с использованием озонозодушной смеси на этапе послеуборочной подготовки зерна, кроме обеззараживания, улучшаются качественные показатели, включая всхожесть, предотвращается самосогревание, обеспечиваются глубокое состояние покоя в период хранения и сохранность массы сухого вещества, повышается устойчивость растений к неблагоприятным условиям [1]. Озонирование зерна и зернопродуктов целесообразно проводить в подвижном слое и как можно за более короткий промежуток времени (несколько минут), поскольку в противном случае происходит неравномерная обработка слоя по высоте, а также начинаются процессы хемосорбции [2].

Рационально использовать схему озонирования зернохранилища, приведённую на рисунок 1. При использовании запылённого воздуха существенно (в несколько раз) снижается производительность озонатора. Кроме того, озон, генерируемый в разрядной ячейке, будет реагировать с частицами пыли, что способствует его быстрому разложению. Концентратор кислорода обеспечивает на выходе примерно 90 % концентрации кислорода. Скорость подачи воздушно-кислородной смеси – 0,5 кубических метра в час при избыточном давлении 0,5 атмосфер. Потребляемая мощность – 600 Вт. Воздухопровод, по которому подаётся воздух на вход концентратора кислорода, может быть относительно длинным и, как правило, всегда есть возможность расположить его так, что входной конец шланга будет находиться там, где запылённость воздуха минимальная. Можно установить, при необходимости, недорогие фильтры.

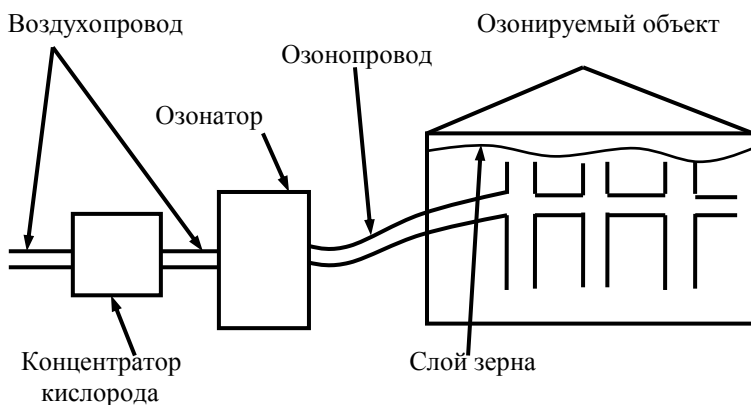


Рисунок 1 – Примерная схема озонирования зернохранилища

Разработанные нами барьерные и безбарьерные озонаторы при таких условиях при потребляемой мощности 1 кВт обеспечивают производительность по озону на выходе до 100 грамм в час (концентрация озона – 40 грамм на кубический метр). Напряжение питания составляет 15 кВ при частоте 50 Гц.

В барьерных озонаторах самым уязвимым элементом является диэлектрик. Для увеличения его долговечности нами исследованы барьерные озонаторы с вращающимся диэлектриком [3, 4]. Из-за вращения достигается увеличение срока службы диэлектрика.

В самых неблагоприятных условиях они выдерживали в среднем 1,5 месяца. В то же время, в случае выхода из строя их легко заменить и стоят они недорого (например, текстолит с защитным покрытием на основе кремнийорганического лака [5]).

При использовании безбарьерных озонаторов основной проблемой становится потребность в высоковольтном наносекундном источнике питания [6]. Сейчас такие источники питания на полупроводниках получаются дорогостоящими. В созданном нами безбарьерном озонаторе в качестве такого высоковольтного наносекундного коммутатора применён разрядник с вращающимся диэлектриком [7], что существенно удешевляет установку.

Список литературы:

1. Ксенз, Н.В. Попандопуло, К.Х., Сорокин, Б.Н., Сидорцов, И.Г. Энергосберегающая технология сушки зерна // Механизация и электрификация животноводства, растениеводства, 2010. № 2. С. 12-16.
2. Васильчук, Н.С., Эпштейн, В.А. Влияние предпосевной обработки семян системными протравителями и озоном на начальные ростовые процессы и продуктивность озимой пшеницы // Вестник СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2007. № 2. С. 70-71.
3. Андреев, В.В., Пичугин, Ю.П., Телегин, В.Г., Телегин, Г.Г. Исследование электрических разрядов в воздухе между подвижными электродами // Физика плазмы, 2011. Т. 37. № 12. С. 1130-1135.
4. Андреев, В.В., Пичугин, Ю.П. Исследование низкотемпературной плазмы между вращающимися электродами // Физика плазмы, 2014. Т. 40. № 6. С. 563-570.
5. Андреев, В.В. Исследование взаимодействия микрозарядов с TiO_2 содержащей поверхностной плёнкой в ячейке диэлектрического барьерного разряда // Материалы XXI конференции «Взаимодействие плазмы с поверхностью». Москва, 24-25 января 2018 г. М.: НИЯУ МИФИ, 2018. С. 27-28.
6. Андреев, В.В., Пичугин, Ю.П. Импульсная безбарьерная разрядная ячейка // Приборы и техника эксперимента, 2016. № 3. С. 134-137.
7. Андреев, В.В., Пичугин, Ю.П., Телегин, В.Г., Телегин, Г.Г. Генератор высоковольтных наносекундных импульсов на основе барьерного разряда // Приборы и техника эксперимента, 2013. Т. 56. № 3. С. 58-60.

УДК 621.9.048

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ**

И.С. Добычина, аспирант

Е.Н. Семешина, магистр

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**PERSPECTIVE ELECTRODE MATERIALS FOR
ELECTRO-SCREEN PROCESSING**

I. S. Dobychina, post-graduate student

E.N. Semeshina, master student

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье проведен обзор перспективных электродных материалов для электроискровой обработки.

Ключевые слова: электродный материал, электроискровая обработка, электроискровое покрытие.

Abstract: the article contains a review of promising electrode materials for electric spark machining

Keywords: electrode material, electrospark deposition, electrospark coating.

Одним из основных факторов, определяющих эффективность процесса электроискровой обработки (ЭИО), является выбор материала электрода, который должен обладать достаточной прочностью при изгибе и разрыве, хорошей электропроводностью, максимально допустимой электрической эрозией, способствующей наибольшему переносу легирующего материала на упроченную поверхность, и содержать в своем составе компоненты, необходимые для получения упроченного слоя с заранее заданными химическими и физико-механическими свойствами.

Для получения электроискровых покрытий (ЭИП) с высокой износостойкости в настоящее время на деталях и инструменте применяют, главным образом, тугоплавкие металлы и их соединения, например, твердые сплавы на основе карбидов вольфрама, титана с кобальтовой или никель-молибденовой связкой. Покрытие, полученное при ЭИО инструментов, обладает достаточно высокой твердостью и износостойкостью при резании и других видах механической обработки. На данный момент проведено много исследований

влияния содержания связующего элемента и размера зерна твердых сплавов на привес катода. Так Золотых Б.Н. писал, что наибольшая величина привеса катода наблюдается для низко- и высококобальтовых сплавов, независимо от времени их обработки. Это объясняется тем, что при ЭИО эрозия анода из низкокобальтовых сплавов лишь частично происходит за счет испарения, а большая её часть — за счет хрупкого разрушения. В случае ЭИО высококобальтовыми сплавами ВК20 и ВК25, которые содержат большую долю легкоплавкого кобальта, эрозия анода проходит преимущественно за счет его плавления и испарения. В тоже время, среднекобальтовые сплавы, содержащие оптимальное сочетание хрупкой (WC) и легкоплавкой (Co) фаз, обладают большей эрозионной стойкостью и соответственно меньшим привесом катода. Некоторые авторы утверждают, что с увеличением размера зерна до 2-3 мкм привес катода повышается, а при дальнейшем увеличении размера зерна (до 8 мкм) — уменьшается. Это объясняется тем, что с уменьшением величины карбидных зерен вольфрама их электроэрозионная стойкость повышается, и соответственно перенос материала анода снижается. Если твердый сплав, например, ВК6В, крупнозернистый (величина карбидных зерен ~ 5 мкм), привес катода понижается, но уже за счет малого коэффициента переноса эродированного материала. В работе [1] проведено сравнение покрытий, полученных из электрода ВК8, и электрода того же состава (92% WC – 8% Co), но с размером карбидного зерна 70...100 нм и с удельной поверхностью 17 м²/г. Показано, что структура электродного материала сильно влияет на состав, структуру и свойства ЭИП (твердость, модуль упругости, шероховатость, коэффициент трения, износостойкость). Наноструктурный электродный материал обладает более высокой эрозионной способностью. Условием его высокой эрозионной способности является: высокая доля границ раздела зерен; равномерность распределения наночастиц по границам зерен тугоплавкой фазы. При использовании наноструктурного электрода содержание карбидной фазы (Ti, W)C + W₂C в покрытии увеличивается с 60 до 95%, в результате чего твердость увеличивается с 6 до 12 ГПа, а коэффициент трения уменьшается с 0,7 до 0,3.

Твёрдые сплавы на основе карбида вольфрама сравнительно неэффективны для ЭИО в связи с их высокой эрозионной стойкостью, а твёрдость легированного слоя, полученного при ЭИО твёрдыми сплавами, в некоторых случаях может быть соизмерима с твёрдостью слоя, полученного ЭИО металлами и графитом. В настоящее время в связи с ростом цен на вольфрам возникает по-

требность в применении новых материалов, способных повысить физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий, полученных ЭИО. Так в работе [2] проведены исследования покрытий на основе карбонитрида титана. Электроды для образования этих покрытий получены спеканием карбонитрида титана в связке на Ni – Mo основе. Авторы проводили исследования твердости и износостойкости, и пришли к выводу, что твердость таких покрытий может достигать 12 ГПа, а с использованием новых композиционных материалов (карбонитрида титана) износостойкость увеличивается в 1,5 раза.

В работе [3] для обработки ЭИП и придания им улучшенных триботехнических свойств использовали два типа углеродосодержащих материалов: мелкопористый графит (МПГ) и двумерный композиционный материал углерод – углеродное волокно (КМУУ). КМУУ получают из препегов на основе полиакрилонитрильного волокна. Волокна выкладывают в двух перпендикулярных направлениях и пропитывают связующим (каменноугольный пек или формальдегидная смола) с последующей термической обработкой. ЭИО такими материалами приводит к снижению шероховатости поверхности. Так при использовании МПГ, шероховатость исходного ЭИП, образованного сплавом ВК8, уменьшается на 54%, а при обработке электродом КМУУ - на 60%. Данный факт обусловлен, как сглаживанием бугров, вследствие их оплавления под действием энергии импульсного разряда, так и заполнением графитом пор и микронеровностей на внешней поверхности. По данным микро-рентгеноспектрального анализа верхнего слоя толщиной 6...8 мкм, образовавшегося в результате ЭИО покрытия углеродным электродом, в ЭИП содержится от 90 до 65% атомов углерода. Поэтому ЭИО поверхности ЭИП графитом и двумерным углеродом – углеродным композитом - ведет к снижению коэффициента трения и росту износостойкости, за счет снижения шероховатости, изменения фазового состава покрытий и появления свободного углерода, выполняющего роль твердой смазки.

В работе [4] в качестве материала анодов авторы использовали переходные металлы (IV–VI групп) и их бориды, а также износостойкую композиционную керамику «ЦЛАБ2» на основе ZrB_2 системы $ZrB_2 - ZrSi_2 - LaB_6$ со связкой Ni–Cr–Al (30 мол. %) и «ТВС3» системы ($TiC - TiB_2$) со связкой Ni–Cr–Al (30 мол. %). В данной работе авторы доказывают, что данные электродные материалы являются многообещающими для ЭИО. Однако необходимо

отметить, что данные исследования направлены в основном на повышение жаростойкости материалов.

Исследования в области создания и применения новых материалов для ЭИО определяют перспективу снижения себестоимости образуемого модифицированного слоя, улучшения физико-механических свойств получаемых ЭИП и развития способа ЭИО в целом. Одним из направлений снижения себестоимости является создание материалов из минерального сырья на основе модифицированного вольфрама с одновременным его легирование Cr, Ni, Co, Zr, Fe. Исследования в этой области материаловедения, как правило, позволяют добиться существенного снижения себестоимости образуемого модифицированного слоя. В работах [4-7] рассматривается применение в качестве электродных материалов аморфных и нанокристаллических сплавов, имеющих высокую твердость, прочность, пластичность и одновременно обладающих уникальными теплофизическими свойствами, позволит повысить толщину наносимого слоя и производительность процесса. С их помощью, возможно получать ЭИП с аморфной или нанокристаллической структурами, обладающие высокими физико-механическими свойствами и износостойкостью [5].

Вывод. Обзор традиционных материалов, применяемых для ЭИО, показал, что наиболее распространены электродные материалы на основе маталлокерамических композиций. Наиболее перспективными и мало изученными электродными материалами являются аморфные и нанокристаллические сплавы.

Список литературы:

1. Павлов В.З., Коломейченко А.В., Кузнецов И.С. Оценочные показатели электроискровой обработки при упрочнении и восстановлении деталей: Скорость дрейфа заряженных частиц // Тракторы и сельхозмашины. 2012. №7. С. 52-54.
2. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. О движении заряженных частиц между электродами при электроискровой обработке // Труды ГОСНИТИ. 2012. Т. 110. Ч. 2. С. 128-134.
3. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. Оценка размера искровых разрядов между электродами при электроискровой обработке деталей // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 112. №1. С. 75-79.
4. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. Оценка мощности поверхностных тепловых источников, возникающих при электроискровой обработке деталей машин // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 112. №2. С. 143-149.

5. Коломейченко А.В., Кузнецов И.С., Кравченко И.Н. Исследования толщины и микротвердости электроискровых покрытий из аморфных и нанокристаллических сплавов // Сварочное производство. 2014. №10. С. 36–39.

6. Коломейченко А.В., Кузнецов И.С. Результаты эксплуатационных испытаний деталей режущего аппарата зерноуборочных машин, упрочненных электроискровой обработкой электродом из аморфного сплава 84КХСР // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 1. С. 91–95.

7. Кузнецов И.С. Электроискровая технология упрочнения деталей режущего аппарата жаток электродами из аморфных и нанокристаллических сплавов: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.03 / Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. Саранск, 2013.

УДК 635.25.044:631,147

**ПРОВЕДЕНИЕ ТЕСТОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ
МЕТАБОЛИТОВ ГРИБА TRICHODERMA НА ПАТОГЕН
PHYTOPHTHORA INFESTANS**

И.С. Добычина, аспирант

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**CONDUCTING TEST STUDIES OF THE EFFECT OF FUNGAL
METABOLITES TRICHODERMA ON THE PATHOGEN
PHYTOPHTHORA INFESTANS**

I. S. Dobychina, post-graduate student

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Анотация: в статье проанализирована влияние гриба *Trichoderma* на зараженность картофеля фитофторозом.

Ключевые слова: фитофтороз, картофель, метаболит, гриб *Trichoderma*.

Abstract: the article analyzes the influence of the fungus *Trichoderma* to the infestation of potato blight.

Keywords: late blight, potato, metabolite, the fungus *Trichoderma*.

Возбудитель болезни – оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.

Фитофтороз – является самым вредоносное заболеванием картофеля во всех странах мира. Опасность этой болезни является высокая скорость её развития. При благоприятных для патогенна погодных условиях численность популяций растёт настолько стремительное, что от единичных больных кустов через 10 – 15 дней может заразиться всё поле, а через 3 недели растения могут быть полностью уничтожены. В России ежегодные потери от этого заболевания в среднем составляют около 4 млн т.

Фитофтора вызывает снижение урожая из-за преждевременного отмирания ботвы и гниения клубней во время хранения.

В результате разработке биопрепаратов на основе *Trichoderma* которые продуцируют антибиотики и другие вещества, угнетающие жизнедеятельность фитопатогенов, обеспечивают долговременную защиту на значительном удалении от зоны инфекции, благодаря ризосферной компетентности и индуцированной системной резистентности (SAR).

Существует мнение, что интродуцируемые штаммы *Trichoderma* воздействуют на метаболизм растений, способствуют увеличению размера корневой системы, роста и жизнестойкости растений путем контроля ризосферной микрофлоры и влияя на обмен растения.

Было проведено исследование влияния метаболитов гриба *Trichoderma* на зараженность картофеля фитофторозом.

Основными факторами исследования стали защитные свойства метаболитов гриба *Trichoderma*, с помощью метода биотестирования. Поверхность вырезанных из клубня картофеля дисков обрабатывали различными концентрациями метаболитов: Контрольный вариант: 1 - вариант без обработки, т.е. в воде.

Варианты для испытаний: 2 - обрабатывали в растворе метаболитов гриба *Trichoderma* 0,1 %; 3 - обрабатывали в растворе метаболитов гриба *Trichoderma* 0,3 %; 4 - обрабатывали в растворе метаболитов гриба *Trichoderma* 0,5 %; 5 - обрабатывали в растворе метаболитов гриба *Trichoderma* 1 %;

Использование такой модели позволяет оценить способность у клубней картофеля вызывать фитоустойчивость.

Модель проведения испытаний представлена на рисунке 1.

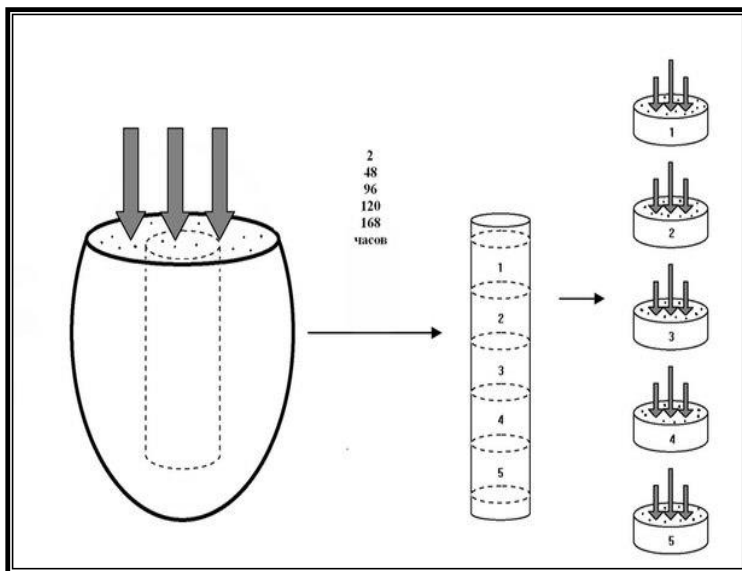


Рисунок 1 – Модель проведения испытаний.

Степень поражения клубней картофеля фитофторозом оценивали по глубине проникновения в ткани дисков возбудителя фитофтороза, считая от поверхности инфицирования, микроскопически подсчитывая слои клеток, в которые проникли гифы патогена на 2, 4, 5 и 7-е сутки.

На протяжении семи суток анализировали глубину проникновения гиф патогенна по тканям клубня картофеля.

Влияние метаболитов гриба *Trichoderma* было более значительным, и причем в разных концентрациях.

На седьмые сутки эксперимента, наблюдается 100 % поражение гифами патогенна тканей клубня картофеля во всех пяти контрольных дисках, при использовании 0,1 раствора метаболитов поражение второго диска 100%, при использовании 0,3 % раствора 80% поражение, 0,5%- 70%, 1%-60% (таблица №1).

Таким образом, наглядно показано, что метаболиты гриба *Trichoderma* проявляют биологическую активность в сравнении с контрольным вариантом (вода). Их можно рекомендовать для создания биологических средств защиты растений.

Таблица 1 – Глубина проникновения гиф патогенна *P. infestans* по тканям клубня картофеля.

Сутки проращивания	Вариант обработки					
	№ диска	Контроль	Раствор метаболитов гриба <i>Trichoderma</i> 0,1%	Раствор метаболитов гриба <i>Trichoderma</i> 0,3%	Раствор метаболитов гриба <i>Trichoderma</i> 0,5%	Раствор метаболитов гриба <i>Trichoderma</i> 1%
		Глубина проникновения <i>P. infestans</i> , слои клеток, %	Глубина проникновения <i>P. infestans</i> , слои клеток, %	Глубина проникновения <i>P. infestans</i> , слои клеток, %	Глубина проникновения <i>P. infestans</i> , слои клеток, %	Глубина проникновения <i>P. infestans</i> , слои клеток, %
2	1	100	100	100	100	100
	2	100	-	-	-	-
	3	100	-	-	-	-
	4	20	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
4	1	100	100	100	100	100
	2	100	30	20	10	10
	3	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
5	1	100	100	100	100	100
	2	100	70	60	40	30
	3	100	-	-	-	-
	4	20	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
7	1	100	100	100	100	100
	2	100	100	80	70	50
	3	100	-	-	-	-
	4	100	-	-	-	-
	5	100	-	-	-	-

Список литературы:

1. Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев, С. Н. Еланский, Г. К. Журомский, С. К. Завриев, В. Н. Зейрук, В. Г. Иванюк, М. А. Кузнецова, М. П. Пляхневич, К. А. Пшеченков, Е. А. Симанков, Н. П. Скларова, З. Сташевски, А. И. Усков, И. М. Яшина. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. — М.: Картофелевод, 2009. — 272 с.

2. Павловская Н.Е., Зотиков В.И., Гагарина И.Н., Борзенкова Г.А., Ерохин А.И., Горькова И.В., Зубарева К.Ю., Бородин Д.Б. Физиолого-биохимическое обоснование создания биологических средств защиты растений от болезней и вредителей. Монография. Под общей редакцией Н.Е. Павловской. - Орел: Изд-во ГНУ ВНИИЗБК, ОрелГАУ, 2013. - 188 с.

3. Петрухина, М.Т. Производство и применение микробиологических препаратов для борьбы с болезнями растений [текст] // Препараты микробиологического синтеза – сельскому хозяйству. М., 2005. – С. 3-11.

HEAT AND HUMIDITY THE ANALYSIS OF THE HETEROGENEOUS MASS OF STORED AGRICULTURAL RAW MATERIALS

**A. M. Moiseenko, Candidate of technical sciences, professor
V. I. Kondrashov, Doctor of physical and mathematical sciences,
associate Professor**

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫЙ АНАЛИЗ НАСЫПИ ХРАНИМОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

**А.М. Моисеенко, д.т.н., профессор
В.И. Кондрашов, к.ф.-м.н., доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

Abstract: the highest significance in the safekeeping of the biological production has the heat-moister regime in the storehouses and inside of a stored agricultural produce.

Аннотация: важнейшее значение для обеспечения сохранности биологического сырья имеет температурно-влажностный режим в хранилищах и внутри хранимой сель-

Existing storage technologies demand certain adjustment in each case, which can be significantly simplified with the computer simulation. The adequate model with realistic conditions can be provided with the complete mathematical description and all basic factors taken into an account.

The purpose of this work is the development of the methods of the heat-technical calculation and computer simulation of vegetable storehouses microclimate by solving the conjugate non-stationary heat and moisture exchange tasks.

The full mathematical model of a heat-exchange is based on the conjugate non-stationary heat-moisture exchange task for the whole system construction-equipment-bulk in their heat interconnection, but not for each component separately taking part in the heat-exchange.

As a generic math model we consider the heat-moisture condition of a semi-sub-surfaced in the ground storehouses, because in this case it's necessary to take into account the heat interaction not only with air surroundings, but also with the ground, unlike above ground surface storehouses as a particular version of common model. Developed the finite-difference method of calculations which have sufficient enough high-speed and accuracy for engineer practice. These methods allow in short time calculate the

скохозяйственной продукции.

Существующие технологии хранения требуют в каждом конкретном случае существенной переработки и совершенствования, что можно существенно упростить с помощью компьютерного моделирования. Тепловлажное состояние биологической продукции во многом зависит от внешних тепловых воздействий, а также от тепловых возмущений, вносимых оборудованием. Учесть такие факторы может позволить полная математическая модель взаимосвязанного теплообмена.

Целью этой работы является разработка методов тепло-технического расчета и компьютерного моделирования микроклимата овощехранилищ путем решения сопряженных нестационарных теплообменных задач.

Полная математическая модель теплообмена строится для всей конструкции здания, системы инженерного оборудования в их тепловой взаимосвязи. В качестве общей математической модели мы рассматриваем тепловое состояние полузаглубленных хранилищ, поскольку в этом случае необходимо учитывать тепловое взаимодействие не только с воздушной средой, но и с землей, в отличие от наземных хранилищ. В работе используется разработанный конечно-разностный

temperature and moisture in the storehouses. Software package POSOH (Kondrashov, Kondrashov, Kokin, Tyukov, 2003) was designed for computer modeling of these processes.

Examples of the simulation for selection of most appropriate construction and technology parameters for reduction of depreciation of agricultural production during storage are provided. The heat-resistant properties of above surface and semi-sub-surfaced storehouses were compared.

Keywords: simulation; Finite differences; Agriculture produce; Storehouse; Heat-moister condition

метод расчета. Эти методы позволяют в короткие сроки рассчитать температуру и влажность в хранилищах. Программный пакет POSOH (Кондрашов, Кондрашов, Кокин, Тюков, 2003) был разработан для компьютерного моделирования этих процессов. Приведены примеры моделирования для выбора наиболее подходящих конструкционных и технологических параметров для снижения потерь сельскохозяйственной продукции при хранении. Сравнивались теплотехнические свойства наземных и полужаглубленных хранилищ.

Ключевые слова: моделирование, конечные разности, сельскохозяйственная продукция, хранилище, тепловлажностное состояние.

Nomenclature:

- a_1 thermal diffusivity of the side barrier [m^2 / s]
 $a_E = a(1 - p)$
 a_a thermal diffusivity of air [m^2 / s]
 a_n thermal diffusivity of the cover [m^2 / s]
 \hat{a}_m thermal diffusivity of the bulk, considering porosity [m^2 / s]
 \hat{a}_e thermal diffusivity of the air in the bulk, considering porosity [m^2 / s]
 D diffusion coefficient [m^2 / s]
 B temperature coefficient of breathing [$1/^\circ C$]
 c_h heat capacity of a bulk [$J/kg \cdot ^\circ C$]

c_1 heat capacity of the side barrier, considering porosity [J/kg · K]
 $d(x, y, \tau)$ moisture content of air in the bulk [°C]
 F_h specific surface of a bulk [m²/m³]
 $F(V)$ aerodynamic resistance, which depends on Reynolds's number and porosity characteristic of a bulk
 $f(Tm) = a + bTm$ approximation of equilibrium air moisture content from temperature
 $k_1 = \frac{\alpha_{k_1} F_h}{\rho_n c_n}$ constant, where α_{k_1} is a coefficient of convection heat exchange between a bulk and air [W/(m² · K)]
 $k_2 = \frac{\alpha_{k_1} F_h}{\varphi_a c_a}$ constant, where c_a is a heat capacity of air, [J/(kg · K)] and ρ_a is a density of air [kg/m³]
 p porosity of the side barrier
 $P(x, y, \tau)$ pressure in a bulk [Pa]
 q_n heat of steam creation [J/kg]
 q_0 heat of breathing of elements of a bulk [W/t]
 Q_i specific power of heat sources in upper zone [W/m²]
 $T_1(x, y, \tau)$ temperature of side barrier [°C]
 $T_m(x, y, \tau)$ temperature in the bulk of production [°C]
 $T_{ab}(x, y, \tau)$ temperature of air in the bulk [°C]
 $T_n(x, y, \tau)$ temperature of a cover [°C]
 $T_n(x, y, \tau)$ temperature of surroundings [°C]
 T_a temperature of air in upper zone, °C;
 T_c average temperature of air in a bulk [°C]
 t_n average temperature value of ground surface [°C]
 t_α half of a common interval of changes in temperature in surface, or an oscillation amplitude of temperature on the surface of the ground [°C]
 V module of velocity filtration in a bulk [m/h] $V =$

$$\sqrt{u_x^2 + u_y^2}$$

W_x velocity of infiltration through the side barrier [m/s]

w volume moisture of ground ($0 < w < 1$)

u_x x-component of velocity of filtration in a bulk [m/s]

u_y y-component of velocity of filtration in a bulk [m/s]

Greek symbols:

α_{k_2} coefficient of a convection heat exchange of air between surfaces of a bulk and a cover [$W/(m^2 \cdot K)$]

α_{l_2} coefficient of a ray heat exchange between surfaces of a bulk and a cover [$W/(m^2 \cdot K)$]

α_h coefficient of a convection heat exchange between an external surfaces of a barriers and surroundings [$W/(m^2 \cdot K)$]

β coefficient of moisture exchange [$kg/(m^2 \cdot Pa \cdot s)$]

β_0 coefficient of volume expansion [$1/^\circ C$]

ε_h evaporation ability of elements of a bulk $\ll 1$

θ_1 temperature of ground under a bulk [$^\circ C$]

λ_1 thermal conductivity of the side barrier [$W(m \cdot K)$]

$$\lambda_E = \lambda(1 - n)$$

λ_a thermal conductivity of air [$W(m \cdot K)$]

λ_n thermal conductivity of a bulk [$W(m \cdot K)$]

λ_n thermal conductivity of a cover [$W(m \cdot K)$]

ρ_h density of a bulk product [kg/m^3]

ρ_1 side barrier density [kg/m^3], considering porosity;

ρ ground density [kg/m^3]

ρ_{wtr} water density [kg/m^3]

Φ relative humidity (moisture) of air in a bulk [%]

τ time

τ_0 phase of temperature oscillation.

Introduction

A heat-moisture condition of semi-sub-surfaced at the ground storehouses is presented as an example of generic approach to simulation of microclimate in stored agricultural produce, because it is necessary to take into an account interaction not only with air surroundings, but also with soil.

The semi-sub-surfaced and sub-surfaced storehouses are commonly enough used in the climate zones with low or high temperatures during the storage period. Additionally, besides the permanent storehouses, collapsible semi-sub-surfaced constructions with active ventilation have gained popularity for storage of potatoes and vegetables, which in 10-20 times cheaper then fundamental constructions. One of these storehouses, which combine low cost, simplicity of manufacture and assembly with high safety and good quality of produce, is the large dimension clamp (Kondrashov VI 1997). The capacity of these clamps is up to 400 t. of potatoes and 320 t. of forage beets. The construction elements of the these clamps can be manufactured in small enterprises, and be assemble without lifting crane in 2-3 days in prepared in advance a trench of 3 m deep. The ventilation module is placed in the center part of the construction. Thus for any whether conditions, a forced air of specified temperature is blown into the bulk of the produce, using the uses heat-generation of stored potatoes and vegetables. The height of the bulk can be up to 4m. A cover of loaded produce is a multi-layer material, which composed of packages of pressed straw and air-impenetrable pellicle.

The complete embedding is used for storage for example in small and medium size trenches. The heat-exchange plays a significant role here and therefore losses of moister are small and the results of storage are good. Small trenches are usually used without multilayer of sand and soil.

The microclimate in the bulk of agricultural produce in the storehouse mainly depends on heat regime of the walls, where is direct contact to the production.

The heat regime of external walls of the storehouse has been determined by the regularities of internal and external heat influences and the conditions of the heat interactions with the ground.

We have to note that many publications (Beukema, Bruin, Schenk 1982, Jia, Sun, Cao 2000, Nganhou 2004, Tashtoush 2000) are dedicated to simulation of heat and mass exchange at the bulk, but as it was mentioned in annotation – the models for the system: bulk-wall-ground are practically absent.

The microclimate of a premise of potatoes storehouse and the

heat condition of stored production mostly depends on the following heat influences:

- internal air with the temperature regulated by technological demands;

- external surroundings, which temperature have been determined by natural climate conditions;

- internal heat secretions of juicy farm produce, that have been determined by biochemical processes;

A common task of investigation of the heat regime of juicy agricultural produce in storehouses has been concluded in determination of dependences between external and internal heat sources and base characteristics of temperature fields of the barrier constructions and the bulk of product.

Often the recommended methods of calculation of heat regimes are based on simplified scheme of heat and mass transfer (Beukema, Bruin, Schenk 1982, Jia, Sun, Cao 2000, Tashtoush 2000). This approach reduces the reliability of results and leads to significant misrepresentations of temperature's fields.

For the development of a methodology of heat-technical calculation for vegetable-potato storehouses it is required to build a mathematical model with conjugate (i.e. for the whole system of construction–equipment–bulk in their heat interconnection, but not for each separate part which is taking part in heat exchange) and non – stationary setting of a problem and investigate it with this model of heat-moisture transfer processes.

Mathematical model

A task of investigation of heat interaction of the storehouse's external walls with ground and production is based on the following prerequisites:

- the soil layer (ground) is considering as a continuous environment;

- the ground surface outside of the building is located above the storehouse floor level (Fig.1).

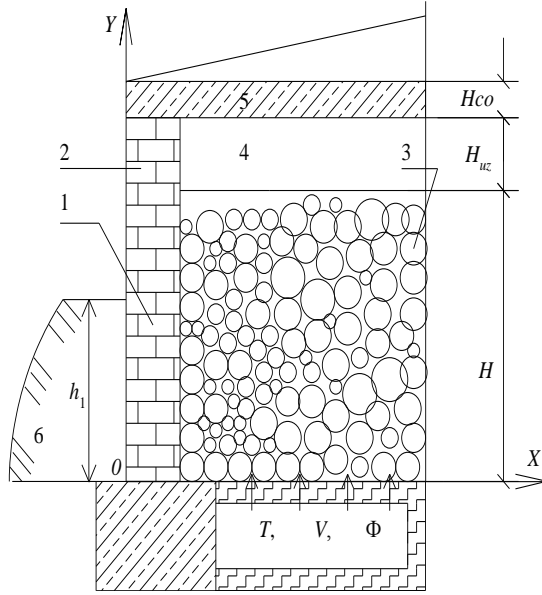


Fig 1 – The Storehouse with subsurface at the ground:
 1 - subsurface part of external wall; 2 – surface part of external wall;
 3 - bulk of production; 4- upper zone; 5- cover 6 – ground;
 H - height of bulk; H_{uz} - height of an upper zone; H_{cov} – height of a cover; T - temperature of air; V - velocity of air; Φ - relative air moisture

There is a periodical heat current in the upper layer of ground surface as a result of daily and annually repeating variations of temperature (Chudnovskiy 1987, Jadan 1976). Temperature of ground surface is satisfactory described by the law of harmonic oscillation:

$$T_1(\tau) = t_n + t_a \cos(\pi / 12(\tau - \tau_0)) \quad (1)$$

Let $t_r(y, \tau)$ is temperature of ground. Assume that at the first moment in time the linear law of temperature distribution is by y, and on surface of ground is a periodical law of temperature changes (1).

For determination of $t_r(y, \tau)$ we have the boundary value problem:

$$\frac{\partial t_r}{\partial \tau} = a_1 \frac{\partial^2 t_r}{\partial y^2} \quad (2)$$

$$t_r(y, 0) = \epsilon y + c \quad (3)$$

$$t_r(h_1, \tau) = T_1(\tau) \quad (4)$$

$$\frac{\partial t_r(o, \tau)}{\partial y} = 0, \quad (5)$$

where b and c are constants in the linear law of initial temperature changes.

Coefficient of heat conductivity of ground a_1 , which has dimension m^2/c in equation (2) depends on the soil type and can be determined by following empiric formula (Kondrashov, Kondraschov, Kokin, Tyukov 2003):

$$a_1 = \left[m_1 \left(w \frac{\rho_{wir}}{\rho} 10^2 - m_4 \right)^2 + 10^{-3} m_2 \rho + m_3 \right] 10^{-7} \quad (6)$$

The coefficients m_i ($i=1,2,3,4$) dependent on the soil type. Their values for different soil types are showed in the table 1.

Table 1 – Empiric coefficients m_i for different soil types

Type of ground	1	2	3	4
Regular Chernozem (black earth)	-0,013	3,1	1,21	20
Dark-brown	-0,017	2,2	1,90	18
Gray –earth	-0,0062	2,7	0,20	18
South-earth	-0,0104	2,4	0,68	20

The Finite Integral Transformation method is used to solve task (3)-(5):

$$t_{m_1}(\tau) = \int_0^{h_1} t_r(y, \tau) \cos \frac{(2m_1 - 1)\pi y}{2h_1} dy$$

where the formula of conversion is:

$$t_r(y, \tau) = \frac{2}{h_1} \sum_{m_1=1}^{\infty} t_{m_1}(\tau) \cos \frac{(2m_1 - 1)\pi y}{2h_1}$$

Then the solution of the boundary value problem (3) - (5) is in form of the series:

$$t_r(y, \tau) = \frac{2}{h_1} \sum_{m_1=1}^{\infty} \left[f_{m_1}(\tau) + F_{m_1} \exp \left(\frac{(2m_1 - 1)^2 \pi^2 a_1 \tau}{4h_1^2} \right) \right] \cos \frac{(2m_1 - 1)\pi y}{2h_1} \quad (7),$$

where

$$f_{m_1}(\tau) = \frac{2h_1 t_n}{\pi(2m_1 - 1)} + \frac{2(2m_1 - 1)\pi a_1 h_1 t_a}{(2m_1 - 1)^4 a_1^2 + 16\omega^2 h_1^4} \\ \left[a_1 \pi^2 (2m_1 - 1) \cos \omega \tau + 4h_1^2 \omega \sin \omega \tau \right]$$

$$F_{m_1} = \frac{4h_1^2 \varepsilon + 2h_1(2m_1 - 1)\pi \left[(-1)^{m_1 - 1} (h_1, \varepsilon + d) - t_n \right]}{(2m_1 - 1)^2 \pi^2} \\ - \frac{2(2m_1 - 1)^3 \pi^3 a_1^2 h_1 t_a}{(2m_1 - 1)^4 \pi^4 a_1^2 + 16\omega^2 h_1^4}$$

With known temperature of ground, the heat and mass transfer in the storehouse is determined by the full mathematical model, which is based on setting of task as conjugate task.

This model includes the following equations and boundary conditions (Kondrashov 1997)

The equation of thermal conductivity for the side barrier

$$\frac{\partial T_1}{\partial \tau} + W_x \frac{\rho_a c_a}{(\rho c)_1} \frac{\partial T_1}{\partial x} = a_E \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_1}{\partial y^2} \right) \quad (8)$$

The equation of energy for the bulk of the product

$$\frac{\partial T_M}{\partial \tau} = \frac{1}{c_n} q_o e^{bT_M} - \frac{\beta q_n F_n \varepsilon_n E}{\rho_n c_n} (f(T_M) - d) + \\ + \hat{a}_{..} \left(\frac{\partial^2 T_M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_M}{\partial y^2} \right) - k_1 (T_M - T_{ab}). \quad (9)$$

The equation of energy for air in bulk of the product

$$\frac{\partial T_{ab}}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial T_{ab}}{\partial x} + u_y \frac{\partial T_{ab}}{\partial y} = \hat{a}_{ab} \left(\frac{\partial^2 T_{ab}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{ab}}{\partial y^2} \right) + \\ + k_2 (T_M - T_{ab}). \quad (10)$$

The equation of diffusion of moisture

$$\frac{\partial d}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial d}{\partial x} + u_y \frac{\partial d}{\partial y} = \frac{D}{\varepsilon} \left(\frac{\partial^2 d}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 d}{\partial y^2} \right) + \frac{\beta F_n \varepsilon_n E}{\rho_e \varepsilon} (f(T_M) - d). \quad (11)$$

The equation of thermal conductivity for the cover

$$\frac{\partial T_n}{\partial \tau} = a_n \left(\frac{\partial^2 T_n}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_n}{\partial y^2} \right). \quad (12)$$

The equation of air movement in the bulk for mixed convection

$$\frac{\partial u_x}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_e} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{u_x}{\rho_e V} F(V); \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_y}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} = & -\frac{1}{\rho_e} \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{u_y}{\rho_e V} F(V) - \\ & - \beta_o g (T_{ab} - T_c). \end{aligned} \quad (14)$$

The equation of continuity

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = 0. \quad (15)$$

The initial conditions are ($\tau = 0$)

$$\begin{aligned} T_1(x, y, 0) &= T_{10}; & T_M(x, y, 0) &= T_{M0}; & T_{ab}(x, y, 0) &= T_{ab0}; \\ d(x, y, 0) &= d_0; & T_n(x, y, 0) &= T_{n0}; & u_x(x, y, 0) &= u_{x0}; \\ u_y(x, y, 0) &= u_{y0}. \end{aligned} \quad (16)$$

The boundary conditions on the x-axis.

The thermo exchange on the boundary surrounding – side barrier ($x = 0$) is

$$\lambda_E \frac{\partial T_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = \alpha \cdot (T_1|_{x=0} - T); \alpha_u = \alpha_k + \alpha_\sigma \cdot (y \geq h_1) \quad (17)$$

$$T_1 = t_1, \text{ under } y < h_1.$$

The thermo exchange on the boundary surroundings – side barrier ($x = l_1$) is

$$\lambda_M \frac{\partial T_M}{\partial x} \Big|_{x=l_1} = \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} \Big|_{x=l_1}; T_1|_{x=l_1} = T_M|_{x=l_1} = T_{a6}|_{x=l_1}. \quad (18)$$

The conditions on an axis of symmetry ($x = l_2$) are

$$\frac{\partial T_M}{\partial x} \Big|_{x=l_2} = \frac{\partial T_{a6}}{\partial x} \Big|_{x=l_2} = \frac{\partial T_n}{\partial x} \Big|_{x=l_2} = \frac{\partial d}{\partial x} \Big|_{x=l_2} = 0. \quad (19)$$

The conditions of a moister – impenetrability of the side barrier is

$$\frac{\partial d}{\partial x} \Big|_{x=l_1} = 0. \quad (20)$$

The boundary conditions on the y-axis.

The conditions with $y = 0$ are:

$$T_1|_{y=0} = T_1(x); T_2|_{y=0} = T_{20}; \quad (21)$$

on the exit from the ventilation canal are:

$$T_{ab}|_{y=0} = T_{ab_1}; d|_{y=0} = f(T_{ab_1}, \Phi); \quad (22)$$

for the rest part of bottom boundary of bulk are:

$$T_{ab}|_{y=0} = \theta_1, \frac{\partial d}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0. \quad (23)$$

The heat exchange on the boundary of bulk of product – the storehouse upper zone ($y = H$) is:

$$-\lambda \frac{\partial T_M}{\partial y} \Big|_{y=H} = \alpha_{k_2} (T_M|_{y=H} - T_{e3}) + \alpha_{l_2} (T_M|_{y=H} - T_M|_{y=H_1}); \quad (24)$$

The “soft” stabilization conditions of gradients of air temperature and moisture content are

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 d}{\partial y^2} \Big|_{y=H} &= 0; \\ \frac{\partial^2 T_{66}}{\partial y^2} \Big|_{y=H} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

The thermo exchange on the boundary upper zone – the cover ($y = H_1, H_1 = H + H_{uz}$) are:

$$-\lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial y} \Big|_{y=H_1} = \alpha_{k_2} \left(T_n \Big|_{y=H_1} - T_{\theta_3} \Big|_{y=H_1} \right) + \alpha_{l_2} \left(T_M \Big|_{y=H} - T_n \Big|_{y=H_1} \right) + Q_i \quad (26)$$

The thermo - exchange on the boundary – surroundings ($y = h_2$)

$$-\lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial y} \Big|_{y=h_2} = \alpha \cdot \left(T_n \Big|_{y=h_2} - T_M \right). \quad (27)$$

The boundary conditions for the equation of movement with the force convection (Fig.2.) are:

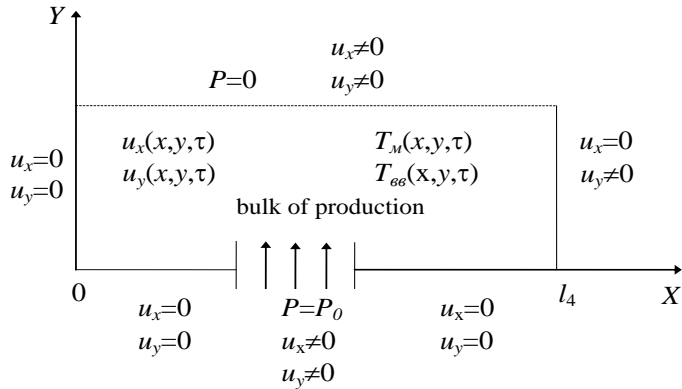


Fig 2 – The boundary conditions with the forced convection

The forced air is pumped with pressure through a channel to the bulk. Compare to Fig3 with no channel for forced air, but with natural ventilation, considering $u=0, v=0$.

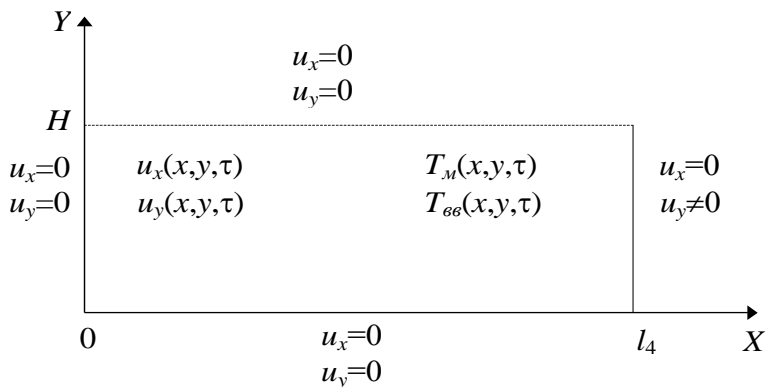


Fig 3 – The boundary conditions with the natural convection

The Methods of calculation

The Implicit Difference scheme with the various modifications and using a speed converging of iteration processes were used for the solution of a full mathematical problem.

Experiments have shown that $q_0 \exp(bT_m)/c_m$ can be linearized in a sufficient for explored processes temperature range (Savin, Moiseenko, Kondrashov 2004, Shih Tien Mo 1984)

$$\frac{q_0 \exp(bT_m)}{c_m} = AT_m + B$$

where A, B, – known physical constants.

The iterative process is organized to solve the problem (1) – (11) numerically:

T_m in the equations (3) – (5) is considered known (as the first approximation) from the previous time level. The equations (1), (3) – (5) in view of (6) – (10) are solved by the finite difference method with use of the implicit difference scheme (three-dot symmetric approximation to derivatives with respect to x) and Thomas algorithm (Prusakov 1994, Savin, Moiseenko, Kondrashov 2004).

T_m is obtained numerically in accordance with the found T_a , d , T_i , T_3 from the equation (2) in view of the boundary conditions (9)-(10) as in the step 1; $f(T_m)$ is approximated by linearization.

The iterative process 2. → 1. → 2. → ... repeats ($j + 1$) times until the condition $|T_m^{j+1} - T_m^j| < \gamma$ for $x \in [0, H]$ will be satisfied. Ac-

curacy check is carried out for T_a, d, T_t, T_i also.

Numerous calculations show that number of the iterations necessary for calculation accuracy does not exceed 3 – 5 usually. It is most of all because temperature and humidity content time variations and variations along x are rather insignificant in processes being investigated.

Extremely economic Thomas algorithm for standard boundary conditions is explained in the known literature (Prusakov 1994, Beuke-
ma, Bruin, Schenk 1982, Nghanou 2004). It is extended to include boundary conditions of conjugation (7) as follows.

Let step of grid is h and point δ_1 corresponds to the mesh point number N . We approximate (7) by finite differences

$$\lambda_1 \frac{T_{1,N} - T_{1,N-1}}{h} = \lambda_2 \frac{T_{2,2} - T_{2,1}}{h} \quad (28)$$

$$T_{1,N} = T_{2,1}$$

The solution of the problem is searched as

$$T_{1,i} = \alpha_{i+1} T_{1,i+1} + \beta_{i+1}, \quad i = 0, 1, \dots, N-1$$

$$T_{2,j} = \alpha'_{j+1} T_{2,j+1} + \beta'_{j+1}, \quad j = 0, 1, \dots, M-1,$$

where $\alpha_{i+1}, \beta_{i+1}, \alpha'_{j+1}, \beta'_{j+1}$ - «passage» coefficients.

Having substituted $T_{1,N}$ and $T_{2,2}$ in (12) after simple transforming we shall find

$$\alpha'_2 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2} (1 - \alpha_N)}$$

$$\beta'_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \alpha'_2 \beta_N$$

Starting coefficients α_1, β_1 are determined from boundary conditions (6). Then α_i, β_i are calculated under known formulas (Prusakov 1994, Savin, Moiseenko, Kondrashov 2004). Then α'_2, β'_2 are calculated as starting coefficients for $x \in [\delta_1, \delta_2]$ and then α'_j, β'_j are

calculated. Values of functions $T_{2,j}, j=M-1, M-2, \dots, 1$ and $T_{1,i}, i=N, N-1, \dots, 1$ (reverse passage) are calculated at last.

Note that for governed gas medium it is necessary to set in appropriate way breath heat of biological product that is coefficient q_0 in the equation (2). For each sort of stored product (potato, onion, apples, etc.) the thermal properties available in numerous reference books are set.

It is the most expedient to use the mathematical model (1) – (11) as the basic part of software for application in practice of storehouses designing and the analysis of storage processes. So it is made in the POSOH software (Kondrashov, Kondraschov, Kokin, Tyukov 2003) developed by us. Application of known expensive commercial software on hydrodynamics and heat-and-mass transfer is not effectively for simulation of controlled environment in storehouses because they do not take into account specificity of processes in an organic product and because of essential conjugacy of the problem. The compact software based on adequate models is necessary also for crisp logic automatic control system in storages with controlled environment.

This developed method of solution was approved for calculation of heat-moister exchange processes in the real storehouses of different types. There was an experimental verification of received results. (Kondrashov 1997, Kondrashov 2000)

The results of calculated solution are well correlated with experimental data, which had been received using bulk and rows storage of potatoes with a layer bellow 8-9meters in the storehouse with volume of 10000 tons [Russia, Oryol] with high level of humidity (about 100%) of supplied air and possible “fog” creation.

Discussion of results and Examples of simulation

Let consider the regime of storing potatoes in winter period using system of active ventilation in case of decreasing an average value of outside temperature from -10C to - 20C. Assume that conceivable temperatures for saving production are from 1°C to 4°C. If the temperature is below 0.5 °C – it’s an overcooling, above 4°C – it’s an overheating. There are results of our simulation with POSOH at the figs. 4-8.

A height of a bulk - 5m.

A height of an upper zone - 1m.

A weight of a bulk is 10 m.

A height of a subsurface part at the ground – 3m.

A thickness of a wall is the same as a thickness of a cover and is 0.5 m.

A thermal conductivity of a cover $\lambda_1 = 0.18 W / m \cdot grad.$

A thermal conductivity of a wall is $\lambda_n = 0.81 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{grad}$.

The velocity of infiltration is 0.0005 m/s .

Coefficient of a heat exchange of a cover with surroundings is $20 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Coefficient of a heat exchange of a wall with surroundings is $23 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Coefficient of a ray heat exchange of a cover – the upper lie of a bulk is $2.7 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Temperature of a ground at the bottom is 5°C .

Temperature of air at the entrance into a bulk is 2°C .

Temperature of upper zone is 2.5°C .

$T_1(\tau) = t_n + t_\alpha \cos(\pi/12(\tau - \tau_0))$, $t_n = -20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_\alpha = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

A special system of heating a ceiling and upper air layers is created for elimination of condensate. The heaters are set up in the ceiling in order to avoid the sweating of tubers. As a rule, it's recommended to use sources of a heat with specific power $Q_{i=5}, \text{ W} / \text{m}^2$.

A relative humidity of air at the enter in a bulk, - 0.9 (moisture content 0.0039 kg/kg)

Consumption of air at a bulk is $10 \text{ m}^3 / \text{t}$.

Initial moister content of air in a bulk is 0.00463 kg/kg . (relative humidity 1.0).

Proposed algorithm and project allows to choose contraction and technology with numerical experimental solutions, which allowing to save production and eliminate damage of production during the process of storage (Kondrashov 2000, Kondrashov, Kondraschov, Kokin, Tyukov 2003).

One of effective and reliable methods of defense of near to the walls product from freezing is an implementation of the air-warmth defense at the inner side of the wall (Jia, Sun, Cao 2000).

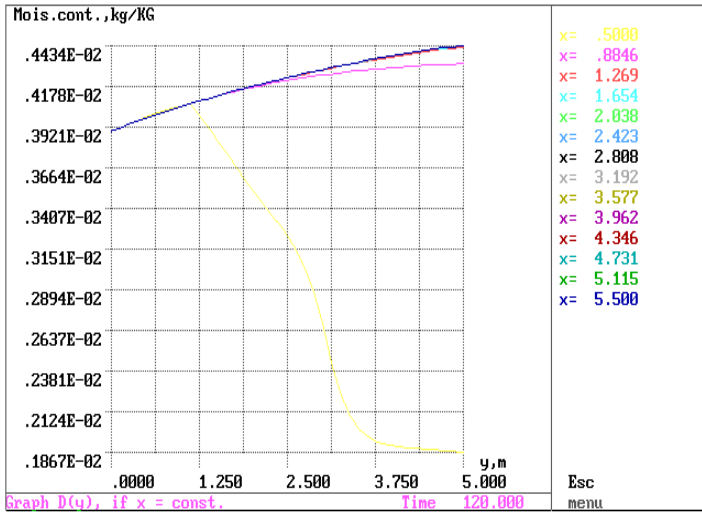


Fig. 4 a

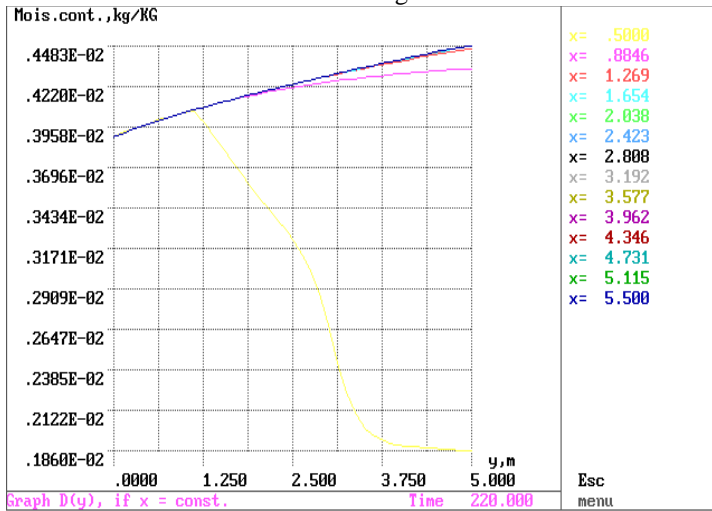


Fig. 4 b

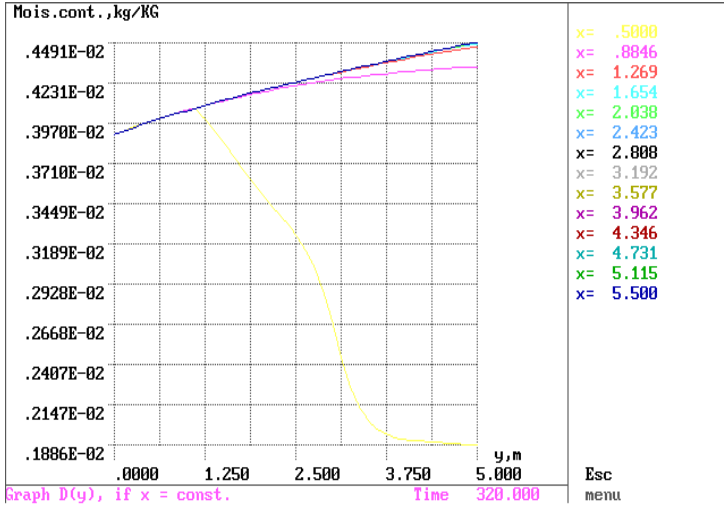


Fig. 4 c

On Fig. 4 a, b, c provided a change of moisture-content in a bulk in semi-subsurface storehouse without additional thermo insulation of a surface part. A moisture-content of a ventilation air is increasing with time and by a height of a bulk, with $x > 1.3$ the curves are the same the different x . Disturbances from the external influences are affecting only on certain distance from the external border.

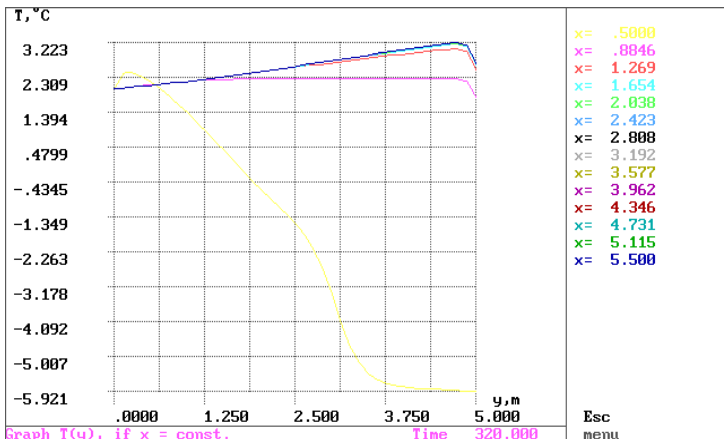


Fig. 5 a

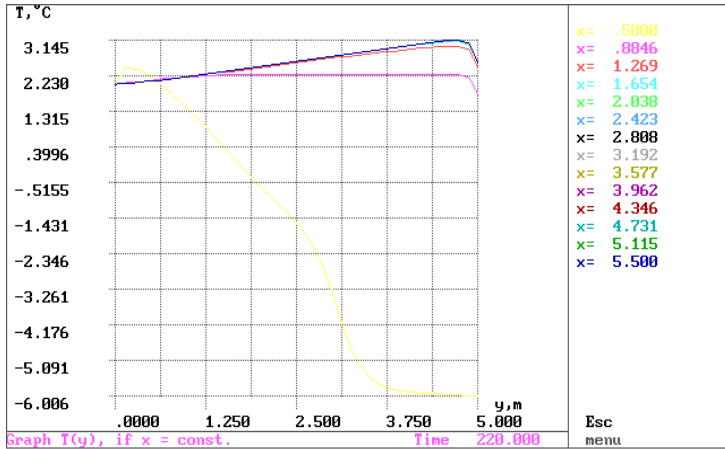


Fig. 5 b

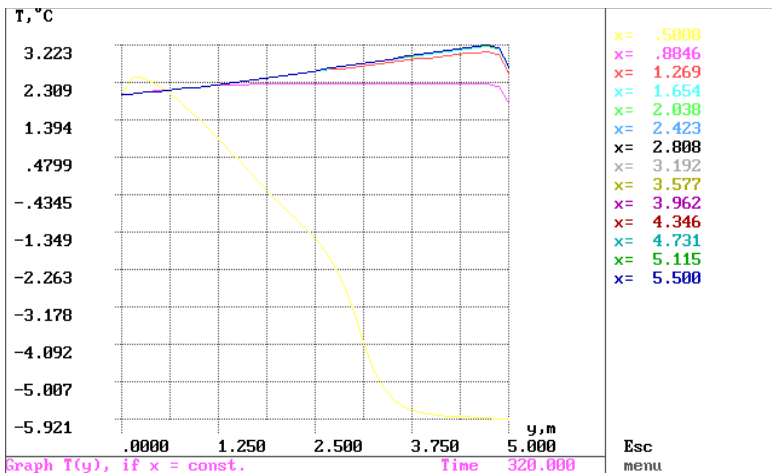


Fig. 5 c

On Fig. 5 a, b, c the temperatures of production throughout the height of a bulk for the $x = 0.88$, $x \geq 1.3$ in the moments of time 12, 22 or 32 hours from the beginning of ventilation for the semi-sub-surfaced storehouse without additional thermo insulation of surface part. The curves $T(y)$ at $x > 2.038$ practically the same with curve $T(y)$ at $x = 2.038$. This is happening because the external temperature disturbances

are influencing the temperature of a bulk only near the wall.

Let's compare thermo insulating properties of semi-sub-surfaced storehouses with above surfaced one. It was accepted as correct that a wall heat-resistance of above surface storehouse 4 times greater than of a semi-subsurface storehouse wall.

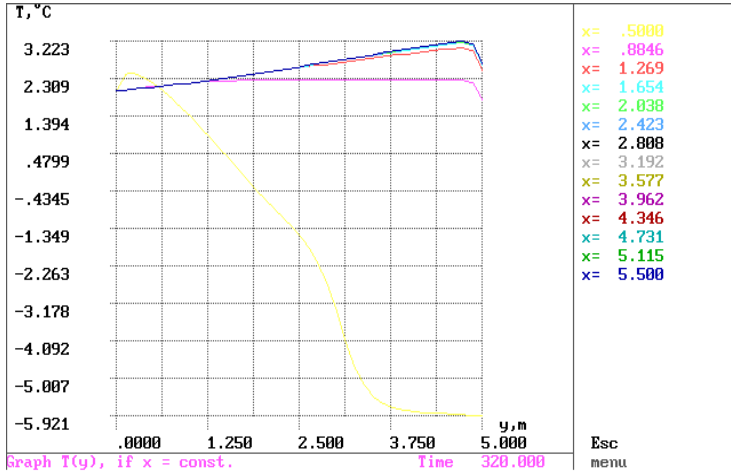


Fig. 6 a

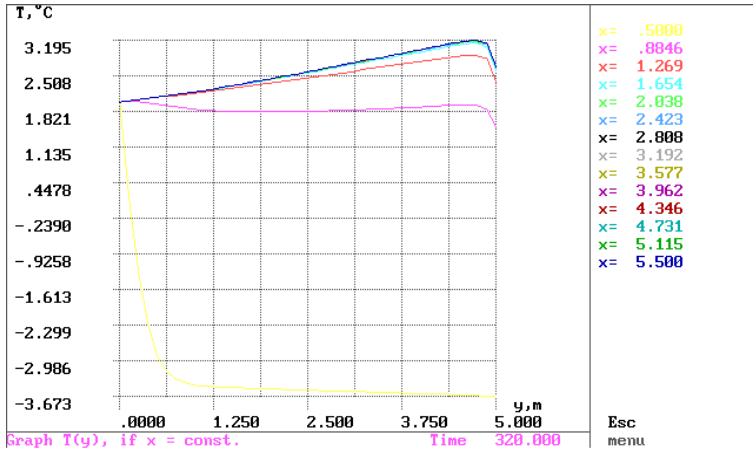


Fig. 6 b

Fig. 6 a and Fig. 6 b compares temperatures $T(y)$ of a bulk for the semi-subsurface and the above surface storehouses with thermo-insulation after 32-hours of ventilation for x as 0.9; 1.3; 1.7.

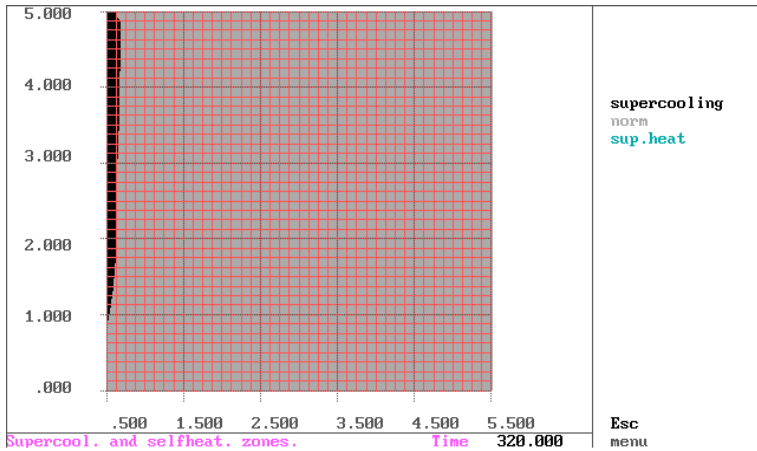


Fig. 7 a

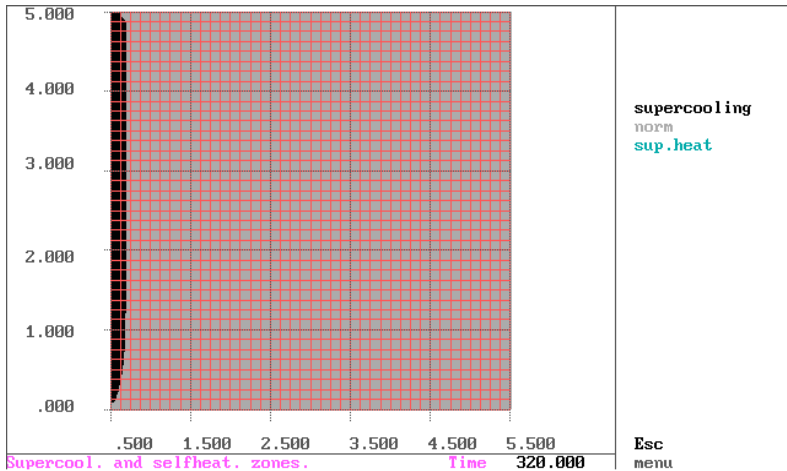


Fig. 7 b

From the comparison, follows that the heat regime in the semi-sub-surfaces storehouse is more acceptable especially near the wall. It's

especially noticeable from comparison of super cooling zones in Fig. 7 a and Fig. 7 b.

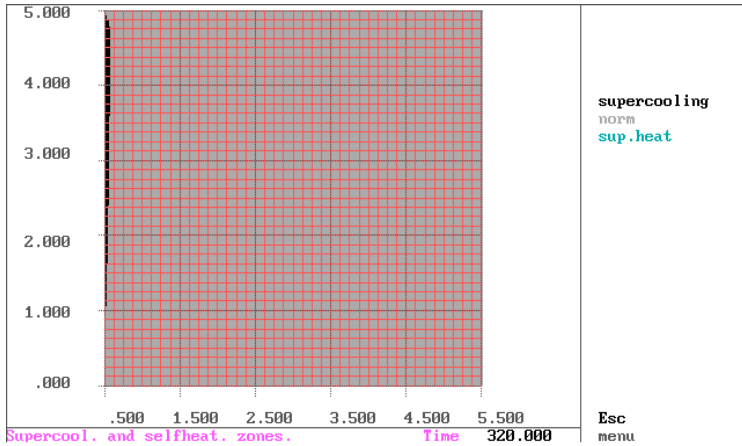


Fig. 8 a

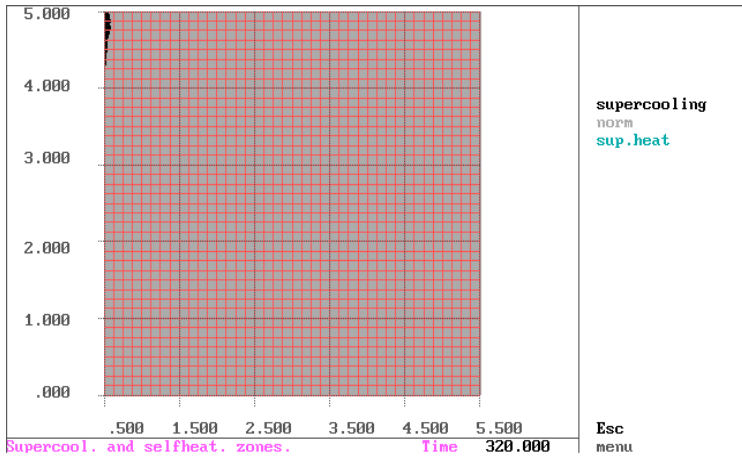


Fig. 8 b

To minimize the mass of super cooling produce it is possible to increase mass of air forced into a bulk with temperature of 2 °C, i.e. to reasonably increase the velocity of ventilation, but not to cause a produce drying out. Also advisable to increase as much as possible the

power of heat sources in upper zone.

In Fig. 8 a and Fig. 8 b are compared 2 possible versions of minimization of a mass of overcooled produce. Semi-subsurface storehouse with thermal insulation in above surface part with $G = 30$ (3 times increase of speed of ventilation) and $Q = 12$ (2.4 times increase of a power of heat sources in upper zone) looks like the most appropriate version of a storage of agricultural produce.

Conclusion

The improvement of safekeeping of juicy agricultural produce – potatoes, vegetable, fruits – is tied to maintaining favorable conditions in the storehouses, ensuring thermo-insulating requirements of external protecting construction of facilities for the storing raw agricultural production. Particular complexity arises during storage of potatoes and vegetable close to the walls of the storehouses in winter period because of possible frost penetration of the produce what leads to big losses.

One of the reasons for high losses of produce is insufficient study of heat-moister processes in the storehouses and in a bulk of a raw produce, unsatisfactory the methods for the heat-technical calculation of the storehouses. The purpose of this article was the development of methods for the heat-technical calculation of the potato and vegetable storehouses by the solving the conjunctive tasks of a non-stationary heat and moister exchange.

The goal was achieved by solving the following problems:

Developed the mathematical model based on conjunctive task for heat-moister exchange processes in the storehouses of juicy agricultural produce;

Developed the methodology of calculation for heat and moister exchange processes in the above surface and sub-surfaced type storehouses for the juicy agricultural produce;

Created methodology and software programs for the calculation of thermodynamic system “external air - protecting construction – inner air of storehouse – a bulk of produce ventilated by air”.

Simplicity of setting the initial data, fast calculations and convenient presentation of results allows to use this program as means of mathematical simulation of a heat-moister regimes in storehouses for any engineer.

Presented the examples of the simulation to choose the most appropriate constructive and technological parameters to minimize the deterioration of produce during storage.

References:

1. Beukema K.J., Bruin S., Schenk J. (1982) Heat and mass transfer during cooling and storage of agricultural products. *Chem Eng Sci* 37: 291-298. [http://dx.doi.org/10.1016/0009-2509\(82\)80164-4](http://dx.doi.org/10.1016/0009-2509(82)80164-4).
2. Chudnovskiy A.F. (1987) Heat physics of grounds, Moscow, "Nauka", 352.
3. Fletcher CAJ (1988) Computational Techniques for Fluid Dynamics 1. Fundamental and General Techniques. Springer, Berlin Heidelberg New York.
4. Jadan V.Z. (1976) Heat Backgrounds for Cold Storage of Juicy Raw Material at Food Processing Enterprises. Food Industry, Moscow.
5. Jia C., Sun D.W., Cao C. (2000) Finite Element Prediction of Transient Temperature Distribution in a Grain Storage Bin. *J Agric Eng Res* 76: 323-330. <http://dx.doi.org/10.1006/jaer.2000.0533>.
6. Kondrashov V.I. (1997) Controlled environment in biological product (information technologies and mathematical modeling). Masiostroenie, Moscow.
7. Kondrashov V.I. (2000) Mathematical simulation of the coupled heat and moisture exchange in storehouses of agricultural production. *Heat and Mass Transfer* 36: 381-385. <http://dx.doi.org/10.1007/s002310000083>.
8. Kondrashov V.I., Kondraschov N., Kokin J.A., Tyukov V.M. (2003) Computersimulation von Mikroklima in Lagerhallen für landwirtschaftliche Erzeugnisse. *Zeitschrift für Agrarinformatik* 2: 32-36.
9. Nganhou J. (2004) Heat and mass transfer through a thick bed of cocoa beans during drying *Heat and Mass Transfer*:40: 727 – 735. <http://dx.doi.org/10.1007/s00231-003-0424-1>.
10. Prusakov G.M. (1994) Mathematical models and methods in computer simulation, Moscow, "Nauka", 144.
11. Savin V. K., Moiseenko A.M., Kondrashov V.I. (2004) Analysis of heat-moisture condition of semi sub-surfaced storehouses of agricultural produce, *Izvestiya VYZov. "Stroitelstvo"* #7, p 68-72.
12. Shih Tien Mo (1984) Numerical Heat Transfer. Springer, Berlin Heidelberg New York.
13. Tashtoush B. (2000) Heat-and-Mass transfer analysis from vegetable and fruit products stored in cold conditions. *Heat and Mass Transfer* 36: 217-221. <http://dx.doi.org/10.1007/s002310050388>.

УДК 62229.316.0002.51/52:665.3

**ГИДРАТАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА, КОАГУЛЯЦИЯ
ФОСФАТИДОВ И ВОСКОВ**

П.И. Осадчук, кандидат технических наук, доцент
Одесский государственный аграрный университет,
г. Одесса, Украина

Е.В. Мищенко, кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

SUNFLOWER SEEDS OIL COMPLEX REFINING

P.I. Osadchuk, candidate of technical sciences, associate Professor
Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

E.V. Mishchenko, candidate of technical sciences, associate
professor, Orel state agrarian university named after N.V.Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: создана установка с применением гидродинамического устройства для освобождения растительного масла от фосфатидов, восков и других гидрофильных примесей. В производственных условиях получено гидратированное масло высшего сорта.

Ключевые слова: гидратация, коагуляция, фосфатиды, растительное масло.

Abstract: the installation with application of the hydrodynamic device for clearing vegetable oil from Phosphatides, waxes and others hydrophilic of impurity is created. In the production conditions, the hydrated oil of the highest grade was obtained.

Keywords: hydration, coagulation, phosphatides, vegetable oil.

В зависимости от глубины очистки и целевого назначения растительные масла подразделяются на следующие виды [1]:

- нерафинированные (очищенные от механических взвешенных примесей);
- гидратированные (из которых выведены фосфатиды);
- рафинированные (из которых выведены фосфатиды, свободные жирные кислоты, красящие вещества);
- рафинированные дезодорированные (рафинированные масла, из которых выведены ароматические и вкусовые вещества, а также пестициды и канцерогенные вещества).

Качественные показатели масел, определяющие их сортность, устанавливаются стандартом ГОСТ 1129-93 «Масло подсолнечное. Технические условия».

Содержание сопутствующих веществ [2], в том числе и фосфатидов, в растительных маслах колеблется в значительных пределах и зависит от их вида (см. табл. 1).

Таблица 1 – Содержание фосфатидов в маслах

Масло	Содержание фосфатидов в маслах, %		
	форпрессовом	экспеллерном	экстракционным
Подсолнечное	0,20 - 0,80	0,60-1,20	0,80-1,40
Хлопковое	0,50-1,60	1,40-1,90	2,00-2,50
Соевое	1,10-2,10	2,70-3,40	3,90-4,50
Льняное	0,19-0,46	0,64-0,87	0,80-1,62

Фосфатиды легко растворяются в маслах при температурах их получения и в дальнейшем самопроизвольно из них выделяются. Образовавшиеся осадки быстро портятся за счет протекания интенсивных окислительных, ферментативных и гидролитических процессов. Наиболее распространенным методом извлечения фосфатидов из масел является гидратация. Этот процесс объединяет методы обработки масел водой или сильно разбавленными водными растворами щелочей, солей и кислот. В заводской практике применяют разнообразные режимы, отличающиеся друг от друга по количеству гидратирующего агента, его составу и т.п. Чаще всего для гидратации используют очищенную дистиллированную воду.

В основе гидратации фосфатидов лежат их сложные физико-химические превращения под воздействием воды.

Механизм взаимодействия фосфатидов с водой представляется схемой, изображенной на рис. 1. Приняв за основу такую структуру системы масло-фосфатиды, можно описать их характер взаимодействия с водой при гидратации.

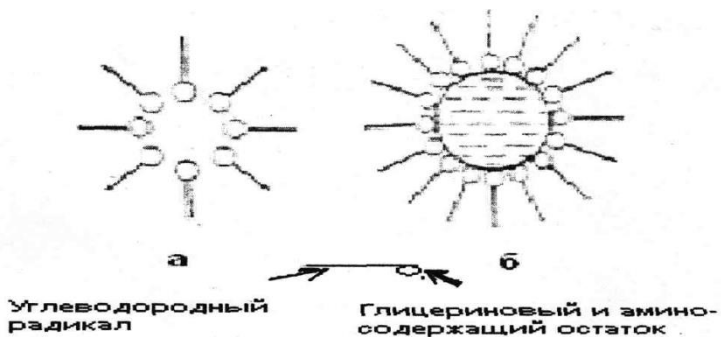


Рисунок 1 – Состояние фосфатидов в масле:

а - ассоциация молекул фосфатидов в результате гидрофильных взаимодействий; *б*- ассоциация молекул на капле воды

В присутствии воды в масле молекулы фосфатидов, обладая большей гидрофильностью, чем глицериды, диффундируют к поверхности капль воды, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к воде, а углеводородные радикалы жирных кислот (гидрофобные) – к маслу, образуя на поверхности капли воды липидный слой. (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование воды. Это наблюдается в том случае, если воды в масле мало. В таких структурах обычно участвуют фосфатидилхолины и другие фосфатиды с ярко выраженной поверхностной активностью. Если воды в масле достаточное количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированных фосфатидов и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает максимума при соотношении глицериды-фосфатиды 30:70. При этом система агрегативно неустойчива. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частиц, и вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмульсия. Этот механизм не исключает и протекания химической реакции между водой и фосфатидами.

Такой характер взаимодействия фосфатидов с водой прежде всего характерен для тех форм, которые образуют в масле ассоциаты за счет гидрофильных взаимодействий. В меньшей мере это наблюдается для ассоциатов, построенных за счет водородных связей между полярными частями молекул фосфатидов. Таким образом, система масло-фосфатиды находится в динамическом равновесии до тех пор, пока внешние факторы (воздействие гидратирую-

щего агента, рН среды, тепла и т.д.) не приведут к нарушению этого равновесия.

Количество воды, необходимое для гидратации, зависит от природы масла и содержания в нем фосфатидов. В каждом отдельном случае оно определяется в лаборатории методом пробной гидратации. В общем можно считать, что количество воды на гидратацию составляет от 0,5 до 6 %. Для подсолнечного масла оно колеблется от 0,5 до 3 %.

При гидратации с применением поваренной соли используют ее водные растворы концентрацией от 0,5 до 1,0 % в количестве от 2 до 6 % от массы масла [1-4].

Температура масла оказывает существенное влияние на процесс гидратации. Так при низкой температуре из-за высокой вязкости масла затруднено разделение фаз. Высокая температура приводит к подавлению гидратации, пептизации дисперсной фазы и повторному растворению ее в масле. Оптимальные температурные режимы для подсолнечного масла составляют 45-50 °С.

Так как механизм гидратации фосфатидов в значительной мере определяется поверхностными явлениями и протекает на поверхности капли воды, требуется достаточно высокая степень коагуляции. Для этих целей разработана установка (рис. 2) с применением гидродинамического коагулятора, позволяющая одновременно с гидратацией выделять фосфатиды, воски и другие гидрофильные примеси.

Техническая характеристика установки:

1. Производительность установки 35 л/ч и более.
2. Рабочее давление при коагуляции 1,8-4,0 атм.
3. Режим работы - непрерывный (температура нагрева масла 60-65 °С).
4. Напряжение питание - 3 x 380 В.
5. Потребляемая мощность - 1,7 кВт.
6. Емкость баков для отстоя - 1-3 м³
7. Количество баков для отстоя при непрерывном режиме работы 2-3 шт.
8. Рабочее давление при смешивании с раствором 1,5-2 атм.
9. Габаритные размеры 1,2 x 0,8 x 1,0 м.
10. Обслуживающий персонал 1 чел.

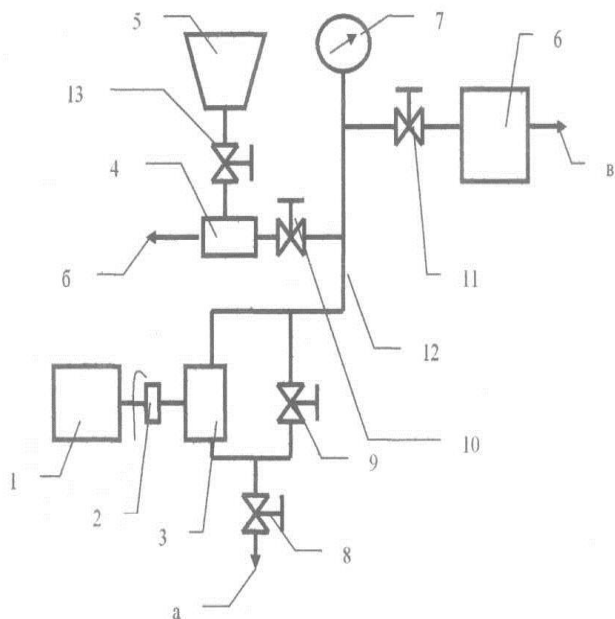


Рисунок 2 – Гидравлическая схема установки для растительного масла, коагуляции фосфатидов и восков:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – гидронасос; 4 – дозатор;
 5 – емкость для раствора; 6 – коагулятор; 7 – манометр;
 8-11, 13 – запорные краны; 12 – маслопровод

Установка работает следующим образом. Масло (исходное сырье) из внешнего источника подается к открытому крану 8 и попадает во всасывающую магистраль гидронасоса 1 (кран 9 должен быть открыт, а краны 10, 11, 13 закрыты). Нагнетающая магистраль маслопровода 12 соединена с дозатором 4 и коагулятором 6; маслопровод снабжен кранами 9-11. Кран 10 подает масло к дозатору 4, кран 11 соединен с коагулятором, а кран 9 предназначен для регулировки рабочего давления в дозаторе 4 и коагуляторе 6. Слив масла из дозатора 4 и коагулятора 6 осуществляется в технологические баки (баки в комплект установки не входят). Давление масла в системе контролируется манометром 7.

Установка для гидратации растительного масла работает следующих режимах:

- насыщение масла водой;

- коагуляция фосфатидов, восков и других гидрофильных примесей.

Дозатор предназначен для смешивания масла с водой. Смешивание производится в струйном дозаторе смесителе (эжекторе). Регулировка эжектора произведена таким образом, чтобы количество воды составляло до 0,5-6 % от количества масла. Смесь масла с водой с выхода смесителя подается в технологический бак.

Коагулятор предназначен для образования крупных хлопьев фосфатидов, восков и других гидрофильных примесей с целью ускорения выпадения их в осадок. После коагуляции маленькие частички более интенсивно взаимодействуют друг с другом (слипаются), что приводит к образованию крупных частиц. Смесь масла с водой (раствором) с выхода коагулятора подается в технологический бак для отстоя.

В процессе гидратации и извлечения фосфатидов из масла наблюдается улучшение его качества:

- снижается кислотное число на 0,1-0,3 мг КОН благодаря извлечению фосфатидов, обладающих кислотными свойствами и титруемых щелочью при определении кислотного числа; кроме того, предполагается адсорбция части жирных кислот на хлопьях фосфатидной эмульсии;

- улучшается цветность масла в результате сорбции части пигментов и выведения меланофосфатидов;

- извлекаются другие гидрофильные соединения (белки, углеводы);

- удаляются оставшиеся после первичной очистки частицы твердой фазы.

Разработанная установка для гидратации масла внедрена в ЧП «Богаченко». Получены обнадеживающие результаты. Показатели качества продукта отвечают требованиям ГОСТ 1129-93 для гидратированного подсолнечного масла высшего сорта, а именно:

- степень прозрачности, фем – 40;
- перекисное число, 1/2 ммоль/кг – 5;
- кислотное число, мг КОН/г – 1,5;
- цветное число, мг йода – 15;
- массовая доля фосфорсодержащих веществ, % – 0,10;
- массовая доля влаги и летучих веществ, % – 0,10;
- температура вспышки, °С – 225.

Выводы. Обобщая результаты, полученные в лабораторных и производственных условиях, можно заключить, что реализация технологии гидратации растительного масла с применением гидро-

динамического коагулятора позволяет добиться не только глубокого извлечения фосфатидов и восков, но и получить гидратированное масло высшего сорта. Оно может использоваться как для непосредственного употребления в пищу, так и в виде базового продукта для эффективного осуществления процессов щелочной рафинации и физической дезодорации.

Список литературы:

1. Копейковский, В.М., Данильчук, С.И. и др. Технология производства растительных масел. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 416.
2. Арутюнян, Н.С., Корнева, Е.П. Фосфолипиды растительных масел. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 256.
3. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Использование вибрационного воздействия в процессах массообмена // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. №5. 2008. – С. 99-101.
4. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности [Текст]: учеб. пособие / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2009. – 148 с.

УДК 615.015.3.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОМЕОПАТИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Паяков Станил Иванов

магистр, организация «Медикус», г. София, Болгария

USE OF HOMEOPATHY IN AGRICULTURE

Payakov Stanil Ivanov

master, organization "Medicus", Bulgaria, Sofia

Аннотация: рассказывается об истории возникновения агрогомеопатии, применении гомеопатических препаратов для лечения и защиты растений.

Ключевые слова: агрогомеопатия, защита растений, гомеопатические лекарства.

Abstract: the history of the agronomyopathy emergence, the use of homeopathic medicines for the treatment and protection of plants is told.

Keywords: agronomyopathy, plant protection, homeopathic medicines.

Основателем агрогомеопатии является голландский гомеопат Вайкунтанат Кавирадж. В 1960 г. он отправился в Индию, где серьезно заболел и был вылечен с помощью гомеопатии. Для того, чтобы понять, как именно он выздоровел, он изучал гомеопатию под руководством доктора Чатержд 10 лет. Кавирадж – автор многих учебников по гомеопатии [1].

В 1986 г. Кавирадж успешно лечил яблони гомеопатическим лекарством *Belladonna*, затем опубликовал свою книгу «Гомеопатия для фермы и сада». Эта история выглядит следующим образом. В Швейцарии Кавирадж лечил своих друзей, их детей и их животных в течение нескольких лет. Когда яблоневые деревья заболели ржавчиной, хозяйка спросила его, может ли он излечить их. На улице он видел эти деревья, их листья, ветви и стволы окрашивала ржавчина, листья были увядшие. Он задал вопрос о том, когда началась эта проблема, и хозяйка ответила, что это продолжалось в течение трех дней. Она началась во время заморозков, и теперь все деревья имеют ржавчину. Затем он спросил о поливе этих деревьев, и она ответила, что яблоки поливают три раза в день, после этого листья поднимались на нескольких часов, а затем снова вяли. Похоже было на скарлатину – быстрые, яростные, темно-красные пятна и жажда. Кавирадж решает, что гомеопатический препарат *Belladonna* каким-то образом может помочь. Растворяет в воде гранулы 10 *Belladonna* 200X в 20 л воды и этот раствор распыляет на деревья. Через три дня ржавчина исчезает, и деревья здоровы. Это происходило в конце сентября, и спелые яблоки падали на землю. Первые были очень кислые и горькие, но после лечения яблоки стали сладкие и сочные. Кавирадж доволен своим успехом. Он постоянно в поисках литературы, экспериментирует с растениями. У него есть большая библиотека с гомеопатическими книгами. Позже он начал выбирать лекарства из мира насекомых, в надежде найти те, которые могут быть использованы. Потом нашел невероятных возможностей *Silicea*. Идея заимствована из Штайнера, который рекомендовал *Silicea* в качестве усилителя биодинамических свойств фруктов. Он пришел к выводу, что роль этого инструмента велика.

При работе с растениями следует обратить особое внимание на их внешний вид. Растение не может говорить, и у них нет таких психических симптомов, как у людей. Некоторые состояния растений подобны состояниям человека. Их внешние симптомы напоминают симптомы острых заболеваний у людей. Ржавчина, например, выглядит как скарлатина. При гомеопатическом лечении мы должны принять во внимание почву, погоду, климат и питание растений.

Тыква (тыквенные культуры) имеет проблемы, которые отличаются от тех, которые есть у бобовых (*Leguminosae*) и зерновых (*Graminae*), у них есть и свои собственные проблемы, хотя они могут страдать от подобных проблем. От тли страдают почти все культурные растения, так же как скарлатина возможна практически для всех людей. Последствия нападения тли часто различаются для разных сортов растений. Они несут разные болезни. В зерновых являются носителями вируса желтого ячменя, в то время как у лиственных растений ускоряют развитие вируса мозаики. До сих пор неясно, насколько эти две болезни различаются в действительности и какова эта разница. По словам Кавираджа, это разные проявления растительного миазма. Миазмы у растений значительно отличаются от миазматических условий людей. Они связаны с условиями глубокой обработки почвы – первая причина может быть вызвана грибковыми миазмами, потому что в такой почве не хватает содержания органических веществ, и грибы вынуждены атаковать живые культуры. Второй миазм относится к интервалам посева – стрессовому миазму. Третий связан с питательными веществами – миазм нездоровой пищи (миазм нездоровой еды), которая в основном характеризуется дефицитом микроэлементов. Четвертое связано с подавлением уничтожения вредителей и лечения заболеваний – миазом отравления. Проблемы, вызванные неправильными методами культивирования, вызывают реакцию в виде болезни или вредителей, которые обязательно лечатся. Все эти методы направлены на болезни или вредителей, не обращая никакого внимания на страдания растений. Если растение страдает от вредителей или болезней, лечение должно исцелять растение. Поэтому растение нуждается в нашем индивидуальном внимании и подходе к нему, точно определяя конституцию и миазм растения. Применение индивидуальной терапии – это настоящая зеленая революция. Также могут быть преимущества гомеопатии для лесного хозяйства.

Преимущества агрогомеопатии заключаются в следующем:

1. Цена лечения падает не менее чем на 75 %.
2. Продукция может быть продана как органическая, что делает ее очень хорошей по цене.
3. Земля будет чище.
4. Люди, потребляющие эту пищу, будут здоровее.
5. Прекратится загрязнение подземных вод.

Наши леса также страдают. Из-за болезни растений поглощение CO_2 упало на 50 %. Если растения будут здоровее, поглощенные CO_2 будет увеличиваться. Увеличится количество здоровых

деревьев, которые будут иметь эффект CO_2 . Это увеличит площадь оплодотворенных растений на планете, и они поглотят CO_2 . Выбросы парниковых газов могут сокращаться примерно в два раза. Гомеопатия улучшит здоровье растений и поможет им расти все выше и выше. Увеличение объема листа приведет к увеличению поглощения CO_2 .

Гомеопатический препарат Silicea имеет важные характеристики для сельского хозяйства. Silicea помогает прорастанию семян. Они становятся на 100 % жизнеспособными. Укрепляет растения. Наилучшим качеством Silicea является его способность сделать пустыню зеленой за короткое время. Silicea помогает песку удерживать огромное количество воды в течение более длительного времени – почти шесть недель после распыления. Вода удерживается на поверхности.

В Австралии был проведен эксперимент на площади в 100 гектаров в пустыне, которая была фрагментирована в течение трех месяцев и остывала зеленой. Зеленые луга увеличивают площадь пахотных земель, что уменьшит проблемы голода в мире. Будет достаточно еды для всего населения Земли.

Весьма вероятно, что гомеопатия для людей и домашних животных также принесет большие выгоды сельскому хозяйству и будет применяться все большим и большим количеством специалистов. В процессе обработки необходимо соблюдать осторожность, потому что растения очень восприимчивы к гомеопатическим препаратам. Препарат, который не имеет доступа к растению, не вызывает никаких реакций. Каждый вид гомеопатического лекарства эффективен для одного растения.

При обработке растений необходимо соблюдать осторожность, потому что растения восприимчивы к гомеопатическим препаратам. Препарат, который не подходит к растению, не вызывает никакой реакции. Каждый вид гомеопатического препарата, эффективный для одного растения, эффективен для всего семейства. Любое лекарственное средство, приготовленное с помощью нескольких составляющих, также эффективно. Сила препарата очень важна. Предпочтительна низкая активность – 6D. Более низкие потенциалы хорошо работают, когда должны быть уничтожены насекомые. Эффективность 3D также велика, когда требуется большее количество вещества. Феромоны являются активным компонентом, который исчезает при более высоких потенциалах. В частности, 10 капель 6D растворяют в 1 литре воды, выливают (трясут) 50 раз, затем снова разбавляют в 200 литрах воды и этот раствор исполь-

зуют для обработки растений. При таких разведениях все феромоны хорошо работают. Если требуется новое лечение (что бывает очень редко), это можно сделать через три месяца. Деревья – совсем другое дело, но это также зависит от того, как они растут. Мы также видим здесь, что повторное лечение препаратом может потребоваться в зависимости от проблемы и общего состояния растения. С простыми веществами мы должны быть осторожными – повторное лечение допускается только в случае крайней необходимости, потому что они оказывают более глубокое воздействие. Поэтому микроэлементы гораздо важнее макроэлементов. Например, *Silicea* может озеленить пустыню, но также легко может уничтожить все, если она используется слишком часто или не вовремя.

Лучшее время обработки – при облачном небе, потому что ультрафиолетовые лучи уничтожают лекарство (так что держите его в темной стеклянной бутылке). Это разрушение ультрафиолетовым излучением также помогает быстро удалить действие препарата, когда это необходимо, как в случае с гербицидами, поэтому урожай можно снимать через 24-48 часов после того, как лекарство было дано. Ультрафиолетовые лучи также обеспечивают, чтобы через 48 часов после лечения посевов не осталось следов препарата, поэтому невозможно загрязнить почву, грунтовые воды, то есть негативно воздействовать на экологию [2]. Также желательно избегать контакта с воздухом самого раствора, если мы используем распылительное оборудование. Распыление может потребоваться в садах фруктовых деревьев, где другие средства не будут столь эффективными. Хотя многие лекарства в этом отношении считаются безвредными, они очень и очень не безвредны, что хорошо известно каждому гомеопату, который испытывает медикаменты на себе. Так что спрей не является наиболее предпочтительным способом использования лекарств в смысле безопасности. Гораздо лучше использовать «струю воды» или просто вылить раствор из банки под корень.

В последние годы достаточно небольшое количество агрономов обрабатывают культуры чистым и здоровым способом [3]. Они обрабатывают деревья против вредителей и сорняков не традиционными химическими препаратами или так называемыми био-препаратами, а гомеопатическими средствами. Многие утверждают, что биодинамическое земледелие до сих пор воспринимается только людьми, которые хранят чистую и здоровую пищу и в то же время обрабатывают небольшие участки, такие как сады 60 гектаров, из которых 20 гектаров фруктовых деревьев и 40 гектаров мо-

лодых деревьев. Они стремятся полностью и неуклонно двигаться в сторону нетрадиционного способа защиты растений от болезней и вредителей.

Агрогомеопатия в нашей стране начинает развиваться. Это относительно новое направление. В Болгарии гомеопатия привлекает все больше людей, в том числе представителей аграрных наук. В это году в Пловдиве был организован Форум по альтернативному сельскому хозяйству. В Болгарии работает Мими Найденов, которая имеет 1000 гектаров этерично-масляных растений и использует агрогомеопатию. В Болгарии не много людей, которые знакомы с агрогомеопатией, профессией гомеопат, который также имеет и специальность агронома.

Гомеопатия – терапевтически методическое лечение людей. Гомеопатам надо смотреть на очень многое, чтобы добиться успеха. Иметь правильное мышление и суждение, как реагировать на растения, задавать тип препарата, распылять и наносить. Важно, чтобы гомеопатия работала – выберите правильное лекарство. Это тонкость. Правильная подготовка составляет 100 % успеха.

Когда используем гомеопатию, растения остаются чистыми, а в них ничего не осаждается. Всегда используем индивидуальный подход к растению, как и индивидуальное лечение больного человека. Нет общего рецепта. Единственная рекомендация – защитить продукт с помощью гомеопатического продукта Silicea. Экономический эффект гомеопатической защиты растений велик. Бутылки продукта в аптеке стоят 2 евро. Если вы хотите сэкономить, вы покупаете два или три препарата по цене 4-6 евро. Если использованное биопрепарата предназначено для площади 20 акров, стоимость составляет около 300 евро.

В течение 25 лет я работаю в области гомеопатии и убежден в том, что терапия людей аналогична терапии в области сельского хозяйства.

Список литературы:

1. Вайкунтанат Дас Кавирадж. Гомеопатия для фермы и сада. Гомеопатическое лечение и защита растений. – Издательство: Гомеопатическая книга. 2013. – 432 с.

2. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Экологические проблемы сахарных заводов и пути их решения // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности: Сборник материалов Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с

международным участием. – г. Орёл, 16 мая 2017 г. – Орёл: РИО ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», 2017. – С. 216-220.

3. Мищенко, Е.В. Проблемы подготовки специалистов агропромышленного комплекса в современных экономических условиях // Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Орел: Орловский ГАУ имени Н.В.Парахина, 2017. – С. 107-112.

СОВРЕМЕННЫЕ РОТОРНЫЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ

А. М. Полохин, кандидат технических наук, доцент

А.О. Лаптев

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

MODERN ROTARY COMBINE HARVESTERS

A. M. Polokhin, candidate of technical Sciences, associate Professor

A. O. Laptev

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: современные схемы молотилок зерноуборочных комбайнов. Перспективы развития и применения роторных молотилок.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, обмолот, схема молотилки.

Abstract: modern schemes of threshers of combine harvesters. Prospects for the development and application of rotary grinders.

Keywords: combine harvester, threshing, threshing scheme.

Необходимость в машинах, обладающих высокой производительностью, за последние годы сильно выросла [1].

На рынке зерноуборочных комбайнов преобладает тенденция к увеличению габаритов машины, а стало быть, и емкости зернового бункера и ширины захвата жатки. Что в свою очередь приводит к увеличению мощности и производительности зерноуборочных комбайнов [2].

Если раньше рынок был в основном занят машинами пятого класса, то теперь преобладают машины шестого класса. И не ис-

ключено, что в последующие годы средняя мощность продаваемых комбайнов возрастет и приблизится к 350–360 л. с. Однако, тенденция к увеличению мощности на данный момент выражена не столь заметно. Главная характеристика зерноуборочного комбайна – это пропускная способность, т.е. количество хлебной массы, проходящей за единицу времени через молотилку [3].

Мощность двигателя комбайна рассчитывается исходя из производительности молотильно-сепарирующего устройства машины. Средняя урожайность зерновых на российских полях сегодня составляет примерно 22,5 ц/га, поэтому закупать сверхмощные машины с высокими показателями пропускной способности зачастую экономически не целесообразно. Именно поэтому в нашей стране на данный момент самыми продаваемыми остаются машины с мощностью двигателя до 350 л. с. И классической схемой обмолота. Вместе с тем, в линейке российских производителей представлены и сверхмощные высокопроизводительные роторные машины, например, зерноуборочные комбайны TORUM с мощностью двигателя от 400 до 490 л. с.

Ориентирование на более мощные и производительные машины скорее присуще крупным клиентам из регионов с традиционно высокой урожайностью (Черноземье, Краснодарский край, Ставрополье и т.д.), которые подчинены более жестким требованиям к срокам уборки. В этих регионах растет урожайность, соответственно, требуются более производительные машины, а значит, традиционные с классической схемой обмолота и клавишным соломотрясом их уже не удовлетворяют, и интерес смещается в сторону роторных комбайнов.

Из основных трех схем обмолота, применяемых в зерноуборочных комбайнах (барабанная с клавишной сепарацией, с роторной сепарацией и обмолотом, гибридная: барабан + ротор), на рынке России и Беларуси по-прежнему наиболее востребована классическая барабанная система обмолота с клавишным соломотрясом, устанавливаемая на комбайнах средней мощности. Лидером продаж «Гомсельмаша» комбайн с двухбарабанной схемой обмолота и клавишным соломотрясом КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12».

Помимо экономической целесообразности применения «клавишных» машин, а они дешевле роторных (при средней урожайности зерновых в РФ 22 ц/га их применение экономически оправдано), он отмечает еще одно немаловажное преимущество «клавишников» при уборке влажной зерновой массы. «Дело в том, что роторные комбайны менее приспособлены к уборке зерна влажно-

стью выше 14 %, из-за чего существует опасность засорения (забивания) ротора при работе с влажной массой. Тогда как клавишные и гибридные комбайны могут начинать уборку урожая на два часа раньше и заканчивать на два часа позже, т.к. не боятся росы».

Однако роторные машины могут убирать этот же объем быстрее. Кроме того, это более универсальные машины, поэтому роторные технологии востребованы в отдельных крупных высокотехнологичных агрохолдингах, число которых в последние годы заметно увеличилось.

К примеру, растет интерес к роторным комбайнам John Deere серии S у крупных агрохолдингов Краснодарского и Ставропольского краёв. В то же время не менее популярными и востребованными в регионах с более низкой урожайностью также остаются комбайны серии W с клавишным соломотрясом.

Уборка влажного зерна – проблема, справиться с которой может далеко не каждый зерноуборочный комбайн. Однако, как утверждают в компании «Ростсельмаш», примененная в комбайнах TORUM схема с вращающейся декой, позволяет решить эту задачу. (рис. 1) [3].

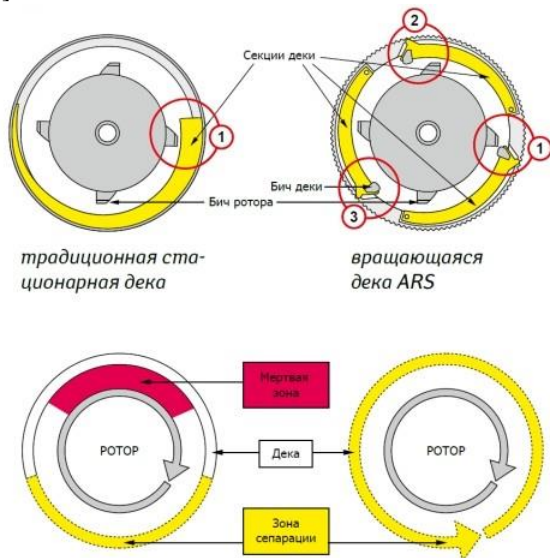


Рисунок 1 - Схема молотилки с вращающейся декой

Дело в том, что при работе на влажных и засоренных хлебах эффективность роторных машин снижается. Например, появляется

распространенная «болезнь» таких машин – забивание деки в верхней части (так называемая «мертвая зона»). Инновационная разработка «Ростсельмаша» позволила использовать преимущества ротора по максимуму: вращение деки обеспечивает ее самоочищение, предотвращает появление «мертвых зон» в зазоре, исключает зависание массы и забивание ротора. Кроме того, за счет этого и другой уникальной особенности TORUM – битерной наклонной камеры – на 8–10 % снижается энергопотребление в процессе обмолота [1].

Ведь основной плюс роторных комбайнов в их высокой производительности. Если клавишный комбайн способен за сутки обработать максимум 40 га, то роторный без усилий одолеет 100 га».

Конечно, клавишные машины имеют такие немаловажные плюсы, как простота настроек, удобство управления и способность работать по влажному зерну, однако в будущем такие машины не будут востребованы, т.к. влажное зерно будет невыгодно убирать. «Рост цен на энергоносители сделает использование сушилок невыгодным, и сельскохозяйственным предприятиям придется убирать только спелое сухое зерно в очень сжатые сроки. По этой причине роторные машины будут становиться все более популярными. Уже сейчас на юге России, предпочтение отдается двухроторным комбайнам New Holland CR9080 и 8070 и однороторным комбайнам Axial Flow 6130 от CASE IH».

Список литературы:

1. Калашникова, Н.В. Совершенствование технологии широкополосного посева зерновых [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, А.В. Самонаев // Сб: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. 2009. - С. 75-78.

2. Лобков, В.Т. Качество полевых работ при возделывании кормовых культур [Текст] / В.Т. Лобков, Н.В. Калашникова, Н.И.Абакумов, Ю.А. Бобкова, В.В. Наполов, Г.В. Наполова, А.М. Полохин. Орел, 2009.

3. Калашникова, Н.В. Современные зерноуборочные комбайны [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, Ю.А. Юдин // Сб: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 150-154.

УДК 631.33.024

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

А. М. Полохин, кандидат технических наук, доцент

Д. С. Семенихин

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**EMERGING TRENDS IN THE IMPROVEMENT OF
AGRICULTURAL MACHINERY**

A. M. Polokhin, candidate of technical Sciences, associate Professor

D. S. Semenikhin

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье рассматривается актуальность и перспективные направления совершенствования сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, направления совершенствования.

Abstract: the article discusses the relevance and promising areas of improvement of agricultural machinery.

Keywords: agricultural machinery, directions of improvement.

Основной тенденцией в области обработки почвы продолжает оставаться стремление к сокращению производственных затрат. С другой стороны, необходимо учитывать почвозащитные требования. Поэтому консервирующая обработка почвы и далее будет оставаться на первом плане. Внесение большего разнообразия в севообороты и дальнейшие разработки в области защиты растений позволяют успешно решать проблемы этой технологии земледелия. В целом, следует и дальше совершенствовать поперечное распределение соломы зерноуборочными комбайнами, а также обратить особое внимание на проведение и качество работ по стерневой и основной обработке почвы [1].

Рассмотрим несколько подробнее, какими могут быть машины, которые будут служить развитию сельскохозяйственного производства в ближайшее время. Речь пойдет прежде всего о тракторах. Технические требования, предъявляемые к тракторам, больше всего отражают факторы, перечисленные ранее. В этой области

наибольших результатов можно ожидать от уменьшения габаритов машин (минимализация). Это следует понимать так, что даже при увеличении мощности двигателя масса трактора будет снижаться, причем в перспективе все в больших масштабах. Есть основания полагать, что следующим этапом развития станет совершенствование двигателя. Прежде всего можно рассчитывать на сокращение удельного расхода топлива. Значительные изменения ожидаются в приводе тракторов в движение.

Выработка, расход топлива и возможные полевые рабочие дни – решающие показатели при выборе и эксплуатации машин [1]. Для этого многие фирмы предлагают широкую палитру машин. Постоянно будет возрастать надежность проходимости тракторов. Они будут располагать значительно большим числом ступеней скоростей, станет более удобным и безопасным управление машинами.

Изменением, ожидающимся в ближайшее время станет сначала частичная, а затем полная автоматизация работы тракторов. В принципе решена проблема работы тракторов с помощью заранее запрограммированного управляющего устройства, т. е. без человека. Нет никаких трудностей и в том, чтобы каждый тракторист с помощью уже известных средств телеуправления направлял работу нескольких тракторов или нескольких рабочих агрегатов из полевого стана или находясь на краю обрабатываемого поля.

В ближайшем будущем, пожалуй, не следует ожидать существенного изменения в работе почвообрабатывающих машин (если не считать новшеством уже упомянутую систему «экономной обработки»). Более тонкими станут детали почвообрабатывающих машин, непосредственно соприкасающиеся с почвой, что будет достигнуто за счет улучшения качества материалов, идущих на изготовление этих деталей. Благодаря этому машины станут легче, смогут выполнять работы при более широком захвате полосы, благодаря чему возрастет также их производительность.

Гораздо большие изменения произойдут в конструкции сеялок. Нынешние машины, довольно грубые по конструкции, не позволяют совершенно точно высевать семена [2]. А это требование в будущем станет еще более важным. Одним из таких требований является упомянутый ранее высев одиночными семенами, что позволит исключить трудно поддающуюся механизации и дорогостоящую работу по прореживанию посевов [3].

В ходе дальнейшего совершенствования машин, очевидно, вновь вернутся к относительно старой идее, сущность которой состоит в дополнении функционирования сеялки другими рабочими

процессами [4]. Уже сегодня есть машины, которые одновременно с высевом семян разбрасывают гербициды и минеральные удобрения, дозируя при этом различные активные вещества с точностью почти до миллиграмма.

Наименьший прогресс, пожалуй, ожидается в развитии машин для междурядной обработки и окучевания посевов. Кажется вероятным, что не получит развития механическая прополка, а будут конструироваться и использоваться машины для борьбы с сорняками химическим методом. Для этого необходимо найти химикалии, которые истребляли бы сорняки и не оставляли в почве вредных химических веществ. Главное при этом обеспечение того, чтобы как можно меньшее количество химикалиев в наиболее короткое время равномерно распределить на наибольшей площади. Это, с одной стороны, необходимо потому, что вода уже сегодня во многих районах является дефицитом. С другой стороны, весьма важно как можно точнее внести химикалии в заданное место. Это важно по двум причинам: химикалии должны попасть туда, где окажут необходимое действие, и не должны попадать туда, где проявится вредное воздействие на окружающую среду.

В области защиты растений на первом плане стоят требования точной дозировки и сокращения числа операций, сформулированные в "Программе сокращения химзащиты растений". В результате их выполнения должно уменьшиться остаточное содержание средств защиты растений и их негативное воздействие на окружающую среду. Совершенствование машин для внесения средств защиты растений и схем использования этих средств требуются также с позиции прецизионного земледелия.

Высокопроизводительные машины для защиты растений оснащаются сегодня, как правило, компьютерной регулировкой доз внесения. Усилия разработчиков направлены на создание совместимого со стандартом ISO-Bus электронного оборудования. Электроника поддерживает функциональность, производительность и комфортность машин. Сюда часто включаются и решения с использованием системы GPS, что позволяет удовлетворять требования прецизионного земледелия при защите растений.

Перечисленные методы находятся на разной стадии разработки и требуют серьезного анализа и апробации. В связи с этим необходимо также усилить работу и по прогнозированию тенденций развития и эффективности различных инновационных методов. Целесообразно создать банк данных перспективных направлений инновационных исследований, с включением в него предлагаемых

нами, другими организациями и исследователями, направлений и результатов работы. Такая работа может эффективно проводиться только при координации со стороны Министерства сельского хозяйства, РАСХН и ведущих научных организаций России. Было бы целесообразно собрать и обобщить имеющиеся разработки, составить из них банк данных с целью определения приоритетности разработки и необходимости привлечения к этой работе различных организаций (НИИ, ГСКБ, учебных заведений, фирм и т.д.).

Список литературы:

1. Калашникова, Н.В. Современные зерноуборочные комбайны [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, Ю.А. Юдин // Сб: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 150-154.
2. Калашникова, Н.В. Совершенствование однозернового посева семян кукурузы [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2006. - № 1 (1). С. 37-39.
3. Калашникова, Н.В. Усовершенствование высевающего аппарата пневматической сеялки точного высева [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, П.П. Канунников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013.- № 3. С. 4-5
4. Калашникова, Н.В. Совершенствование технологии широкополосного посева зерновых [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, А.В. Самонаев // Сб: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. 2009. - С. 75-78.

УДК 620.179.112

**ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА ПАР ТРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ
ВОДОРОДНОГО ИЗНАШИВАНИЯ**

**М.А. Рыженков, магистрант; Е.А. Булгаков, магистрант;
И.С. Добычина, аспирант; В.В. Леонов, магистрант;
С.В. Сенин, магистрант**

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**CHARACTERISTIC FEATURES OF FRICTION COOLING
WEAR BY THE EXAMPLE OF HYDROGEN WEAR**

**M.A. Ryzhenkov, master student; E.A. Bulgakov, master student;
I. S. Dobychina, post-graduate student;**

**V.V. Leonov, master student; S.V. Senin, master student
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: проведен анализ узлов трения скольжения сельскохозяйственных машин по видам применяемых смазочных материалов. Обоснованы основные причины возникновения дефектов в узлах трения.

Ключевые слова: подшипник, износостойкость, смазка, жидкость.

Abstract: the analysis of sliding friction units of agricultural machines is carried out according to the types of lubricants used. The main reasons for the appearance of defects in the friction nodes are substantiated. The characteristic features of hydrogen wear of friction pairs are considered.

Keywords: bearing, wear resistance, lubrication, liquid.

В сельскохозяйственном машиностроении в узлах трения широко используются подшипники скольжения типа «втупка» [1-5].

Анализ узлов трения скольжения по видам применяемых смазочных материалов позволил отметить следующее: 1) примерно 65% пар трения эксплуатируются в условиях жидкостного и граничного трения при смазывании маслами; 2) примерно 30 % работают при смазывании консистентными пластичными смазками; 3) примерно у 5 % трущихся пар смазка не предусмотрена конструкцией (условия приближены к сухому трению).

Работоспособность подшипниковых узлов машин во многом определяется величиной и характером нагрузки, скоростными ре-

жимами; работы, особенностями окружающей; среды, квалификацией обслуживающего персонала, уровнем технического обслуживания [3-7].

Характерным для эксплуатации, тракторов и некоторых, сельскохозяйственных машин является, использование, их на пониженных передачах с максимальными тяговыми усилиями. Это может происходить при выполнении пахоты, широкозахватной культивации, проведении посева и др. Подобные условия эксплуатации оказывают значительное влияние на все составные части машины, и в первую очередь на узлы трения, которые подвергаются воздействию значительных комбинированных статических и динамических знакопеременных нагрузок, изгибающих и скручивающих внешних сил. Важнейшим узлом трансмиссии тракторов, автомобилей, комбайнов является коробка перемены передач. Перекос шестерен и, как следствие, их неправильное (неполное) зацепление происходит из-за предельного износа втулок (скользящая посадка шестерни на валу через бронзовую втулку).

Характерной особенностью износа втулок, эксплуатирующихся в условиях однонаправленной нагрузки, является его неравномерность в поперечной (вертикальной) плоскости с образованием овальности и формированием четкого пятна контакта. Сюда же следует отнести многочисленную группу втулок кулачковых распределительных валов автотракторных двигателей, втулок коромысел механизма газораспределения ДВС и др.

Иное наблюдается у втулок шестерен с посадкой скольжения по валу (оси). При эксплуатации под действием внешних нагрузок при передаче крутящего момента втулки изнашиваются равномерно по окружности, поочередно касаясь всеми точками поверхности вала. Однако, им свойственна конусность, а в ряде случаев корсетность, вследствие неравномерности распределения нагрузки по длине (высоте) втулок. Износ втулок достигает своей максимальной величины в зоне зубчатого венца, передающего самый большой крутящий момент. Следует отметить, интенсивность изнашивания узлов трения, в том числе подшипников скольжения, в присутствии абразива увеличивается [8, 9, 10]. В этих условиях внедрение частиц и продуктов их дробления в материал деталей значительно. Чтобы, исключить дробление абразива, в сопряжении металлов необходимо снизить предел текучести хотя бы одного из них до уровня таких материалов, как свинец, бронза, баббит и другие сплавы цветных металлов. Повышенная деформативность полимеров также позволяет избежать нежелательного дробления аб-

разивных зерен. Если частицы абразива не разрушаются, то на полимеры они не оказывают значительного изнашивающего воздействия, как на мягкие пластически деформируемые металлы [3, 5].

Проводя анализ причин дефектов узлов трения, следует особо выделить водородное изнашивание. Водородное изнашивание обусловлено следующими процессами, происходящими в зоне трения: 1) интенсивным выделением водорода при трении в результате трибодеструкции водородосодержащих материалов, создающей источник непрерывного поступления водорода в поверхностный слой стали или чугуна; 2) адсорбцией водорода на поверхностях трения; 3) диффузией водорода в деформируемый слой стали, скорость которой определяется градиентами температур и напряжений, что создает эффект накопления водорода в процессе трения; 4) особым видом разрушения поверхности, связанного с одновременным развитием большого числа зародышей трещин по всей зоне деформирования и эффектом накопления водорода, характерным для разрушения, являясь мгновенное образование мелкодисперсного порошка материала.

По масштабам проявления водородное изнашивание занимает одно из первых мест из всех видов изнашивания. При деструкции в зоне контакта полимеров образуется водород, а также при трении как продукт разложения водяных паров, топлив, смазочных материалов, смазочно-охлаждающих жидкостей. Водород вызывает разрушение поверхностного слоя детали за счет того, что легко диффундирует в глубь металла, способствует образованию зародышей трещин в результате молизации в дефектах решетки. Когда происходит молизация атомов водорода, в дефектах появляется своеобразная ловушка, так как молекулы больших размеров, чем атомы, не могут выйти из дефекта, и давление возрастает до больших значений из-за поступления новых атомов в дефект. Разрушение поверхностного слоя детали вызывает возникшие напряжения вместе с напряжениями от трения.

Водородное изнашивание обычно сопровождается абразивным, коррозионно-механическим изнашиванием, фреттинг-коррозией и др. Введение в сталь легирующих элементов может стать защитой от водородного насыщения стали так как образующиеся карбиды, более стойкие, чем цементит. Так например при повышении содержания хрома с появлением карбидов хрома быстро увеличивается водородостойкость. Особенно эффективно применение покрытий, содержащих вольфрам, титан, никель, насыщенных карбидами и имеющих более низкую водородопроницае-

мость, чем основной металл (железо в стали). Такие покрытия защищают детали от проникновения водорода и препятствуют его взаимодействию с карбидной составляющей стали. В то же время высокое содержание карбидов хрома и вольфрама обуславливают стойкость покрытия к абразивному изнашиванию. В некоторых случаях в смазывающие жидкости полезно вводить ингибиторы проникновения водорода. Различные органические соединения замедляют прохождение водорода в структуру металлов при действии коррозии и катодного поляризования. Принцип действия органических замедлителей прохождение водорода состоит в том, что при электролизе ионы водорода саморазряжаются на лицевой поверхности сорбированного слоя органических молекул, при этом нарушается прямой контакт ионов водорода с поверхностью катода (стали).

Проведенный анализ особенностей эксплуатации узлов трения сельскохозяйственной техники, позволил выявить одну из основных причин снижения их работоспособности – водородное изнашивание и обосновать технологические мероприятия по его снижению.

Список литературы:

1. Кузнецов Ю.А., Гончаренко В.В., Кулаков К.В. Инновационные способы газотермического напыления покрытий: монография // Орел. Изд-во ОрелГАУ. 2011. – 124 с.
2. Курчаткин В.В. Восстановление посадочных мест подшипников полимерными материалами // М.: Высшая школа, 1983. – 80 с.
3. Браун Э.Д., Евдокимов Ю.А., Чичинадзе А.В. Трение и изнашивание в машинах // М.: Машиностроение. 1982. – 190 с.
4. Воскресенский В.А. Расчет и проектирование опор скольжения. // М.: Машиностроение. 1980. – 224 с.
5. Кузнецов Ю.А., В.В. Гончаренко, А.В. Ферябков Моделирование изнашивания МДО-покрытий // Техника и оборудование для села. № 9. 2015. С. 40-44.
6. Кузнецов Ю.А., Кравченко И.Н., Гончаренко В.В., Глинский М.А. Особенности механической обработки оксидно-керамических покрытий, полученных плазменно-электролитическим оксидированием // Технология металлов. №10. 2017. С. 18-24.
7. Кузнецов Ю.А. Комбинированная ресурсосберегающая технология восстановления и упрочения деталей машин и оборудования АПК // Вестник Орловского государственного аграрного университета. № 1. Т.22. 2010. С. 6-8.

**СЕКЦИЯ 3
«ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК»**

УДК 621.791.927.54

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ У
ДИЗЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

**О.О. Багринцев, М.И. Серебряков, С.С. Доманов, Н.Н. Замятин
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**CAUSES OF TROUBLESHOOTING IN DIESELS
OF TRUCK VEHICLES**

**O.O. Bagrintsev, M.I. Serebryakov, S.S. Domanov, N.N. Zamyatin
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: за последние годы надежность и долговечность грузовых автомобилей существенно возросли. Эффективность их эксплуатации зависит от таких показателей, как мощность и экономичность. Однако часто эксплуатация грузовых автомобилей показывает, происходит с неисправностями, от которых в первую очередь зависит мощность, экологичность и экономичность их работы. В работе приводятся возможные неисправности дизелей грузовых и причины, приводящие к их возникновению.

Ключевые слова: неисправность, дизель, грузовой автомобиль, причина возникновения.

Abstract: reliability and longevity of trucks have increased significantly in recent years. The effectiveness of their operation depends on such indicators as power and economy. However, often the operation of trucks shows, occurs with malfunctions, which primarily depends on the capacity, environmental friendliness and economy of their operation. The work presents possible malfunctions of the diesel diesels and the causes that lead to their occurrence.

Keywords: malfunction, diesel, truck, reason of occurrence.

Основным агрегатом грузового автомобиля, во многом определяющим его ресурс, является двигатель. Анализируя неисправно-

сти дизелей (рисунок 1) их признаки и причины, можно сделать вывод, что чаще всего выходит из строя топливная система грузовых автомобилей. На топливную систему дизелей приходится до 10 % неисправностей [1]. Характерной и наиболее часто встречающейся неисправностью для топливных насосов высокого давления (ТНВД) и форсунок является их изнашивание [1-4].

Профилактика и ремонт этой системы приводят к наибольшим экономическим затратам на эксплуатацию [1, 5-7]. Поздний и ранний впрыск увеличивает задержки воспламенения, процесс сгорания смещается, что приводит к уменьшению работоспособности и полезной работы от двигателя автомобиля, увеличению отдачи полезной энергии в систему охлаждения и, к падению относительной мощности двигателей и увеличению в выхлопных газах дизеля количества загрязняющих элементов. С ростом неравномерности и количества подачи продолжительность впрыска по времени возрастает, повышается дымность и расход топлива. Значительное влияние на состояние ТНВД оказывает регулировка топливной аппаратуры. Особое внимание при эксплуатации дизельных двигателей следует уделять качеству топлива и герметичности системы питания [1].

Признаки неисправностей и их причины	
Затрудненный запуск холодного двигателя	Подсос воздуха в топливную систему
Затрудненный запуск горячего двигателя	Неисправен электромагнитный клапан
Нестойчивый холостой ход	Малая топливная подача, неисправен ТНВД
Перебои в работе двигателя под нагрузкой	Неисправен ТНВД
Падение мощности двигателя	Засорены топливные провода, загустело топливо
Повышенный расход топлива	Забит топливный фильтр
Повышенная дымность, «черный выхлоп»	Затрапачен воздушный фильтр
Повышенная дымность, светлый выхлоп	Забиты трубопровода «обратки»
«Жесткая» работа дизеля	Ранний впрыск топлива
Двигатель не развивает оборотов	Поздний впрыск топлива
Двигатель идет «разнос»	Нарушения регулировки подачи
	Неисправна форсунка (форсунки)
	Неисправна система предпускового подогрева
	Нарушения зазоры в приводе клапанов
	Низкая компрессия, неос ЦПГ
	Повреждение одного из цилиндров
	Неисправен турбокомпрессор
	Забит нейтральный вал ОГ

Рисунок 1 - Неисправности дизелей

Автомобили зачастую эксплуатируются с неисправностями из-за недостаточного внимания к топливной системе питания дизелей. Для уменьшения объема последующих отказов необходимо корректное определение неисправностей данной системы, а, следовательно, нужны и затраты на техническое обслуживание и ремонт грузовых автомобилей, работы по которым желательно проводить в условиях предприятий технического сервиса для обеспечения их хорошего качества [4-7].

Список литературы:

1. Баженов С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей. – 5-е изд. – М.: Академия, 2011. – 336 с.
2. Надежность технических систем. Практикум: учебное пособие / А.В. Коломейченко, Ю.А. Кузнецов, Н.В. Титов [и др.]. - Орел: Издательство Орел ГАУ, 2013. - 112 с.
3. Надежность технических систем. Курсовое проектирование: учебное пособие / Е.А. Пучин, А.В. Коломейченко, В.Н. Корнев [и др.]. - Орел: Издательство Орел ГАУ, 2012. - 96 с
4. Технология ремонта машин. Лабораторный практикум: учебное пособие в 2 ч. Ч. II. / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов [и др.]. - Орел: Издательство Орел ГАУ, 2013. - 156 с.
5. Техничко-экономическое обоснование инженерных решений в дипломных проектах: учебное пособие / Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко, К.В. Кулаков [и др.]. – Орел: Издательство Орел ГАУ, 2014. – 124 с.
6. Проектирование предприятий технического сервиса: учебное пособие / И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, В.М. Корнеев [и др.]. – Орел: Издательство ООО «Модуль-К», 2014. – 350 с.
7. Проектирование предприятий технического сервиса / Под ред. И.Н. Кравченко: учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2015. - 352 с.

УДК 631.31.02:621.791.927.5

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОД, ОБОРУДОВАНИЕ И
МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ**

А.В. Коломейченко, д.т.н., профессор

Н.В. Титов, к.т.н., доцент

О.О. Багринцев

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**A PROMISING METHOD, EQUIPMENT AND MATERIAL TO
INCREASE THE SERVICE LIFE OF TILLERS**

A.V. Kolomeichenko, Doctor of Technical Sciences, Professor

N.V. Titov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

O.O. Bagrintsev

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье дается описание метода упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий наплавкой при помощи специальной установки с использованием вибрирующего угольного электрода и композиционных металлокерамических паст, который позволяет значительно повысить их износостойкость. Определены толщина, твердость и износостойкость исследуемых поверхностей, упрочненных данным методом с использованием паст, содержащих различные компоненты. По результатам проведенных исследований определены оптимальный состав и концентрация компонентов пасты, которые обеспечивают повышенные износостойкости упрочненных деталей в 2,5...2,8 раза.

Abstract: the article describes the method of hardening of soil-working tools details by surfacing with the help of a special installation using a vibrating coal electrode and composite metal-ceramic pastes, which can significantly increase their wear resistance. The thickness, hardness and wear resistance of the investigated surfaces strengthened by this method using pastes containing various components are determined. According to the results of the studies, the optimal composition and concentration of the paste components were determined, which provide an increase in the wear resistance of the hardened parts by 2.5...2.8 times.

Ключевые слова: упрочнение, металлокерамическая паста, почвообрабатывающее орудие, угольный электрод, изнашивание, керамические компоненты, микроструктура.

Keywords: hardening, metal-ceramic paste, tillage tool, coal electrode, wear, ceramic components, microstructure.

Исследованиями многих ученых установлено, что 85...90% деталей автомобилей выходит из строя из-за изнашивания их рабочих поверхностей. Поэтому повышение их износостойкости является актуальной задачей. Одним из путей повышения износостойкости и ресурса деталей автомобилей является применение упрочняющих технологий. В настоящее время наиболее перспективными для повышения износостойкости деталей автомобилей различного назначения являются металлокерамические материалы, которые наносятся на их рабочие поверхности в виде покрытий [1-7]. В то же время большинство известных методов нанесения покрытий из таких материалов имеют высокую сложность и существенную стоимость применяемого оборудования, а также высокую себестоимость расходных материалов.

Перспективным методом упрочнения, позволяющим значительно повысить износостойкость рабочих поверхностей деталей автомобилей, является их карбовибродуговое упрочнение (КВДУ) с использованием угольного электрода и металлокерамических паст. Данный метод упрочнения разработан учеными ФГБНУ ГОСНИТИ и Орловского ГАУ [2, 7].

Сущность метода КВДУ заключается в следующем. Вначале на упрочняемую поверхность наносится паста, которая высушивается до затвердевания. Затем между упрочняемой поверхностью с нанесенной пастой и угольным электродом установки для КВДУ зажигается электрическая дуга. При ее горении происходит как наплавка композиционного металлокерамического покрытия из компонентов пасты, так и термодиффузионное насыщение подложки углеродом за счет его диффузии вследствие сублимации угольного электрода. В состав паст входят стальная матрица (наплавочный порошок), керамические компоненты (карбиды, оксиды, бориды) и криолит Na_3AlF_6 , улучшающий стабильность и качество горения дуги [4]. Связующим веществом является 50% водный раствор клея ПВА. Применение при КВДУ металлокерамических материалов в виде паст обусловлено их очень высокой стойкостью к абразивному и коррозионно-механическому изнашиванию.

Для КВДУ используют установку ВДГУ-2 (рисунок 1). Установка содержит инверторный источник тока на 200...250А, пульт управления и вибратор с закрепленным в нем электродом диаметром 6...8 мм. КВДУ осуществляют на следующих режимах: сила тока – 70...80 А, напряжение – 30...35 В, частота вибрации угольного электрода – 25...50 Гц [2].



Рисунок 1 – Комплект оборудования для КВДУ:
1 – источник тока; 2 – пульт управления; 3 – вибратор для закрепления угольного электрода

Предварительно проведенные исследования позволили установить, что каждый из компонентов пасты существенно влияет на толщину и физико-механические свойства получаемого при КВДУ металлокерамического покрытия. В связи с этим были проведены исследования по уточнению состава и концентрации компонентов пасты, наиболее оптимальных для упрочнения деталей автомобилей. В качестве матрицы в пастах использовали порошок ПГ-ФБХ6-2 на железной основе. Выбор данного порошка в качестве матрицы обусловлен тем, что его используют для различных видов наплавки износостойких покрытий на детали машин металлургического, горнодобывающего и энергетического оборудования, дорожной, автомобильной и сельскохозяйственной техники, шнеков экструдеров и другого технологического оборудования. В качестве керамических компонентов использовали карбиды вольфрама и бора, а также оксиды алюминия и кремния. Содержание керамических компонентов в составе паст изменяли от 10 до 35 %. Толщину нанесенного слоя пасты варьировали от 1,0 до 2,5 мм.

Толщину и микротвердость металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ, определяли на поперечных шлифах с использованием компьютеризированного микротвердомера КМТ-1.

Сравнительную износостойкость упрочненных образцов определяли на установке ИМ-01. Длительность испытаний на изнашивание составляла 30 мин., каждое испытание проводили с трехкратной повторностью. В качестве абразивного материала использовали кварцевый песок размером 0,16...0,32 мм. Среднее контактное давление в зоне трения устанавливали равным 0,33 МПа. Величину износа определяли по уменьшению массы образца путем его взвешивания на аналитических весах до и после испытаний.

Проведенные исследования показали, что основное влияние на толщину упрочняющего металлокерамического покрытия, получаемого при КВДУ, оказывает толщина слоя наносимой пасты. При этом с ее увеличением толщина покрытия также возрастает. Однако увеличение слоя пасты более 2,5 мм нецелесообразно, т.к. в этом гораздо хуже зажигается и горит электрическая дуга, вследствие чего получить сплошное металлокерамическое покрытие не представляется возможным. С увеличением содержания матричного порошка в составе пасты толщина металлокерамического покрытия также возрастает. При этом наибольшую толщину покрытия – 0,9...1,0 мм (рисунок 2) удалось получить на пастах, содержащих в своем составе карбид бора B_4C , который обеспечивает наилучшее зажигание и горение дуги при КВДУ.

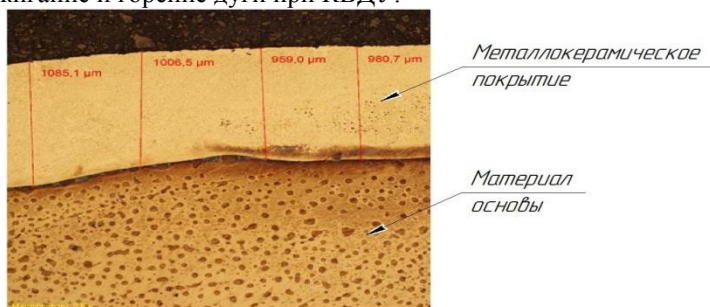


Рисунок 2 – Металлокерамическое покрытие, полученное при КВДУ с использованием пасты, содержащей карбид бора

Основное влияние на микротвердость покрытий оказывают керамические компоненты пасты. При этом с увеличением их содержания в составе пасты микротвердость металлокерамического покрытия также возрастает. В то же время каждый из керамических компонентов оказывает различное влияние на микротвердость покрытия. Наибольшее среднее значение микротвердости 1291 HV (соответствует твердости 72 HRC) показали образцы, упрочненные

с использованием пасты, содержащей в своем составе 30 % карбида бора В₄С. Металлокерамическое покрытие при использовании данной пасты представляет собой композиционный материал, в котором твердосплавные частицы (упрочняющие фазы) находятся в матрице железа и никеля, образовавших между собой твердый сплав.

Результаты сравнительных испытаний на изнашивание упрочненных при помощи пасты, содержащей 30 % карбида бора и неупрочненных образцов из закаленной, стали 65Г показали, что после упрочнения их износостойкость возрастает в среднем в 2,5...2,8 раза. В связи с этим использование пасты такого состава должно позволить существенно увеличить долговечность деталей машин в эксплуатации.

На основании комплекса проведенных научных исследований разработана универсальная технология упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий с использованием металлокерамических материалов в виде паст. Она может использоваться не только для повышения износостойкости и долговечности новых деталей, но и для восстановления с упрочнением изношенных. Упрочнение можно осуществлять как в стационарных условиях на специализированных предприятиях, занимающихся изготовлением техники, так и в небольших мастерских. Использование предлагаемой технологии в производстве особенно актуально с позиций импортозамещения на рынке запасных частей, а также введенных против Российской Федерации санкций и снижения покупательной способности из-за резкого роста курса иностранных валют.

Список литературы:

1. Ли Р.И. Технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий: учебное пособие. – Липецк: Мич ГАУ, 2008. - 322 с.
2. Titov N.V. Investigation of the hardness and wear resistance of working sections of machines hardened by vibroarc surfacing using cermet materials / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, I.N. Kravchenko, N.N. Litovchenko // *Welding International*. 2015. V.29. №9. P. 737-739.
3. Столин А.М. Нанесение защитных покрытий электродуговой наплавкой СВС-электродами / А.М. Столин, П.М. Бажин, М.В. Михеев и др. // *Сварочное производство*. 2014. №8. С. 52-56.
4. Литовченко Н.Н. Электродуговое упрочнение деталей нанесением металлокерамических покрытий / Н.Н.Литовченко,

В.Н. Куликов // Машинно-технологическая станция. 2011. №4. С. 50-51.

5. Лялякин В.П. Карбовибродуговой метод упрочнения деталей машин, работающих в условиях абразивного износа, наплавкой металлокерамики (КВДНМК) / В.П. Лялякин, Н.В. Титов, Н.Н. Литовченко и др. // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т.114. С. 144-149.

6. Бажин П.М. Композиционные защитные покрытия на основе $TiC-W_2C-Co$, полученные электродуговой наплавкой СВС-электродами на деталях сельскохозяйственной техники / П.М. Бажин, А.М. Столин, Н.В. Титов // Композиты и наноструктуры. 2016. Т.8. №1. С. 58-64.

7. Муртазин Г.Р. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин / Г.Р. Муртазин, Б.Г. Зиганшин, С.М. Яхин // Техника и оборудование для села. 2015. №10. С. 32-34.

УДК 631.22

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
МАШИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**А.В. Брусенков, кандидат технических наук, доцент
В.П. Капустин, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов**

**IMPROVEMENT OF TECHNICAL SERVICE OF MACHINERY
USED IN CROP PRODUCTION**

**A. V. Brusenkov, candidate of technical Sciences, associate Professor
V. P. Kapustin, doctor of technical Sciences, Professor
Tambov state technical university, Tambov**

Аннотация: одним из главных направлений в сохранении и повышении качества производимой продукции является своевременное и качественное техническое и технологическое обслуживание машин и оборудования, используемых во всех отраслях сельского хозяйства. Технический прогресс во всех отраслях сельского хозяйства

Abstract: one of the main directions in preservation and improvement of quality of the made production is timely and high-quality technical and technological service of the cars and the equipment used in all branches of agriculture. Technological progress in all sectors of agriculture is aimed at increasing the volume of production while reducing the

направлен на увеличение объёмов продукции при одновременном сокращении объёма работ, которые затрачиваются на её получение. Повышение темпов роста уровня механизации работ в растениеводстве требует внедрения новой, более производительной и надёжной техники, что невозможно без надлежащей организации их технического обслуживания, ремонта и диагностики, усовершенствования материально-технической базы. Поэтому в снижении объёма ремонта, а значит и расхода запасных частей, большую роль может сыграть техническое диагностирование, которое позволит определить действительные потребности машины в ремонте.

Ключевые слова: растениеводство, сельскохозяйственные машины, технический сервис, техническая диагностика.

amount of work that is spent on its production. Increasing the rate of growth of the level of mechanization of works in crop production requires the introduction of new, more productive and reliable equipment, which is impossible without proper organization of their maintenance, repair and diagnosis, improvement of material and technical base. Therefore, in reducing the amount of repair, and hence the consumption of spare parts, a big role can play a technical diagnosis, which will determine the actual needs of the machine in the repair.

Keywords: crop production, agricultural machinery, technical service, technical diagnostics.

Агропромышленный комплекс (АПК) является одним из важных секторов экономики страны. Ускоренное его развитие является решающими условием наращивания и качественного совершенствования продовольственных ресурсов страны и снижения общественных издержек на обеспечение полноценного питания населения. Одним из главных рычагов осуществления современной аграрной политики является машинно-технологическая база.

В АПК нашей страны используется большое количество разномарочного состава сельскохозяйственной техники в основном импортного производства (импорт из республики Беларусь составляет 38,7 %, из других стран – 32,9 %) [1]. Анализ технико-экономических характеристик отечественных и импортных сельскохозяйственных машин свидетельствует о значительном повышении мощности их двигателей, ширины захвата и рабочих скоро-

стей агрегатов, что является одним из важнейших факторов существенного повышения производительности их труда. Однако как показывает опыт, несмотря на улучшение технико-экономических характеристик машинно-тракторного парка (МТП), достаточное повышение производительности труда не гарантировано, если показатели их надёжности очень низки. Кроме того, повышение конструктивной сложности сельскохозяйственных машин и их элементов, использование в них новых агрегатов и узлов (гидротрансмиссий, турбонаддува, гидроусилителей рулевого управления и других) приводит к увеличению объёмов работ по техническому обслуживанию и ремонту. Поэтому в целях повышения технико-экономической эффективности их использования необходимы новые, более совершенные формы организации технического и технологического обслуживания и ремонта МТП.

Как показывают проводимые исследования по использованию техники, МТП ежегодно стареет, неуклонно снижается обеспеченность техническими средствами неуклонно снижается обеспеченность техническими средствами сельскохозяйственных предприятий в России в 4...6 раз ниже, чем в развитых зарубежных странах. Имеющийся парк сельскохозяйственных машин не соответствует потребностям АПК по количеству, структуре и техническому уровню. Сроки фактической эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования превышают нормативные в 2...3 раза. Темпы поступления техники в сельское хозяйство значительно уступают темпам ее списания. Пополнение машинно-тракторного парка составляет менее 1% в год, а списание – 6...10%. В результате энерговооруженность труда в сельском хозяйстве постоянно снижается и в настоящее время она в 5...10 раз ниже уровня, достигнутого в развитых странах. Затраты на ремонт техники в настоящее время составляют порядка 60 млрд. рублей, или 10% от всей выручки произведённой сельскохозяйственной продукции [1,2]. Недостаток машин приводит к увеличению агротехнических сроков выполнения сельскохозяйственных работ, нарушению технологии, снижению урожайности, потерям продукции, сокращению посевных площадей, что является основным фактором снижения эффективности производства и соответственно конкурентоспособности отечественной продукции АПК [2]. Только ежегодные потери зерна достигают 10...15 млн. т [1,3]. На закупку продовольствия и сельскохозяйственного сырья ежегодно затрачивается от 28 до 37 млрд. долл. США [1]. Невысокая надёжность оте-

чественных сельскохозяйственных машин является серьёзным фактором низких экономических показателей отрасли.

Отсутствие ряда позиций техники конкурентоспособного отечественного производства вынуждает наиболее крупные и эффективные хозяйства покупать зарубежную технику – более дорогую и надёжную. Однако для импортных машин в современных условиях остро стоит проблема технического сервиса. Повысить эффективность технологий технического сервиса импортных сельскохозяйственных машин и снизить эксплуатационные затраты можно путём восстановления деталей [3]. Как показывает накопленный за последние годы опыт эксплуатации МТП, система технического и технологического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве нуждается в совершенствовании. Основными причинами этого являются снижение эксплуатационной надёжности машин, увеличение среднего возраста парка с 5 до 10...15 лет при остаточной пригодности 30...40%, отсутствие у 50...70% сельхозпроизводителей машинно-технологической базы ремонтно-технического обслуживания (РТО), топливно-смазочных и консервационных материалов, снижение роли инженерной службы по ТО и ремонту [4]. Качество машины характеризуется не только её способностью выполнять заданные функции, но и главным образом уровнем надёжности, или, иными словами, свойствами машины длительно сохранять и, если необходимо, восстанавливать свою работоспособность при минимальных затратах времени, труда и денежных средств. Поэтому основная и важнейшая задача механизаторов сельскохозяйственного производства – полное использование надёжности машины в процессе её эксплуатации, а ремонтников – качественное и дешёвое восстановление надёжности до оптимального уровня, обеспечивающего наименьшую удельную стоимость единицы наработки машины между ремонтами.

Одним из стратегических направлений технического сервиса является обеспечение работоспособности и продление сроков службы техники за счёт повышения качества и ресурса машин и агрегатов на основе освоения прогрессивных технологий их обслуживания и ремонта с применением средств диагностики технологий восстановления деталей, модернизации сложных машин, реформирования имеющейся ремонтно-обслуживающей базы с интегрированием в неё сети центров и дилерских служб технического сервиса заводов-изготовителей. В современных условиях до 95% техники ремонтируется в условиях сельскохозяйственных предприятий, что

по мнению учёных ГОСНИТИ, отсутствие на этих предприятиях сложного, высокоточного оборудования не позволяет выполнять качественно ремонт техники [5]. Всё это делается кустарно в условиях хозяйств, которые повсеместно занимаются переборкой старой техники, когда из двух машин собирается одна, тем самым не обеспечивая гарантийных послеремонтных сроков её работы. По данным экспертов, проблема ремонта и обслуживания импортной техники будет обостряться по мере увеличения срока эксплуатации машин [6]. Анализ, проведённый ГНУ ГОСНИТИ, показал, что, например, при ремонте кормоуборочного комбайна «Claas Jaguar 830» на сумму 112,4 тыс. руб. запасные части стоили 89,7 тыс. руб., что составляло до 79 % от общей стоимости работ. Расчёты по зарубежным тракторам (число отказов за первые 1000 мото-ч) свидетельствуют, что общие затраты для зарубежных аналогов МТЗ-80/82 могут быть оценены в размере 0,3...1,8% от цены трактора. Размер абсолютных затрат на устранение последствий отказов тракторов отечественного производства значительно ниже, чем у зарубежных аналогов [3]. Расчёт стоимости восстановления деталей по существующим технологиям показал, что при вторичном использовании их после восстановления может быть получена экономия от 120 до 150 тыс. руб., что составляет 33% от общей стоимости ремонта. Наиболее экономичным и быстрым способом решения проблемы по импортным запасным частям является создание в ряде регионов с наибольшей концентрацией импортной техники специализированных центров по сбору, восстановлению и изготовлению деталей к зарубежной технике. Такой опыт восстановления деталей к импортной технике накоплен и в России (республика Башкортостан – ОАО «Зирганская МТС», ЗАО «Башдизельпрецизион», Казань – НПП «Мотор», Ярославская область – ЗАО «ПК Ярославич», Республика Коми – ОАО «Севертрансэкскавация», Москва – ООО «Механика» и другие), причём отремонтированные детали не уступают зарубежным по качеству, а цена намного ниже, чем на аналоговые импортные запасные части, что позволяет значительно сократить расходы на ремонт и обслуживание машин [3]. Поэтому в данных условиях организацию изготовления и восстановления деталей к импортным машинам следует рассматривать как альтернативу дорогим оригинальным запчастям.

В связи со сложившимися условиями в стране, многие современные сельскохозяйственные предприятия развивают свою ремонтную базу, стараются оснащать её современным оборудованием, приспособлениями и устройствами, наряду с техническим и

технологическим обслуживанием и текущим ремонтом стараются проводить капитальный ремонт сложных сельскохозяйственных машин собственными силами, что позволяет сократить расходы на их проведение. Вся эта техника должна эффективно эксплуатироваться и содержаться в работоспособном состоянии, чтобы данные машины в любое время года были пригодными для использования. Для этих условий должна быть в сельскохозяйственном производстве организована высококвалифицированная инженерно-техническая служба, снабжённая всеми необходимыми техническими средствами ремонта, технического и технологического обслуживания для точного определения состояния машинно-тракторного парка. Чтобы найти оптимальную периодичность обслуживания сельскохозяйственных машин, обеспечивающую требуемый уровень надёжности и минимальных простоев, необходимо диагностирование. Оно даёт возможность без разборки определить техническое состояние параметров машин, их характеристики, износ деталей и зазоры в сопряжениях и на этой основе установить необходимые регулировки отдельных сопряжений или ремонт деталей, узлов, агрегатов и машины в целом. В результате диагностирования простой машин по техническим причинам уменьшаются в 2...2,5 раза, повышается их производительность на 15...20% и в 1,5...2 раза увеличиваются межремонтные сроки эксплуатации техники, предотвращаются преждевременные ремонты, уменьшается расход запасных частей, на 30...45% снижаются затраты средств на ремонты, техническое и технологическое обслуживание. Поэтому, в связи с повышением конструктивной сложности машин при соблюдении качества выполняемых сельскохозяйственных операций, техническое диагностирование будет получать всё большее распространение [7].

Чтобы исправить создавшееся положение, требуются неотложные меры. Комплексное решение проблемы предлагается в разработанной ГОСНИТИ в сотрудничестве с другими институтами Россельхозакадемии Концепции совершенствования технического сервиса [8, 9]. В концепции предлагаются возможные варианты организации и управления отраслью технического сервиса, важная роль отводится развитию машинно-технологических станций, дилерской деятельности и региональным рынкам подержанных машин и другие. Реализация этих и других выдвинутых в концепции предложений позволит восстановить, а затем и расширить инженерно-техническое обеспечение сельскохозяйственного производства, что будет способствовать преодолению кризисных явлений в АПК.

Значительный вклад в развитие технической диагностики сельскохозяйственных машин и агрегатов внесён учёными Всероссийского научно-исследовательского института использования техники и нефтепродуктов (ВНИИТиН) [10]. Разработаны способы и средства (приборы и приспособления) диагностики технического состояния почвообрабатывающих, посевных машин и агрегатов, машин для внесения минеральных и органических удобрений, для защиты растений, уборки зерновых и технических культур, послеуборочной обработки зерна и мелиоративных машин в количестве 35 наименований. Большинство из них (26 наименований) прошли испытания и рекомендованы к производству [11].

Своевременная и качественная проверка технического состояния с помощью приборов, приспособлений, трафаретов, регулировка и настройка машин и агрегатов перед началом и при выполнении технологических операций гарантируют высокое их качество, способствуют повышению эффективности производства – повышению урожайности сельскохозяйственных культур до 30%; увеличению сменной производительности на 10...12%; уменьшению расхода топлива на единицу выполняемой работы на 5...8%; сокращению простоев по техническим причинам до 20% [12].

Таким образом, поставленную цель в Стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства «Ускоренное развитие отечественного агрокомплекса для обеспечения населения страны конкурентоспособным на мировых рынках продовольствием собственного производства, преобразование России в ведущую мировую продовольственную державу», можно выполнить только путём технического переоснащения отрасли машинами нового поколения, использования современных приборов и оборудования при выполнении технической диагностики технологического и технического обслуживания и ремонта современной техники, используемой в АПК, а также введения технологий управления производственным процессом для обеспечения роста продуктивности растениеводства и животноводства, формирования и использования системы инновационного развития, научного обеспечения и подготовки кадров.

Список литературы:

1. Маринич, Л.А. О формировании системы машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации и производства сельскохозяйственной продукции в странах-участницах таможенного союза / Л.А. Маринич, В.Г. Самосюк, В.И. Володкевич. – Вестник ВНИИМЖ, 2013. - №2(10). – С. 18-25.

2. Аналитическая информация по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса (сборник). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 284 с.
3. Опыт импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 32 с.
4. Система использования техники в сельскохозяйственном производстве. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 520с.
5. Эффективные технологии для села. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 148 с.
6. Черноиванов, В.И. Главные направления организации технического сервиса импортной сельскохозяйственной техники / В.И. Черноиванов, С.А. Горячев. – Техника и оборудование для села, 2009. – №5. – С. 6-9.
7. Брусенков, А.В. Диагностика и технологическое обслуживание сельскохозяйственных машин, используемых в агропромышленном комплексе / А.В. Брусенков, В.П. Капустин, А.С. Пялягин // Современные тенденции в науке и образовании [эл. ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. – София: Издателяка Кыща «СОРОС», 2017. – С. 74-81.
8. Северный, А.Э. Новое в организации технического сервиса в АПК / А.Э.Северный // Научно-технический сервис в АПК: материалы международной научно-практич. конференции, Москва-ГОСНИТИ, 15-17 октября 1996 г. – Москва, 1997. – С. 59-64.
9. Концепция развития технического сервиса в АПК России на период до 2010 года. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 200 с.
10. Капустин, В.П. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие / В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков. – М.:ИНФРА-М, 2015. – 280 с.
11. Тишанинов, Н.П. Технические средства для регулировки и настройки сельскохозяйственных машин / Н.П. Тишанинов, Э.А. Цебоев, Н.Г. Мальмин и другие. – Тамбов: Пролетарский светоч, 1991. – 56 с.
12. Капустин, В.П. Приспособленность машин к регулировке и настройке / В.П. Капустин // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1991. – № 2. – С. 41-43.

УДК 631.316.022.4.004.67

**ИТОГИ ИСПЫТАНИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

В.В. Виноградов, кандидат технических наук, ст. преподаватель
**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина»**, Россия, г. Орёл

**THE RESULTS OF THE TESTS OF THE WORKING
BODIES OF SOWING MACHINES**

V. V. Vinogradov, candidate of technical sciences, Senior Teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: представлены итоги испытаний рабочих органов, упрочнённых металлокерамическими покрытиями на примере посевного комплекса John Deere 730. Упрочнение рабочих органов металлокерамическими покрытиями позволяет повысить их наработку на отказ до 76...77 га, что в среднем в 2,1 раза выше.

Ключевые слова: стрельчатая лапа, карбовибродуговое упрочнение, металлокерамическая паста, графитовый электрод, износ, интенсивность изнашивания, термодиффузионное насыщение, карбид бора.

Abstract: the results of tests of working bodies reinforced with metal-ceramic coatings on the example of the sowing complex John Deere 730 are presented. Hardening of the working bodies with metal-ceramic coatings can increase their MTBF to 76...77 ha, which is an average of 2.1 times higher.

Keywords: lancet paw, karbovibroarc hardening, ceramic-metal paste, graphite electrode, wear, intensity of wear, thermal diffusion saturation, pine forest carbide.

Рабочие органы посевных комплексов работают в условиях прямого воздействия абразивных частиц, в связи с чем интенсивно изнашиваются. В настоящее время одним из перспективных методов упрочнения рабочих органов является их карбовибродуговое упрочнение (КВДУ) с использованием угольного электрода и композиционных металлокерамических паст. При использовании данного метода на упрочняемой поверхности рабочего органа при горении электрической дуги образуется металлокерамическое покрытие.

тие из компонентов пасты. Одновременно происходит термодиффузионное насыщение металла рабочего органа легирующими элементами, входящими в состав пасты, и углеродом за счет его диффузии вследствие сублимации угольного электрода [1-19].

На испытания было поставлено 12 упрочненных КВДУ рабочих органов (стрельчатые лапы), половина из которых была упрочнена с лицевой стороны, а оставшиеся – с тыльной. У всех испытуемых лап дополнительному упрочнению подвергали носовую часть как наиболее интенсивно изнашиваемую. Во время проведения испытаний контролировалось изменение линейных размеров (износ) носовой части стрельчатых лап и ширины их крыльев. Это связано с тем, что именно эти два критерия являются основными при выбраковке лап. Измерение износа рабочих органов проводилось периодически, через 5...6 га наработки, путем наложения лапы на шаблон, соответствующий форме и размерам новой лапы.

Проведенные испытания показали, что зависимость износа носка стрельчатой лапы от наработки носит практически линейный характер. Причем данная зависимость имеет место для всех испытуемых лап. Полученные результаты хорошо согласуются с исследованиями других авторов, занимающихся изучением вопросов изнашивания упрочненных рабочих органов.

Упрочнение стрельчатых лап КВДУ с лицевой и тыльной стороны позволяет повысить их наработку на отказ до 65...67 га и 76...77 га соответственно. Это в 1,8 и 2,1 раза выше, чем наработка на отказ неупрочненной лапы. Однако у лап, упрочненных с лицевой стороны, в процессе испытаний наблюдается образование широкой затылочной фаски. На плотных почвах это может привести к некоторому выглублению лапы и снижению глубины обработки. Поэтому в данном случае более предпочтительным будет являться упрочнение исследуемых рабочих органов с тыльной стороны.

Анализируя изменение интенсивности изнашивания носка упрочненных и неупрочненных лап, видно, что данный показатель с увеличением наработки для всех испытуемых лап также возрастает. Наибольшая интенсивность изнашивания носка (1,43 мм/га) наблюдается у неупрочненных лап по достижению ими предельного состояния. Интенсивность изнашивания упрочненных методом КВДУ стрельчатых лап в целом оказалась существенно ниже, чем у неупрочненных серийных лап. Так, наибольшая интенсивность изнашивания носка лап, упрочненных КВДУ с лицевой и тыльной сторон, составила 0,80 мм/га и 0,63 мм/га соответственно, что в 1,7 и 2,3 раза ниже, чем у неупрочненных серийных изделий.

Кроме этого, проведенные исследования позволили установить, что износ крыльев испытываемых лап по ширине оказался гораздо ниже, чем носовой части. Так, износ крыльев серийных неупрочненных лап при достижении ими предельного состояния составил в среднем 13...15 мм. После упрочнения лап методом КВДУ износ их крыльев значительно снижается и составляет 8...9 мм для лап с упрочненной лицевой стороной и 6...7 мм для лап с упрочненной тыльной стороной. Полученные данные хорошо согласуются с исследованиями многих ученых, которыми было установлено, что износ крыльев стрелчатых лап по ширине на различных почвах в среднем в 2,0...2,5 раза меньше износа их носовой части.

Таким образом, проведенные полевые испытания показали, что основным критерием предельного состояния стрелчатых лап посевного комплекса John Deere 730 является износ их носка. При этом упрочнение данных стрелчатых лап методом КВДУ с тыльной стороны позволит повысить их наработку на отказ до 76...77 га, что в среднем в 2,1 раза выше, чем у серийной лапы. Использование предлагаемого метода в производстве особенно актуально с позиций импортозамещения на рынке запасных частей, а также введенных против Российской Федерации санкций и снижения покупательной способности из-за резкого роста валютного курса.

Список литературы:

1. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упрочнением их режущих поверхностей: дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03 / Виноградов Виктор Владимирович - Воронеж, 2017. - 157 с.

2. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упрочнением их режущих поверхностей: автореферат дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03 / Воронеж. гос. аграр. ун-т им. императора Петра I. Орел, 2017. - 22 с.

3. Виноградов В.В. Исследование технического состояния стрелчатых лап широкозахватных культиваторов типа КШУ, упрочненных методом КВДУ / В.В. Виноградов // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2016". 2016. С. 315-320.

4. Виноградов В.В. Исследование технического состояния стрелчатых лап широкозахватных культиваторов типа КШУ,

упрочненных методом КВДУ / В.В. Виноградов // Молодежь и XXI век - 2016 Материалы VI Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах. Ответственный редактор Горохов А.А. 2016. С. 89-94.

5. Коломейченко А.В. Исследование микроструктуры композиционных металлокерамических покрытий, полученных карбовибродуговой наплавкой / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Сварочное производство. 2016. № 11. С. 3-7.

6. Коломейченко А.В. Исследование микроструктуры композиционных металлокерамических покрытий, полученных карбовибродуговой наплавкой / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Технология машиностроения. 2016. № 9. С. 5-8.

7. Титов Н.В. Особенности зажигания электрической дуги при карбовибродуговом упрочнении рабочих органов сельскохозяйственных машин / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов, и др. // Техника и оборудование для села. 2016. № 4. С. 34-38.

8. Титов Н.В. Исследование влияния режимов и параметров карбовибродугового упрочнения на толщину металлокерамического покрытия / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Техника и оборудование для села. 2016. № 9. С. 34-37.

9. Титов Н.В. Импортзамещающая технология упрочнения стрелчатых лап почвообрабатывающих машин / Н.В. Титов, В.В. Виноградов, Д.А. Слободчиков // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 1 (16). С. 138-141.

10. Виноградов В.В. Исследование зажигания дуги при упрочнении рабочих органов машин карбовибродуговым методом / В.В. Виноградов // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 4 (19). С. 323-327.

11. Карелина М.Ю. Импортзамещающая технология восстановления и упрочнения рабочего оборудования строительных и дорожных машин / М.Ю. Карелина, Н.В. Титов, А.В. Коломейченко и др. // Строительные и дорожные машины. 2015. № 8. С. 34-37.

12. Коломейченко А.В. Влияние керамических компонентов пасты на твердость упрочненных карбовибродуговым методом поверхностей / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 140-145.

13. Коломейченко А.В. Результаты производственных испытаний стрелчатых лап зарубежной почвообрабатывающей техники, упрочненных методом КВДУ / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 119. С. 170-175.

14. Виноградов В.В. Достоинства и недостатки современных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.В. Виноградов // Образование, наука и производство. 2015. № 2 (11). С. 39-43.
15. Титов Н.В. К вопросу применения металлокерамических материалов для упрочнения лап культиваторов / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2014. № 2. С. 25-27.
16. Титов Н.В. Повышение ресурса лап культиваторов вибродуговой наплавкой с применением металлокерамики / Н.В. Титов, В.В. Виноградов, И.А. Петриков // Агротехника и энергообеспечение. 2014. № 1 (1). С. 322-327.
17. Титов Н.В. Применение нанопорошков для создания упрочняющих металлокерамических покрытий рабочих органов машин / Н.В. Титов, В.В. Виноградов // Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 465-469.
18. Титов Н.В. Анализ перспективных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов // Техника и оборудование для села. 2013. № 10. С. 33-36.
19. Литовченко Н.Н. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве / Н.Н. Литовченко, Н.В. Титов, А.В. Коломейченко и др. // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 2. С. 086-088.
20. Титов Н.В. К вопросу применения металлокерамических материалов для упрочнения лап культиваторов / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 113. С. 364-367.
21. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс] / В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. 2017. С. 439-447.

УДК 62-233.28:621.9

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРПУСА
ПОДШИПНИКА КОМБАЙНА JOHN DEER**

И. С. Кузнецов, к.т.н., доцент

Е.Н. Семешина, магистр

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл**

**TECHNOLOGY FOR THE RESTORATION OF THE
COMBINE JOHN DEERE BEARING CASE**

I.S. Kuznetsov, Candidate of Technical Sciences, associate Professor

E.N.Semeshina, master

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье представлена электроискровая технология восстановления корпуса JD Z12798, зерноуборочного комбайна John Deer. Технология позволяет получать износостойкое покрытие, имеющее сплошность 80%, толщину 120 мкм, и шероховатость равную Ra 3,2 мкм. Определено рациональное время для электроискровой обработки ЭИО равное 6 мин/см².

Ключевые слова: посадочное место подшипника, износ, электроискровая обработка, электроискровое покрытие

Abstract: the article presents the electro-spark restoration technology of the housing JD Z12798, combine harvester John Deer. The technology allows to obtain a wear-resistant coating having a continuity of 80%, a thickness of 120 microns, and a roughness equal to Ra 3.2 microns. Definitely a rational being for the spark processing is 6 min/cm²

Keywords: seat for bearing, wear, electrospark deposition, electrospark coating.

На сегодняшний день в современных машинах используется большое количество подшипниковых узлов. Одним из часто встречаемых дефектов подшипникового узла является износ посадочного места подшипника. При наличии такого дефекта, дорогостоящие металлоемкие корпусные детали выбраковываются, что приводит к большим капитальным вложениям [1]. Экономически целесообразным решением данной проблемы, можно считать, восстановление деталей электроискровой обработкой (ЭИО).

В настоящее время существует множество способов восстановления посадочных мест подшипников [2-3]. К наиболее перспективным методам относится ЭИО. Данный способ является, наилучшим методом восстановления в условиях мелких ремонтных производств [4]. В результате электроискровой обработки можно получить покрытие от 5 до 500 мкм. Прочность сцепления и твердость покрытий, позволяют считать ЭИО одним из перспективных способов восстановления посадочных мест под подшипники. Теоретические и экспериментальные положения ЭИО показаны в работах [4].

Цель работы. Разработать технологию восстановления посадочного места корпуса с использованием ЭИО.

Методика исследований. Для проведения научных исследований был выбран корпус подшипника измельчителя, JD Z12798, комбайна John Deere (рисунок 1). ЭИО корпуса осуществляли установкой марки БИГ-4 на режиме № 4 с коэффициентом энергии 0,8. Для нанесения электроискровых покрытий, материал электрода выбирался по результатам испытаний на износостойкость [5-10].

Исследования показывали, что восстановления деталей машин, не влияют на износ других деталей. Для восстановления неподвижных соединений, рекомендуется использовать электроискровое покрытие из сплава ВК6 – ОМ, которые имеют высокий коэффициент запаса износостойкости - $K_{\text{зап.изн.}}=3,11$ и низкую скорость изнашивания ($W=7,2 \cdot 10^{-8}$ г/с). Соединение «корпус–верхняя обойма подшипника» является неподвижным и на стальной корпус подшипника наносили электроискровое покрытие из сплава ВК 6 – ОМ в ручном режиме работы установки. Износ корпуса измеряли нутромером микрометрическим (НМ 75-600 ГОСТ 10-88).

Результаты исследований. Микрометрические исследования показали, что средний износ посадочного места подшипника составляет 120 мкм на сторону. Эпюра износа имеет форму эллипса, с максимумом, в нижней точке детали.

Износ посадочного места

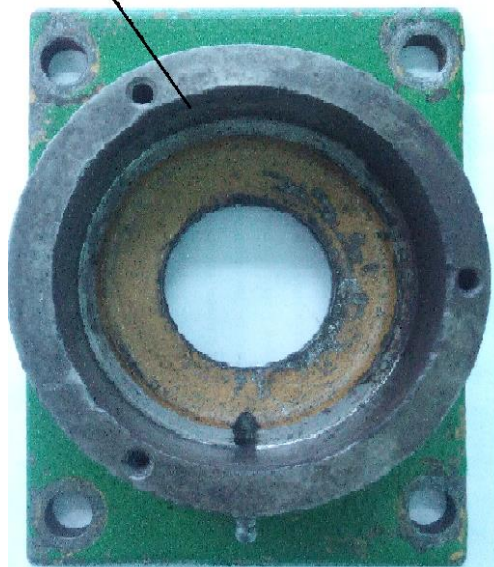


Рисунок 1 – Корпус JD Z12798

Время ЭИО определяли по методике, представленной в работе [6-14]. За условный критерий сплошности примем, минимальное значение 80%, которое определено путем решения различных технологических задач. Данное условие выполняется на участке зависимости А**-G**. Накладывая два критерия на зависимости видно, что для электрода из сплава ВК6 – ОМ, при обработке посадочного места под подшипник, режимом №4, два условия выполняются на участке кривой А-В, которому соответствует время $t_{уд}=5...6,5$ мин/см². Для удобства в технологических процессах будем использовать значение $t_{уд}=6$ мин/см². Технология восстановления посадочных мест под подшипники в корпусных деталях электроискровой обработкой включает в себя: очистку; подготовку поверхности под нанесение электроискрового покрытия из сплава ВК6 – ОМ (зачистка поверхности шлифовальной машинкой или наждаком до удаления с поверхности окисной пленки и достижения шероховатости не более $Rz=40$ мкм); электроискровую обработку изношенной поверхности (режим работы установки БИГ-4 №4, $t_{уд}=6$ мин/см², коэффициент энергии 0,8, электрод из сплава

ВК6 – ОМ диаметром 3,5 мм. По результатам производственных испытаний, можно сделать вывод, что предлагаемая технология, обеспечивает 100 % ресурс восстановленных деталей.

Вывод. Разработанная технология позволит восстанавливать посадочные места под подшипники качения ЭИО с покрытием, имеющим характеристики: сплошность 80%, с параметром шероховатости $Ra=3,2$ мкм.

Список литературы:

1. Павлов В.З., Коломейченко А.В., Кузнецов И.С. Оценочные показатели электроискровой обработки при упрочнении и восстановлении деталей: Скорость дрейфа заряженных частиц // Тракторы и сельхозмашины. 2012. №7. С. 52 – 54.

2. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. О движении заряженных частиц между электродами при электроискровой обработке // Труды ГОСНИТИ. 2012. Т. 110. Ч. 2. С. 128 – 134.

3. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. Оценка размера искровых разрядов между электродами при электроискровой обработке деталей // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 112. №1. С. 75 – 79.

4. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. Оценка мощности поверхностных тепловых источников, возникающих при электроискровой обработке деталей машин // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 112. №2. С. 143 – 149.

5. Коломейченко А.В., Кузнецов И.С., Кравченко И.Н. Исследования толщины и микротвердости электроискровых покрытий из аморфных и нанокристаллических сплавов // Сварочное производство. 2014. №10. С. 36–39.

6. Коломейченко А.В., Кузнецов И.С. Результаты эксплуатационных испытаний деталей режущего аппарата зерноуборочных машин, упрочненных электроискровой обработкой электродом из аморфного сплава 84КХСР // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 1. С. 91–95.

7. Кузнецов И.С. Электроискровая технология упрочнения деталей режущего аппарата жаток электродами из аморфных и нанокристаллических сплавов: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.03 / Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. Саранск, 2013.

8. Коломейченко А.В., Павлов В.З., Кузнецов И.С. Определение скорости дрейфа заряженных частиц между электродами при

электроискровой обработке // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 2. С. 24–30.

9. Кузнецов И.С., Павлов В.З., Коломейченко А.В. Расчет размера искровых разрядов при электроискровой обработке деталей сельскохозяйственных машин // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. Т. 7. № 7. С. 13–15.

10. Коломейченко А.В., Кузнецов И.С. Результаты эксплуатационных испытаний деталей режущего аппарата зерноуборочных машин, упрочненных электроискровой обработкой электродом из аморфного сплава 84КХСР // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 1. С. 91–95.

11. Хромов В.Н., Кузнецов И.С., Петрашов А.С. Электроискровая обработка поверхностей деталей для создания износостойких объёмных наноструктурированных покрытий на режущих деталях сельхозтехники // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. Т. 16. № 1. С. 6–8.

12. Кузнецов И.С. Электроискровая обработка электродами из аморфных и нанокристаллических сплавов режущих деталей // Труды ГОСНИТИ. 2011. Т. 108. С. 230–233.

13. Кузнецов И.С., Прокошина Т.С. Повышение износостойкости пальцев жаток зерноуборочных машин // В сборнике: Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. 2011. С. 192–196.

14. Кузнецов И.С., Прокошина Т.С. Анализ состояния изношенных пальцев жаток современных зерноуборочных комбайнов // Агротехника и энергообеспечение. 2017. Т. 2. № 14 (1). С. 5–11.

УДК 621.822.6.004.67:668.3:631.3.02

**МОДЕЛЬ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА КОРПУСНЫХ
ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОЛИМЕРНЫМ
ПОКРЫТИЕМ**

Р.И. Ли, доктор технических наук, профессор

А.Н. Быконя, аспирант

**ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический
университет», Россия, г. Липецк**

**MODEL OF INFRARED HEATING OF CASE DETAILS AT
RESTORATION BY THE POLYMERIC COVERING**

R.I. Lee, doctor of technical sciences, professor

A.N. Bykonya, post-graduate student

Lipetsk state technical university, Russia, Lipetsk

Аннотация: в статье приведены, полученные в результате теоретических исследований, математические модели температуры и времени нагрева корпусных деталей с полимерным покрытием при инфракрасной обработке. Представлены расчетные и экспериментальные параметры инфракрасного нагрева корпусной детали, подтверждающие корректность полученных моделей.

Ключевые слова: восстановление, деталь, полимер, покрытие, температура, время, инфракрасная сушка.

Abstract: are provided in article, the received as a result of theoretical researches, mathematical models of temperature and time of heating of case details with a polymeric covering at infrared processing. The calculated and experimental parameters of infrared heating of a case detail confirming correctness of the received models are presented.

Keywords: restoration, detail, polymer, covering, temperature, time, infrared drying.

Для сушки полимерных покрытий используют три способа: конвективный, терморadiационный (инфракрасный) и комбинированный. Конвективную сушку проводят в специальных сушильных камерах или шкафах. Роль теплоносителя играет горячий воздух, который нагревает изделие полностью, даже если этого не требуется. При конвективной сушке время термической обработки и энергозатраты относительно велики. Изучив применяемые в настоящее время в промышленности способы сушки полимерных покрытий,

для исследования сушки покрытий эластомера Ф-40, выбран терморadiационный способ сушки инфракрасными лучами. При инфракрасной сушке нагрев изделий происходит излучением, которое проникает сквозь слои покрытия и поглощается, в основном, металлом. Покрытие нагревается от металла, начиная с внутренних слоёв. Из-за возникающей разницы температур между внутренними слоями покрытия и наружными создается разница давлений, способствующая более быстрому выходу растворителя из слоёв покрытия. Этот способ отличается компактностью установок, высокой скоростью сушки, низкими энергозатратами и себестоимостью. Способ обеспечивает более высокое качество покрытия за счет уменьшения количества и размеров дефектов поверхности.

Цель работы – провести теоретические исследования и получить математические модели температуры и времени нагрева корпусных деталей с полимерным покрытием при инфракрасной обработке.

Оценка средней температуры тела при установившемся режиме нагрева

В качестве корпусной детали использовали подшипниковый щит электродвигателя 4А112-2, который нагревали кварцевым инфракрасным излучателем, состоящим из одного отражателя QTSR и лампы QTS мощностью 750 Вт. Схема установки представлена на рисунке 1.

При установившемся режиме нагрева тела можно записать уравнение баланса мощности [1, 2]

$$q_{u3л} = q_1 + q_2,$$

где $q_{u3л}$ – мощность, получаемая телом от инфракрасного излучателя; q_1 – мощность, отдаваемая на излучение нагретым телом; q_2 – мощность, отдаваемая телом, при конвективном теплообмене.

В ходе теоретических исследований, на основе уравнения баланса мощности, получено уравнение для определения средней температуры T при установившемся нагреве детали

$$\varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 + k(T - T_0) - \frac{q_{u3л}}{F} = 0,$$

где ε – коэффициент черноты серого тела, $\varepsilon = 0,60..0,70$ для чугуна [3]; C_0 – постоянная Стефана-Больцмана, $C_0 = 5,67 \frac{Вт}{м^2 K^4}$; k – коэффициент теплоотдачи при свободной конвекции; T_0 – температура окружающего воздуха; F – площадь детали.

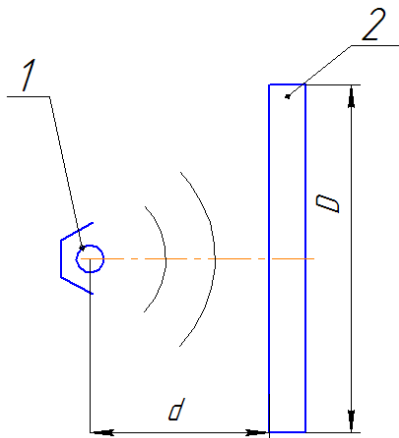


Рисунок 1 - Схема установки:

1 – инфракрасный излучатель; 2 – подшипниковый щит

Расчет поглощаемой телом мощности от инфракрасного излучателя

$$q_{u3л} = \frac{4\mu\varepsilon\pi Q_{u3л}}{l\varphi} \int_0^{\alpha_0} \frac{\sqrt{\frac{D^2}{4} - (d \operatorname{tg} \alpha)^2}}{\cos \alpha} d\alpha \int_0^{\beta_0} \frac{1}{\frac{1}{\cos \beta} + \cos \beta \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha} d\beta,$$

где μ – КПД излучателя; $Q_{u3л}$ – потребляемая электрическая мощность излучателя; l – линейный размер излучателя; φ – угол рассеивания отражателя; α_0 , β_0 – верхние пределы интегрирования, радиан; $\alpha_0 = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{2d}\right)$, $\beta_0 = \operatorname{arctg}\left(\frac{l}{2d}\right)$; D – линейный размер детали; d – расстояние между деталью и излучателем.

Оценка времени нагрева тела

Для расчета времени нагрева до установившегося температурного режима используется закон сохранения энергии в дифференциальной форме с последующим интегрированием [1]

$$\delta Q_{u3л} = C_0 m dT + \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4 F d\tau + k(T - T_0) F d\tau,$$

где $\delta Q_{изл}$ – теплота, полученная телом за бесконечно малое приращение времени $d\tau$; C_v – изохорная теплоемкость материала тела; m – масса тела.

$$\tau = \frac{C_v m}{F} \int_{T_0}^T \frac{dT}{\frac{q_{изл}}{F} + kT_0 - \left(\varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 + kT \right)}$$

Коэффициент теплоотдачи k определили по результатам проведенных экспериментов.

В таблице приведены сравнительные значения средней температуры установившегося нагрева детали и время нагрева при различных расстояниях между телом и инфракрасным излучателем, полученные расчетным путем по полученным моделям и в результате эксперимента.

Таблица – Экспериментальные и теоретические параметры нагрева корпусной детали

Расстояние S , м	Температура t , °С		Время нагрева τ , мин	
	Теория	Эксперимент	Теория	Эксперимент
0,20	88,0	86,7	68,3	70,0
0,25	71,2	69,2	64,6	67,0
0,30	62,1	61,1	63,2	64,0

Относительная погрешность в определении температуры: минимальное значение – 1,5%; максимальное – 2,9%. Относительная погрешность в определении времени нагрева: минимальное значение – 1,3%; максимальное – 3,6%.

Вывод

1. В результате проведенных теоретических исследований на основе теории тепло- и массообмена получены математические модели температуры и времени нагрева корпусных деталей с полимерным покрытием при инфракрасной обработке.

2. Контрольный эксперимент показал высокую сходимость расчетных и экспериментальных значений параметров нагрева корпусной детали и корректность полученных моделей.

3. Представляют научный и практический интерес всесторонние дальнейшие исследования инфракрасной сушки корпусных деталей с полимерным покрытием.

Список литературы:

1. Общий курс физики Д. В. Сивухина [Текст]. В 5 т.
2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Физматлит, 2005 год. 565 с.
3. Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел. – М.: Наука, 1964 год. 227 с.
4. Блох А.Г. Теплообмен излучением [Текст]: справочник / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлёв, Л.Н. Рыжков. – М.: Энергоатомиздат, 1991 год. 433 с.

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПОЛИМЕРНОГО НАНОКОМПОЗИТА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОК ПОДШИПНИКОВ В УЗЛАХ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Р.И. Ли, доктор технических наук, профессор

В.А. Малюгин, аспирант

**ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический
университет», Россия, г. Липецк**

INCREASE OF THERMAL CONDUCTIVITY OF POLYMER NANOCOMPOSIT FOR RESTORATION OF BEARING OF BEARINGS IN AUTOMOBILE MACHINERY UNITS

R.I. Lee, doctor of technical sciences, the professor

V.A. Maliugin, post graduate student

Lipetsk state technical university, Russia, Lipetsk

Аннотация: проведены экспериментальные исследования теплопроводности анаэробного герметика АН-111 и нанокompозита на его основе.

Ключевые слова: подшипник, посадка, анаэробный герметик, наполнитель, металл, композит, теплопроводность.

Abstract: experimental studies of the thermal conductivity of an anaerobic sealant AN-111 and a nanocomposite based on it.

Keywords: bearing, landing, anaerobic sealant, filler, metal, composite, thermal conductivity.

Подшипниковый узел работает в тяжелых условиях эксплуатации. Знакопеременные нагрузки по времени, амплитуде и направлению, условия трения, нагрев деталей, температура окружающей среды и многие другие факторы влияют на его ресурс. Для работы в таких условиях эксплуатации полимерный материал должен обладать высокими теплофизическими свойствами [1].

Необходимо отметить, что полимерные материалы являются теплоизоляторами. Важным фактором, определяющим температурный режим работы подшипника, является теплоотвод от нагретых деталей в окружающую среду. Снижение теплоотвода повышает температуру деталей в зоне трения, увеличивает температуру смазочного материала, повышает коэффициент трения и создает опасность накопления в периодически нагружаемых сопряжениях тепловых напряжений, ускоряющих износ и снижающих их конструкционную прочность [2]. Поэтому одним из путей повышения долговечности подшипниковых узлов, является создание полимерных нанокомпозитов, наполненных наноразмерными частицами (НРЧ) металлов, что позволит увеличить теплопроводность материала. Теплопроводность различных материалов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Теплопроводность различных материалов

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К)
Асбест	0,151
Битум	0,27
Бронза	64
Гранит	3,49
Дерево	0,1-0,3
Стекло	1
Глина	0,2
Мел	0,8-2,2
Графит	1,1-17,4
Тальк	2,7
Серебро	430
Медь	380-400
Алюминий	200-240
Сталь	45-55

Из таблицы 1 следует, что наиболее высокий коэффициент теплопроводности наблюдается у алюминия, меди и серебра. Поэтому использование НРЧ алюминия и меди в качестве наполните-

ля, позволит повысить коэффициент теплопроводности материала. НРЧ серебра является очень дорогими, поэтому их использование в качестве наполнителя нецелесообразно с экономической точки зрения. Представляет научный и практический интерес исследование влияния НРЧ металлов на теплопроводность анаэробного герметика АН-111. Проведены экспериментальные исследования теплопроводности анаэробного герметика АН-111 и нанокompозита на его основе. В качестве наполнителя использовали НРЧ алюминия и меди. Теплопроводность исследовали методом температурного градиента, в основе которого лежит принцип обеспечения постоянного теплового потока от источника тепла (нагревателя) к охлаждающему устройству (холодильнику) через эталонный и исследуемый образцы. Принципиальная схема установки для исследования теплопроводности показана на рисунке 1. Установка состоит из холодильника 1, через который течет холодная вода, трех медных дисков 2, диска из исследуемого материала 5, диска из оргстекла 6, нагревателя 4, заполненного маслом и оснащенного терморегулятором. От окружающей среды диски закрыты теплоизоляционным покрытием 3. Диски 2 изготовлены из меди марки М1 (ГОСТ 859-2014), имеют диаметр 15 мм и толщину 3 мм. К дискам припаяны металлические стержни, покрытые изоляцией, с противоположного конца которых в ходе эксперимента измеряли температуру: T_1 , T_2 , T_3 .

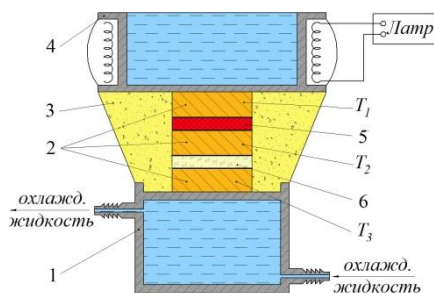


Рисунок 1 – Схема установки для исследования теплопроводности полимерных материалов:

1 – холодильник; 2 – медные диски; 3 – теплоизоляционное покрытие; 4 – нагреватель; 5 – исследуемый образец; 6 – диск из оргстекла [3]

Диск 6 изготовлен из оргстекла СО-95-К (ГОСТ 10667-90) диаметром 15 мм и толщиной 3 мм. При температуре испытаний $T = + 80^{\circ}\text{C}$ коэффициент теплопроводности оргстекла составляет $\lambda_2 =$

0,2 Вт/ьК. Исследуемые образцы изготовлены из герметика АН-111 и нанокompозита на его основе, в соответствии с ГОСТ 23630.2-79, в виде дисков диаметром 15,0 мм и толщиной 0,5 мм. Между верхним и средним медными дисками установили исследуемый образец 5. Теплопроводность исследуемого материала обозначили как λ_1 . Между нижней и средней медными пластинами установили диск 6 из оргстекла СО-95-К. Температуры медных дисков T_1 , T_2 и T_3 измеряли в установившемся температурном режиме инфракрасным пирометром марки Testo 830-T4.

Коэффициент теплопроводности исследуемых образцов рассчитывали по формуле [3]

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_2 l_1 (T_2 - T_3) S d \tau}{S d \tau l_2 (T_1 - T_2)} = \lambda_2 \frac{l_1 (T_2 - T_3)}{l_2 (T_1 - T_2)},$$

где l_1 и l_2 – соответственно толщина дисков 5 и 6, м; λ_2 – коэффициент теплопроводности оргстекла.

Исследованиями установлено, что коэффициент теплопроводности анаэробного герметика АН-111 составляет $\lambda_n = 0,41$ Вт/м*К. После введения НРЧ меди и алюминия коэффициент теплопроводности нанокompозита на основе герметика АН-111 увеличился до $\lambda_k = 2,16$ Вт/м*К, то есть в 5,26 раза в сравнении с не наполненным полимером.

Вывод: введение НРЧ частиц алюминия и меди в анаэробный герметик АН-111 повышает коэффициент теплопроводности материала в 5,26 раза по сравнению с не наполненным полимером. Это позволит повысить долговечность подшипниковых узлов, в связи со значительным улучшением теплоотвода от нагретых деталей в окружающую среду.

Список литературы:

1. Бочаров, А.В. Повышение эффективности восстановления неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники адгезивами, наполненными дисперсными металлическими порошками: дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В.Бочаров. – Мичуринск, 2009. – 150 с.
2. Машин, Д.В. Повышение эффективности восстановления посадочных отверстий в корпусных деталях сельскохозяйственной техники композицией на основе эластомера Ф – 40С: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Д. В. Машин. – Мичуринск, 2013. – 149 с.
3. Кононенко, А.С. Повышение надежности неподвижных фланцевых соединений сельскохозяйственной техники использова-

нием наноструктурированных герметиков: дис ... докт. техн. наук.
[Текст] / А. С. Кононенко. – М., 2012. – 405 с.

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

**ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНОГО
КОМПОЗИТА ДЛЯ ФИКСАЦИИ
ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ**

Р. И. Ли, д.т.н, профессор,

А. В. Пчельников, аспирант

**ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический
университет», Россия, г. Липецк**

**OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF POLYMER-
POLYMER COMPOSITE FOR FIXATION OF BEARINGS**

R.I. Li, doctor of technical sciences, professor ,

A.V. Pchelnikov, post graduate student

Lipetsk state technical university, Russia, Lipetsk

Аннотация: в статье рассмотрена оптимизация состава полимер-полимерного композита на основе акрилового адгезива АН-110, в который вводится раствор эластомера Ф-40.

Ключевые слова: подшипник, полимер, фиксация, оптимизация.

Abstract: the article considers the optimization process of the polymer-polymer composition, based on "АН-110" adhesive and elasticizer "Ф-40".

Keywords: bearing, polymer, fixation, optimization.

Подшипники качения относятся к категории наиболее многочисленных элементов конструкции сельскохозяйственной техники. В конструкцию тракторов К-701 входят 200, Т-150К – 149, МТЗ-80 – 143, Т-40 – 82, Т-28Х4 – 57, зерноуборочного комбайна СК-5 "Нива" – 124, хлопкоуборочной машины ХНП-3,6-01 – 421 подшипника качения [1]. Поэтому долговечность подшипников качения в значительной мере определяет надежность машины в целом [2...4].

Отказы подшипниковых узлов приводят к простоям техники, а следовательно ухудшению экономической эффективности производства. Износ посадочных мест подшипников качения, как одна из основных причин выхода последних из строя, является следствием фреттинг-коррозии. Полимерные материалы исключают

появление фреттинг-коррозии сопрягаемых металлических поверхностей неподвижного соединения, за счет чего достигается повышение ресурса восстанавливаемой посадки подшипника. Также увеличивается ресурс подшипников из-за снижения контактных напряжений в подшипнике с полимерной посадкой.

При использовании полимерных материалов не требуется сложное оборудование и высокая квалификация рабочих. Ремонт с их использованием возможен не только в условиях специализированных ремонтных предприятий, но и в полевых условиях. Исследуемый полимер-полимерный композит предполагается в дальнейшем использовать для фиксации подшипника качения в посадочном отверстии базовой детали, поэтому необходимо, чтобы материал помимо высокой прочности имел определенную эластичность, которая обеспечит снижение контактных напряжений в подшипнике. [2] Экспериментальными исследованиями установлено повышение деформационно-прочностных свойств «жестких» полимеров при введении эластификатора в полимерную матрицу [5].

В настоящей статье рассмотрена оптимизация состава полимер-полимерного композита на основе акрилового адгезива АН-110, в который с целью повышения его деформационно-прочностных свойств вводится раствор эластомера Ф-40 в различных концентрациях. Объем составных частей полимер-полимерного композита, а также процентное содержание эластификатора (по объему) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы исследуемого полимер-полимерного композита

Вариант состава	Адгезив АН-110		Эластомер Ф-40	
	Компонент А, мл	Компонент Б, мл	Объем, мл	Процентное содержание
1	2	2	0,1	2,5
2	2,5	2,5	0,2	4
3	2	2	0,2	5
4	2	2	0,3	7,5

Для изготовления образцов была изготовлена специальная форма-оснастка (рис. 1), включающая в себя опорную пластину размерами 150x85x5 мм из Фторопласта-4 ГОСТ 14906 и рамку-трафарет из Стали ANSI304 (аналог - сталь 08X18H10 ГОСТ 5632). Размеры рамки-трафарета составляли 150×85×1,5мм по наружному контуру с шестью окнами для пленок размерами 60×15×1,5 мм.

Для оценки деформационно-прочностных свойств полимерных пленок использовали следующие показатели: прочность при одноосном растяжении пленок σ_p , относительное удлинение ε и удельная работа разрушения пленок α_p . [1]

Испытания проводили на разрывной машине ИР 5082-50 с записью диаграммы "нагрузка-деформация". Испытания образцов проводили при постоянной скорости нагружения 5 мм/мин.

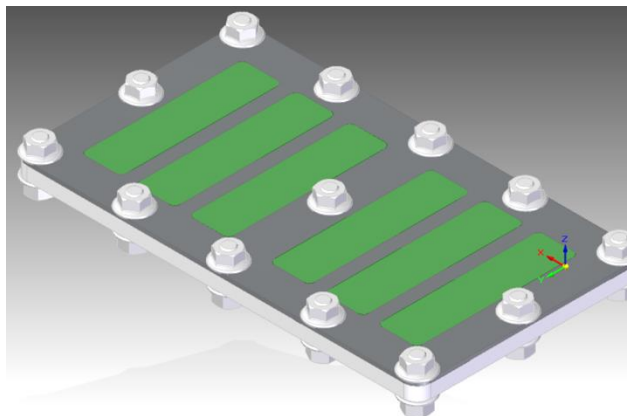


Рисунок 1 – Оснастка для изготовления образцов

Прочность пленок σ_p (МПа) определяли по формуле

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A_n},$$

где F_p – растягивающая нагрузка при разрыве пленки, Н; A_n – начальное поперечное сечение исследуемого образца, мм².

Относительное удлинение при разрыве образца ε (%) определяли по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

где: l_0 – начальная рабочая длина образца, мм; Δl_0 – удлинение образца при испытании, мм.

Работу разрушения при разрыве пленок α определяли как площадь, ограниченную кривой "нагрузка-деформация" и осью абсцисс на диаграмме. Удельную работу разрушения α_p (МДж/м³) при разрыве пленок определяли по формуле

$$\alpha_p = \frac{\alpha}{V}$$

где: V – рабочий объем испытываемого образца, мм³.

Каждая партия содержала минимум по 5 образцов, т.е. испытания проводились минимум в 5-ти кратной повторности для каждого варианта состава полимер-полимерного композита, после чего вычислялось среднее значение каждого параметра. Результаты испытаний представлены в таблице 2, а также на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований

Содержание эластомера Ф-40 (%)	Удельная работа разрушения α_p (МДж/м ³)	Прочность σ_p (МПа)	Относительное удлинение ϵ (%)
0	2,4	10,54	28,068
2,5	3,2	10,126	36,8
4	3,4	10,119	39,42
5	4	9,31	53,136
7,5	1,2	4,28	25,96

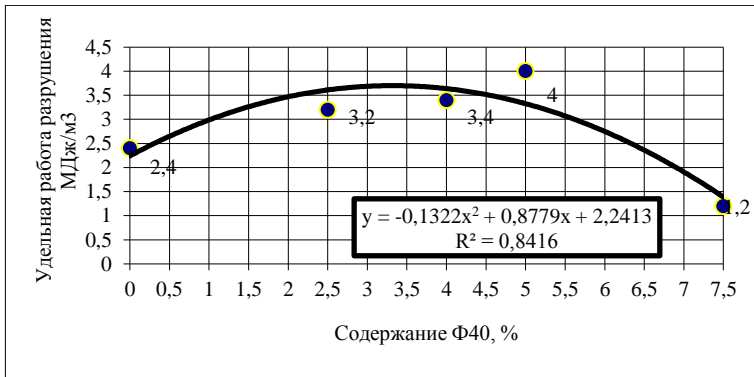


Рисунок 2 - Зависимость удельной работы разрушения образца от содержания эластификатора

В ходе анализа полученных данных установлено, что максимальное значение удельной работы разрушения достигается при концентрации эластификатора равной 5% от общего объема состава и составляет 4 МДж/м³, что в 1,6 раза превышает значение работы разрушения ненаполненного адгезива (2,4 МДж/м³). При дальнейшем увеличении концентрации происходит резкое ухудшение де-

формационно-прочностных свойств образца, так при концентрации наполнителя 7,5% удельная работа разрушения составляет 1,2 МДж/м³, что в 2 раза меньше, чем у ненаполненного адгезива и в более чем в 3 раза ниже, максимального значения, полученного в ходе исследований.

Также необходимо отметить, что при концентрации наполнителя до 5% происходит незначительное снижение прочности образца (менее 15%), так прочность ненаполненного адгезива составляет 10,54 МПа, прочность состава с 5% концентрацией наполнителя составляет 9,31 МПа. При этом относительное удлинение образца с 5% концентрацией наполнителя увеличилась в 1,9 раза в сравнении с образцом ненаполненного адгезива.

По результатам проведенных исследований установлено, что оптимальным является следующий состав полимер-полимерного композита на основе адгезива АН-110: 95% – адгезив АН-110; 5% – эластомер Ф40. При данном соотношении компонентов композита обеспечивается максимальная удельная работа разрушения, при незначительном снижении прочности и существенном увеличении деформации относительно ненаполненного адгезива.

Список литературы:

1. Ли, Р.И. Восстановление неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами [Текст]: дис ... докт. техн. наук. / Ли Р.И. – М., 2001, – 340 с.
2. Ли, Р.И. Теоретические аспекты повышения эффективности восстановления корпусных деталей сельскохозяйственной техники композициями на основе эластомеров [Текст] / Ли Р.И., Машин Д.В., // Вестник МичГАУ. – 2013. – № 1. – С. 53-55.
3. Ли, Р.И. Технологии восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники [Текст] : Учеб. пособие / Р.И. Ли // Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2014. – 379 с.
4. R. I. Li, A.V. Butin, S.P. Ivanov, D.V. Mashin. A promising polymer composite material for increasing the efficiency of recovery of basic parts of automotive engineering. ISSN 1995_4212, Polymer Science, Series D. Glues and Sealing Materials, 2014, Vol. 7, No. 3, pp. 233–237.
5. Бутин А.В. Повышение эффективности восстановления неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники полимер-полимерными композициями [Текст]: дис ... канд. техн. наук. / Бутин А. В. – Мичуринск, 2011, – 127 с.

УДК 539.21

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ МАТЕРИАЛОВ С ЭФФЕКТОМ
ПАМЯТИ ФОРМЫ**

Н.А. Малинина, д.т.н., профессор,

О.С. Итченко, аспирант

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES
IN EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCHES
OF MATERIALS WITH SHAPE MEMORY EFFECT**

N. A. Malinina, doctor of the technical science,

professor department,

O.S. Itchenko, graduate student

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье приведен обзор разнообразного применения функциональных материалов с уникальными физико-механическими свойствами, в частности, сплавов с термоупругими мартенситными превращениями и термомеханической памятью. На основе приведённых данных формулируется обоснование для выполнения экспериментально - теоретических исследований данных материалов, особенно в условиях сложного нагружения. Приведено описание автоматизированного комплекса механических испытаний (АИСМИ-СНТ-ЭВМ) предназначенного для выполнения научных исследований, а также в целях образовательного процесса – подго-

Abstract: the article provides an overview of various applications of functional materials with unique physical and mechanical properties, in particular, alloys with thermo-elastic martensitic transformations and thermo-mechanical memory. On the basis of these data, the justification for experimental and theoretical studies of these materials, especially under complex loading, is formulated. The description of the automated complex of mechanical tests (ASMI-SNT-IBM) designed to perform scientific research, as well as for the educational process – training of highly qualified personnel.

товки кадров высшей квалификации.

Ключевые слова: материалы с эффектом памяти формы, мартенситные превращения, автоматизированная система механических испытаний, сложное нагружение.

Keywords: materials with shape memory effect, martensitic transformations, automated system of mechanical tests, complex loading.

Создание новых материалов, устройств и изделий из них всегда являлось одной из важных научных и прикладных задач физики твердого тела и в сферах деятельности человека, используется в качестве конструктивных физических материаловедения. Подавляющее количество металлических и неметаллических материалов, предназначенных для различных целей изготовления различных конструкций и оборудования общего и специального назначения. Они должны иметь требуемые механические и эксплуатационные свойства, а их производство в большом количестве должно отличаться достаточной простотой и экономичностью технологических процессов. Примерами, в частности, могут служить различные сплавы железа, алюминия, а также дерево, бетон, пластмассы и другие строительные и облицовочные материалы.

Другой общностью материалов, назначение и применение которых в основном определяются их особыми и подчас уникальными физико-техническими характеристиками, являются так называемые функциональные материалы. Это различные материалы для электротехники и электроники, криогенной и аэрокосмической техники, медицины и т.п.

Ярким представителем функциональных материалов является группа металлических сплавов с термоупругими мартенситными превращениями и термомеханической памятью.

Эффекты пластичности превращения и памяти формы, инициируемые мартенситными реакциями, изучены довольно подробно, но в основном только для простых напряженных состояний – растяжения, сжатия или кручения. На данный момент только для никелида титана и сплавов системы MnCu есть единичные сведения об их функционально-механических свойствах при одновременном действии осевой нагрузки и крутящего момента. Они не дают целостного представления о том, какова реакция материала с эффектами памяти формы на вариации напряженного состояния. В

то же время, ответ на данный вопрос важен как с научной, так и с практической точек зрения.

Рассмотрим некоторые примеры использования данных материалов [6, 7]. Важно отметить то, что металл, обладает способностью к возврату деформаций, который можно запрограммировать на довольно сложные траектории перемещения и, тем самым, на совершение исполнительных функций почти неограниченной степени сложности. Примерами служат самораскрывающиеся космические антенны, самовывдвигающиеся телескопические устройства, трансформируемые ферменные конструкции, системы регулирования температуры, расхода теплоносителя, устройства автоматического пожаротушения и т.д. Особый интерес связывают со способностью металлов рассматриваемого класса создавать значительные реактивные усилия [7].

Стержень из никелида титана, легированного гафнием, при диаметре 100 мм, развивает усилия до тысячи тонн. Данное свойство легко включить в естественный технологический процесс, когда кинетика изменения реактивных усилий синхронизована с другими операциями. Так, вулканизация резины требует и нагрева и давления на сырую массу. Не составляет труда создать устройство, которое будет автоматически обеспечивать необходимое давление на стадии нагревания и устранять его на этапе остывания резино-технических изделий. Другой пример касается проблемы компенсации технологической усадки элементов аппаратуры или изделий в процессе их термической обработки: подобную усадку можно компенсировать за счет восстановления деформаций элементов конструкций, изготовленных из материалов с эффектом памяти формы.

Существенно подчеркнуть что, для приведения в действие устройств, изготовленных из данных материалов, вовсе не требуются значительные разогревы. Чаще всего цель достигается посредством горячей воды, солнечной радиации, климатических или суточных перепадов температуры, тепла живого организма, действия хладагентов и т.д. Металл способен реагировать даже на разницу температур поверхностных и придонных масс речной воды. В районах с суровым климатом источниками тепла и холода могут служить перепады наружного воздуха и воды.

Совмещая силовые и деформационные свойства элементов из металла с эффектом памяти формы, удастся проектировать исключительно простые и эффективные исполнительные устройства роботов, разнообразные приводы в конвейерных производствах,

усилители перемещения, и т.д.

Еще одна область применения касается создания плотных и неразъемных соединений. Так, можно скреплять трубы и стержни надетыми на них муфтами из сплавов с памятью формы; производить опрессовку деталей, используя память формы как свойство инструмента; собирать узлы, не поддающиеся этой операции с помощью традиционных технологий. Например, трубы диаметром 20мм легко скрепляются с помощью наружной (стягивающей) или внутренней (распорной) муфты из никелида титана при ее толщине около 2мм. Трубы при этом выдерживают внутреннее давление до 200 и более атмосфер. Подобным способом удастся скреплять металл с резиной, пластмассой или керамикой.

Следующий пример относится к способности сплавов, обладающих эффектом памяти формы, преобразовывать тепловую энергию в механическую работу. Например, стержень из никелида титана, способный развивать реактивные напряжения около 500-1000 МПа и восстанавливать деформацию 5%, при длине 10м и диаметре один метр после нагрева удлинится на 0,5м и создаст усилие порядка пятидесяти тысяч тонн. Совершенная здесь работа составит около 25 миллионов джоулей на кубический метр металла. Прямые измерения показывают, что эта цифра даже занижена, и предельные значения энергоспособности специальных марок никелида титана следует увеличить в несколько раз. Для сравнения у автомобильных двигателей внутреннего сгорания, техническое совершенство которых не требует комментариев, работоспособность, в пересчете на единицу массы двигателя, на несколько порядков меньше [6].

Приведенные выше примеры приводят к выводу, что экспериментальные и теоретические исследования поведения материалов, обладающих эффектом памяти формы при сложном нагружении являются актуальными.



Рисунок 1– Автоматизированная установка АИСМ-СНТ-ЭВМ

При проведении экспериментально-теоретических работ данных направлений научных исследований возникла потребность в создании автоматизированной информационной системы механических испытаний (АИСМИ) [1, 2], которая позволила бы решать задачи междисциплинарного характера. В настоящее время над созданием такой системы работают профессора и аспиранты кафедр «Информационные технологии и математика» и «Инженерная графика и механика». В Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина проводятся работы по созданию автоматизированной информационной системы механических испытаний (АИСМИ), базирующейся на возможностях среды проектирования LabVIEW и ориентированной на объекты с нетривиальными свойствами в условиях сложного термомеханического воздействия, в том числе и на материалы с эффектом памяти формы (ЭПФ) и конструкций на их основе [1-5].

Современная автоматизированная информационная система для структурно-механических испытаний представляет собой сложную автоматизированную систему, в общем случае включающую: вычислительную систему, специальное оборудование и оснастку, стенд для испытаний, документацию для обеспечения работ и проведения испытаний. Автоматизированные рабочие места испытателей (АРМИ) реализуются на базе ПЭВМ и служат для предоставления испытателям пользовательских интерфейсов работы с функциями АИС. При этом к общему вычислительному сервису АРМИ относятся: визуализацию и документирование информации, пользование электронными справочниками, словарями и электронной базой нормативной, рабочей и руководящей информации для

испытаний. Стенды для испытаний АИСМИ предназначаются для конкретных видов испытаний и включают: рабочее помещение для испытаний, испытательную установку, пульт управления, коммуникационные и обеспечивающие каналы рабочего помещения, приспособления и специальную оснастку для размещения объекта испытаний, средства обеспечения рабочей среды испытаний и т.п. Для структурно-механических испытаний применялся оригинальный универсальный комплекс СНК-ЭВМ предназначенный для проведения испытаний на чистое растяжение образцов различных форм и размеров и изделий из металла, а также других материалов в пределах технических возможностей машины. Машина обеспечивает проведение физико-механических испытаний на растяжение при нормальной температуре и позволяет автоматически регистрировать диаграмму растяжения в координатах $P-\Delta$ и $\sigma-\epsilon$. Универсальная испытательная машина СНК относится к классу машин для механического нагружения, оснащенных электронными силоизмерителями, позволяющими задавать осевую нагрузку по программе.

Для проведения экспериментальных исследований на сложное нагружение применялась оригинальная универсальная испытательная машина СНТ-ЭВМ (рисунок 2,3), выполненная на базе прессы ОМ30М и предназначенная для проведения исследований на трубчатых тонкостенных металлических образцах в условиях сложного нагружения [5].

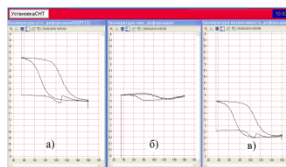


Рисунок 3 – Экспериментальные диаграммы



Рисунок 2 – Автоматизированное рабочее место и основные блоки СНТ-ЭВМ:

- 1 – комплекс измерительно-регистрирующей аппаратуры,
- 2 – рабочая часть
- 3 – блок растяжения (сжатия)-кручения,
- 4 – станина,
- 5 – привод растяжения (сжатия),
- 6 – привод кручения

Задача заключалась в исследовании механического поведения материалов с эффектом памяти формы (Cu 12%Al 4%Mn, Ti50%Ni) при различных сложных траекториях нагружения в поле напряжений по программам испытаний сложного нагружения при разном фазовом составе: мартенситном, аустенитном, двухфазном [5].

*Основные возможности испытательного комплекса
АИСМИ-СНТ-ЭВМ*

Комплекс измерительно–регистрирующей аппаратуры и аппаратуры управления АИСМИ-СНТ-ЭВМ (рисунок 4) предназначен для автоматизации процесса измерения и управления, позволяет проводить: 1) комбинирование растяжения (сжатия) с кручением: осуществление произвольных траекторий нагружения в пространстве напряжений при мягком режиме нагружения; 2) изучение влияния скорости деформирования на свойства материала; 3) исследование ползучести материалов; 4) изучение функционально-механических свойств материала в режиме сложного нагружения при термоциклировании. 5) измерение значений деформаций, напряжений и температуры; 6) управление блоком термоциклирования; 7) управление блоком растяжения (осевой нагрузки); 8) управление блоком кручения; 9) экспорт измеренных величин в базу данных.

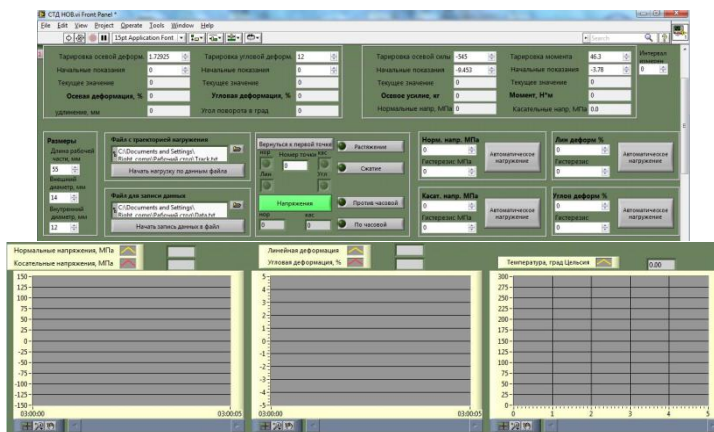


Рисунок 4 – Интерфейс программы испытаний в среде LabView

Измерительный блок содержит: динамометр измерения осевой силы и крутящего момента, датчики угловой и линейной де-

формации, термopару, модуль аналогового ввода ОВЕН МВА8, преобразователь интерфейса RS485- RS232 OWEN AC-3M. Блок управления содержит: модуль дискретного вывода МУ-110, нагревательный элемент термоциклирования и поддержания постоянной температуры, вентилятор охлаждения, мотор-редуктор нагружения осевой силой, два привода нагружения крутящим моментом (рис. 2). Все перечисленные приборы для удобства перемещения и соединения их в единую систему располагаются на отдельной стойке.

Комплекс измерительно–регистрирующей аппаратуры и аппаратуры управления УИМ СНТ предназначен для автоматизации процесса измерения и управления УИМ СНТ, позволяет проводить: 1 комбинирование растяжения (сжатия) с кручением: осуществление произвольных траекторий нагружения в пространстве напряжений при мягком режиме нагружения; 2 изучение влияния скорости деформирования на свойства материала; 3 исследование ползучести материалов; 4 изучение функционально-механических свойств материала в режиме сложного нагружения при термоциклировании. 5 измерение значений деформаций, напряжений и температуры; 6 управление блоком термоциклирования; 7 управление блоком растяжения (осевой нагрузки); 8 управление блоком кручения; 9 экспорт измеренных величин в базу данных. Измерительный блок содержит: динамометр измерения осевой силы и крутящего момента, датчики угловой и линейной деформации, термopару, модуль аналогового ввода ОВЕН МВА8, преобразователь интерфейса RS485- RS232 OWEN AC-3M. Блок управления содержит: модуль дискретного вывода МУ-110, нагревательный элемент термоциклирования и поддержания постоянной температуры, вентилятор охлаждения, мотор-редуктор нагружения осевой силой, два привода нагружения крутящим моментом. Все перечисленные приборы для удобства перемещения и соединения их в единую систему располагаются на отдельной стойке. Установка АИСМИ СТН–ЭВМ (рисунок 2) позволяет использовать как ручной, так и автоматический привод, что расширяет круг доступных задач. Модель также позволяет создавать комбинированные виды нагружений, что открывает широкие возможности при изучении поведения материала в условиях сложного нагружения.

Модернизируемый экспериментальный стенд АИСМИ СТН–ЭВМ (рис. 1) позволяет [1, 2]:

- комбинировать растяжение (сжатие) с кручением;
- комбинировать мягкий и жесткий режимы нагружения;
- исследовать ползучесть материалов;

- изучать влияние скорости деформирования на свойства материала;
- изучать функционально-механические свойства материала в режиме сложного нагружения при изменении температуры.
- реализовать трехпараметрическое воздействие на образец: осевое нагружение, кручение и температурное воздействие.

Модернизируемый стенд обеспечивает проведение опытов для простого и сложного нагружения образцов (рисунок 5), из сталей и сплавов, различных марок.

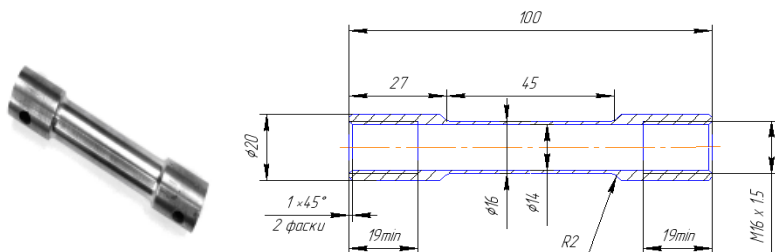


Рисунок 5 – Экспериментальный образец

На данном стенде планируется проведение ряда опытов, в результате которых будут получены диаграммы: растяжения-сжатия, сжатия-растяжения, деформация-температура, знакопеременного кручения и комбинации пассивного кручения и активного растяжения-сжатия. Это позволит выполнить главную цель научного исследования – разработать и экспериментально обосновать методы прогноза механических свойств материалов с памятью формы при простых и сложных траекториях деформирования, а также использовать их для создания эффективных приёмов решения краевых задач для расчёта напряжённо-деформированного состояния реальных конструкций и изделий, применяемых в агропромышленном комплексе.

Важно отметить, что развиваемая автоматизированная система АИСМИ СНТ-ЭВМ позволит ставить вопросы подготовки кадров высшей квалификации, организации процесса получения новых научных знаний в области механики и физики прочности интеллектуальных материалов, конструирования новых материалов и упрочняющих технологий на современном уровне развития средств накопления, обработки информации и принятия решений.

Список литературы:

1. А. А. Димов, О.С. Итченко, Д. О. Макеев, Надежда Аркадьевна Малинина. Автоматизированная информационная система механических испытаний в образовательном процессе//Электронный научный журнал "Постулат" № 5. 2017.
2. Заявка на полезную модель от № 2406015 от 14.03.2018 ОГД № 17.
3. Малинина Н.А., Малинин В.Г., Малинин В.В., Димов А.А. Структурно-аналитический подход в мезомеханике разрушения. XIII Международный научно-практический семинар XIII International Science-Practical Seminar «Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции» 30 июня-1 июля 2016 г, ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет, Россия. С. 93-101.
4. Итченко О.С., Малинина Н.А. Роль и место информационных технологий в машиностроении// Материалы всероссийской молодежной научной конференции «Современные проблемы и пути их решения в аграрном секторе экономики: взгляд молодых, ОрелГАУ. 29-31 мая, 2017 Орел. С. 471-481.
5. Малинин В.Г., Малинина Н.А., Малинин Г.В., Перельгин А.И. Исследование влияния вида напряженного состояния на эффект памяти формы методами структурно-аналитической мезомеханики// Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологий № 2 (292) 2012, изд. ФГБОУ ВПО Госуниверситет – УНПК, с. 3-9.
6. Скрипко, З. А. Изучение темы «Эффект памяти формы материалов» в педагогическом вузе: учебно-методическое пособие / З.А. Скрипко; ГОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет». – Томск: Изд-во: ТГПУ, 2010. – 40 с.
7. Лихачев, В. А. Эффект памяти формы / В. А. Лихачев, С.Л. Кузьмин, З. П. Каменцева. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. – 218 с

УДК 631.3(075.8)

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

**В.А. Тюгин, кандидат технических наук, доцент
Л.В. Лукиенко, доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический
университет имени Л.Н. Толстого», Россия, г. Тула**

**OPTIMIZATION OF COSTS IN THE FORMATION OF
THE TECHNOLOGICAL COMPLEX**

**V.A. Tjutin, candidate of technical sciences, associate professor
L.V. Lukienko, doctor of technical sciences, associate professor
Tula State Pedagogical University named by L.N. Tolstoy,
Russia, Tula**

Аннотация: вероятностный подход к оценке ожидаемой эксплуатационной надежности технологических комплексов в растениеводстве позволяет оптимизировать затраты на поддержание готовности комплекса за счет резервного фонда. В статье излагается методика оценки уровня готовности комплекса и объем резервного фонда.

Ключевые слова: вероятность, надежность, материальные затраты, резервный фонд.

Abstract: the probabilistic approach to the assessment of the expected operational reliability of technological complexes in crop production makes it possible to optimize the costs of maintaining the readiness of the complex at the expense of the reserve fund. The methodology for assessing the level of readiness of the complex and the volume of the reserve fund is described in the article.

Keywords: probability, reliability, material costs, reserve fund.

В эксплуатационном обеспечении технологических процессов в растениеводстве большое значение имеют технологические комплексы. Которые могут быть созданы на базе тракторов одного или нескольких типов для возделывания сельскохозяйственных культур, выполнения взаимосвязанных операций технологического цикла и др. Эффективность эксплуатации технологических комплексов во многом зависит от эксплуатационной надежности, способа организации работ, соответствия параметров и режимов агре-

готов, звеньев и обслуживающих подсистем условиям их функционирования [1].

Уровень надежности технологического комплекса определяется при его формировании. На этом этапе определяют структуру комплекса и затраты на его эксплуатацию. При отсутствии надежных агрегатов комплексы формируют из тех, которые есть в хозяйстве, но в этих условиях необходимо рассмотреть и сравнить между собой способы резервирования и принять наиболее приемлемый [2].

Посевной технологический комплекс СПК «Крапивинский» Тульского АПК состоит из шести звеньев: звено подготовки и транспортировки семян; звено подготовки и транспортировки удобрений; звено подготовки полей к посеву; 3 посевных звена с тракторами Беларусь-82.1, ДТ-75М и ХТЗ-150К.

Звено подготовки и транспортировки семян (рис. 1) состоит из: погрузчика зерна ЭСП-100; протравителя семян ЗАВ-20; погрузчика зерна в транспортное средство ПФ-0,75; двух транспортных средств ЗАУ-3.

Вероятность безотказной работы звена подготовки и транспортировки семян определялась по формуле (1), [2]:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

$$P_{зв} = P_1 P_2 P_3 [1 - (1 - P_4)^2] = 0,9596 \cdot 0,97108 \cdot 0,9743 \cdot [1 - (1 - 0,949)^2] = 0,905.$$

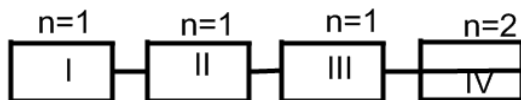


Рисунок 1 – Схема взаимодействия машин в звене подготовки и транспортировки семян:

I...IV – машины в звене; n – число машин

Звено для подготовки и транспортировки удобрений состоит из: погрузчика ПФ-0,75; двух измельчителей слежавшихся удобрений ИСУ-4А; двух транспортных средств ЗАУ-3.

Вероятность безотказной работы второго звена подготовки и транспортировки удобрений:

$$P_{зв} = P_1 \cdot [1 - (1 - P_2)^2] \cdot [1 - (1 - P_3)^2] = 0,9743 \cdot [1 - (1 - 0,955)^2] \cdot [1 - (1 - 0,949)^2] = 0,9696.$$

Звено подготовки полей состоит из: трактора Беларусь-82.1; сеялки СЗ-5,4; бороны БЗС-1 – 6 шт.

Вероятность безотказной работы третьего звена:

$$P_{эв} = P_1 P_2 P_3^4 = 0,947 \cdot 0,945 \cdot 0,994^6 = 0,863.$$

Вероятность безотказной работы первого посевного звена, состоящего из четырёх машинно-тракторных агрегатов с трактором ДТ-75М определим в соответствии с его технологической схемой взаимодействия машин (рис. 2).

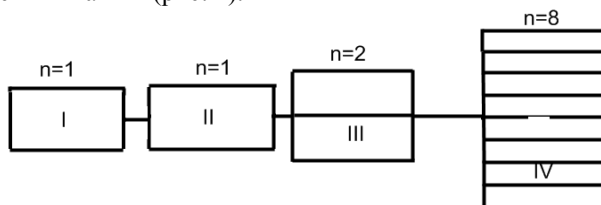


Рисунок 2 – Технологическая схема агрегата 1-го посевного звена:
I-IV – машины в агрегате; n – число машин

Каждый агрегат первого посевного звена состоит из трактора ДТ-75М, сцепки (СП-11А), сеялки (СЗУ-3,6, n=2) и бороны (БЗС-1, n=8, см. рис. 2).

Вероятности одновременной работы в звене от одного до четырёх агрегатов рассчитаем по формуле (2), [2]:

$$P_c(t) = \sum_{x=r}^n \frac{n! P_i^x (1 - P_i)^{n-x}}{x!(n-x)!},$$

$$P_1 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot 0,7874 \cdot (1 - 0,7874)^3 = 3,1496 \cdot 0,0096 = 0,030;$$

$$P_2 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} \cdot 0,7874^2 \cdot (1 - 0,7874)^2 = 3,719 \cdot 0,045 = 0,1673;$$

$$P_3 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1} \cdot 0,7874^3 \cdot (1 - 0,7874) = 1,952 \cdot 0,2126 = 0,415;$$

$$P_4 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \cdot 0,7874^4 = 0,3843.$$

Расчеты показали, что наиболее вероятно состояние первого посевного звена, когда одновременно работоспособны три или четыре агрегата.

Определим вероятность безотказной работы первого посев-ного звена:

$$P_{П.3.1} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 0,030 + 0,1673 + 0,415 + 0,3843 = 0,996.$$

Вероятность безотказной работы посевного звена № 2, состоящего из двух агрегатов с трактором ХТЗ-150К, также определим по формуле (2). Агрегат состоит из сцепки (СП-16), трех сеялок СЗУ-3,6 и бороны БЗС-1 (12 шт.), получим следующие значения вероятностей:

$$P_1 = \frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 1} \cdot 0,73 \cdot (1 - 0,73) = 0,39;$$

$$P_2 = \frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 2} \cdot 0,73^2 = 0,5329.$$

Очевидно, что вероятность безотказной работы посевного звена № 2 равна сумме вероятностей состояний:

$$P_{П.3.2} = P_1 + P_2 = 0,39 + 0,5329 = 0,92.$$

Вероятность безотказной работы посевного звена № 3 (четыре агрегата с трактором Беларусь-82.1) также определяем по формуле (2) в соответствии с его технологической схемой:

$$P_1 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot 0,8736 \cdot (1 - 0,8736)^3 = 3,49 \cdot 0,0020 = 0,007;$$

$$P_2 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} \cdot 0,8736^2 \cdot (1 - 0,8736)^2 = 4,579 \cdot 0,0159 = 0,073;$$

$$P_3 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1} \cdot 0,8736^3 \cdot (1 - 0,8736) = 2,666 \cdot 0,1264 = 0,337;$$

$$P_4 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \cdot 0,8736^4 = 0,5824.$$

Вероятность безотказной работы посевного звена № 3 равна сумме вероятностей состояний:

$$P_{П.3.3} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 0,007 + 0,073 + 0,337 + 0,5824 = 0,9994.$$

На рис. 3 в виде диаграммы представлены вероятности безотказной работы всех звеньев посевного технологического комплекса. Представленные вероятности безотказной работы звеньев очень сильно отличаются между собой, например, вероятность без-

отказной работы (0,999) третьего посевного звена (четыре агрегата на базе Беларусь-82.1) на 0,12 единиц больше вероятности безотказной работы звена подготовки полей (0,873). Данный разрыв довольно большая величина и она сказывается на значении вероятности безотказной работы всего технологического комплекса.

Посевные звенья № 1 (четыре агрегата на базе ДТ-75М) и № 3 (четыре агрегата на базе МТЗ-82.1) имеют близкие вероятности безотказной работы. Вероятность безотказной работы звена № 2 (два агрегата на базе ХТЗ-150К) на 0,065 меньше вероятности первого и третьего звеньев, что требует конкретной проработки этого вопроса с тем, чтобы добиться повышения вероятности безотказной работы второго звена – подтянуть до уровня 1 и 3 звена.

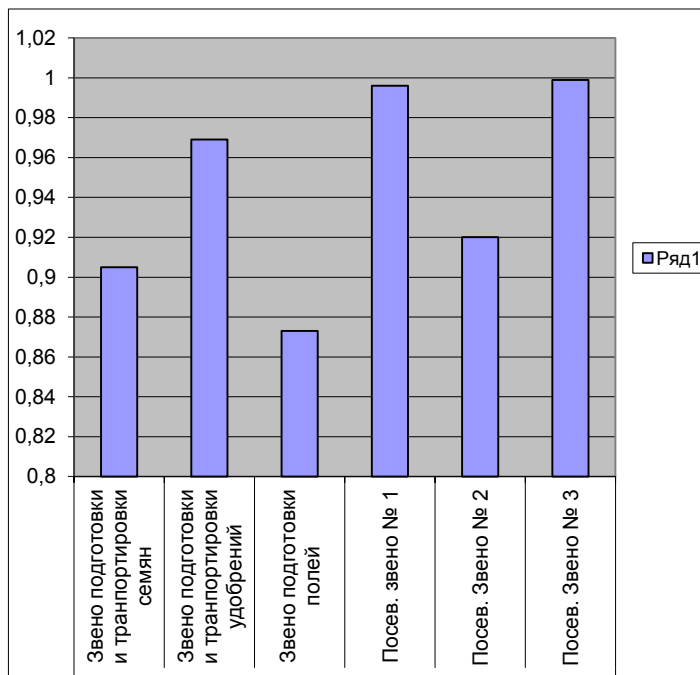


Рисунок 3 – Диаграмма вероятностей безотказной работы звеньев посевного комплекса

Вероятности безотказной работы звеньев подготовки семян, удобрений и полей очень неравномерны. Самая высокая вероятности безотказной работы у звена подготовки удобрений, самая низ-

кая у звена подготовки полей. Звено подготовки семян занимает среднее положение. В целом вероятности безотказной работы этих звеньев сильно влияют на понижение вероятности безотказной работы посевного комплекса. В первую очередь необходимо повышать вероятность безотказной работы звена подготовки полей.

Для определения вероятности безотказной работы всего посевного технологического комплекса составим структурную схему взаимодействия звеньев (рис. 4), учитывая все взаимоисключающие способы появления отказов [2].

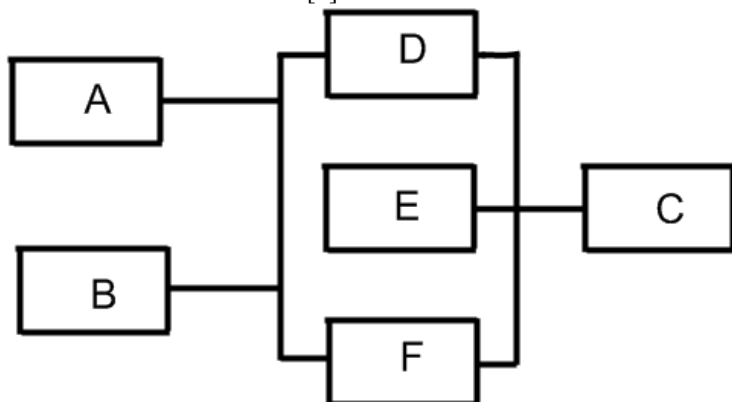


Рисунок 4 – Схема взаимодействия звеньев посевного комплекса:

A – звено подготовки и транспортировки семян; B – звено подготовки и транспортировки удобрений; C – звено подготовки полей; D, E, F – посевные звенья соответственно № 1, № 2, № 3

Рассмотрим шестиэлементную систему $A...F$ [2]. Определим A как событие, состоящее в том, что звено A работает безотказно, а \bar{A} – противоположное событие, то есть состояние отказа. Введем аналогичные определения для звеньев $B...F$. Вероятности их безотказной работы примем из ранее выполненных расчетов. Допуская независимость отказов в звеньях, вычислим вероятности для каждого способа появления отказов (см. табл. 1).

Полагая, что безотказность работы комплекса в основном определяется параллельно работающими посевными звеньями, и учитывая, что появление отказов в них – взаимно несовместные события, для получения вероятности безотказной работы всего комплекса суммируем вероятности состояний его звеньев.

$$\sum P_i = 0,8718 = 0,87.$$

Таблица 1 – Вероятности состояний безотказной работы посевного комплекса

Число отказавших звеньев	Состояние звеньев комплекса	Вероятности состояний	Произведение вероятностей
0	$A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$	0,905·0,969·0,873·0,996·0,92·0,999	0,702
1	$A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F}$	0,905·0,969·0,873·0,996·0,92·0,001	0,0007
2	$A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot \bar{E} \cdot F$	0,905·0,969·0,873·0,996·0,08·0,999	0,061
3	$A \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} \cdot E \cdot F$	0,905·0,969·0,873·0,006·0,92·0,999	0,0028
4	$A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D \cdot E \cdot F$	0,905·0,969·0,126·0,996·0,92·0,999	0,010
5	$A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$	0,095·0,030·0,873·0,996·0,92·0,999	0,0217
6	$\bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$	0,095·0,969·0,873·0,996·0,92·0,999	0,0736

Дальнейшие расчеты в таблице прекращены ввиду малости получаемых значений величин. Из таблицы 1 видно, что вероятность безотказной работы комплекса с учетом возможных отказов посевных звеньев следует ожидать на уровне 0,87. В целом полученная вероятность безотказной работы посевного технологического комплекса СПК «Крапивинский» является высоким показателем, этот показатель преобладает во многих хозяйствах Тульской области. Расчеты показали, для того, чтобы обеспечить готовность технологического комплекса на уровне $P_r=0,87$ нужны минимальные затраты 1950 руб./ч., что предполагает наличие в резерве шести полнокомплектных машин (четыре сеялки и два трактора ДТ-75М и ХТЗ-150К). Увеличение вероятности безотказной работы комплекса до $P_r=0,9$ потребует резерва в 8 машин.

Более дешевый вариант резервирование обменными агрегатами и отдельными элементами. Вопрос применения полнокомплектного или поэлементного резервирования в каждом конкретном хозяйстве должны решать главные специалисты на основании оценок ожидаемой эксплуатационной надежности технологического комплекса.

Список литературы:

1. Зангиев, А.А., Шпилько, А.В., Левшин, А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: КолосС, 2003. – 320 с.
2. Зангиев, А.А., Скороходов, А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка. – М.: КолосС, 2006. – 320 с.

СЕКЦИЯ 4
«ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В АПК»

УДК 621.311.004.12:631.171:338.436.33(470.319)

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВАХ
АПК ЛИВЕНСКОГО РАЙОНА ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Бородин, кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

QUALITY OF ELECTRICITY IN ELECTRIC APPLIANCES OF
THE AIC OF THE LIVEN DISTRICT OF THE ORLOV REGION

M.V. Borodin, candidate of technical sciences, associate Professor
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: в статье рассмотрены результаты измерения показателей качества электроэнергии в АПК Ливенского района Орловской области. Определены причины выхода показателей качества электроэнергии за пределы нормативных документов.

Ключевые слова: электроэнергия, стоимость, показатели качества электроэнергии, качество электроэнергии.

Abstract: the article discusses the results of measuring the quality indicators of electricity in the agro-industrial complex of the Livenskiy district of the Oryol region. The reasons for the output of quality indicators of electricity beyond the normative documents are determined.

Keywords: electricity, cost, quality indicators of electricity, quality of electricity.

Современное сельскохозяйственное производство требует качественного электроснабжения. Авторами [1-20] указывается, что качество электроэнергии (КЭ) является одним из показателей, непосредственно влияющих на энергоэффективность электрических сетей сельскохозяйственного назначения. В Российской Федерации существует большое количество нормативных документов, которые устанавливают требования к КЭ: ГОСТ 32144-13, ГОСТ 30804.4.30-2013, ФЗ «Об электроэнергетике», постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2009 г. № 982, статья 7 Федерального закона "О защите прав потребителей", гражд-

данский кодекс РФ статья 542, но на практике они не всегда эффективно применяются. В то же время в [5-7, 8, 21] указывается, что необходимость поддержания нормируемого КЭ энергии становится все более актуальной задачей в связи с применением современного электрического оборудования и систем автоматизации, чувствительных к отклонению каждого показателя качества электроэнергии (ПКЭ). Не соответствие КЭ нормативным документам приводит к экономическому ущербу из-за недоотпуска продукции, ее порчи, снижения производительности предприятий, простоя оборудования, увеличения электрических потерь и к другим негативным последствиям [6, 7].

Для оценки КЭ на соответствие требованиям нормативным документам в электрохозяйствах ОАО племзавод «Сергиевский», ОАО «Агрофирма Сельхозинвест», ООО «Космаковка», ООО «Пиллигрим» были произведены измерения ПКЭ. Измерение проводилось с помощью анализатора качества электроэнергии «Ресурс-UF2», период испытаний семь суток. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электроэнергии". Контрольные точки, в которых производились измерения КЭ, представлены на рисунке 1.

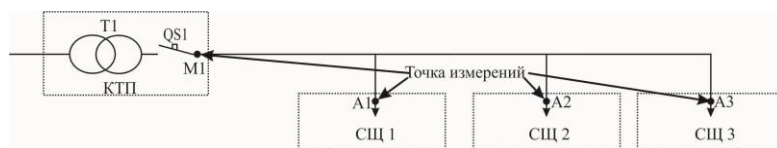


Рисунок 1 – Контрольные точки, в которых производились измерения КЭ:

GS1 – автоматический выключатель; Т1 – трансформатор 10/0,4 кВ; M1 – точка балансового разграничения потребителя и энергоснабжающей организации; А1...А3 – точка измерения силовой щит (СЩ1...СЩ2)

Произведена оценка КЭ в точках балансового разграничения потребителя и энергоснабжающей организации и силовых щитах. По результатам испытаний была произведена оценка КЭ, а её результаты представлены в таблице 1. При этом, в таблице 1 указаны только ПКЭ, которые выходили за нормативные значения.

Таблица 1 - Результаты измерений КЭ в точках балансового разграничения потребителя и энергоснабжающей организации и силовых щитах

Показатели качества электроэнергии	Количество контрольных точек, в которых КЭ не соответствует требованиям ГОСТ 32144 – 2013					
	ПКЭ в точках балансового разграничения потребителя и энергоснабжающей организации	ПКЭ в СЩ 1	ПКЭ в СЩ 2	ПКЭ в СЩ 3	ПКЭ в СЩ 4	ПКЭ в СЩ 5
1. Медленные изменения напряжения	1	1	1	1	-	-
2. Длительная доза фликера	2	2	2	-	-	-
3. Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности	4	4	4	4	4	4
4. Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности	4	4	4	3	3	2

Результаты измерений показали, что в 4 точках балансового разграничения потребителя и энергоснабжающей организации в нормальном режиме ПКЭ не соответствовали требованиям ГОСТ 32144 – 2013.

Контрольные точки, в которых ПКЭ отклонялись от нормативных показателей связано с:

- в неравномерном распределении по фазам электрических нагрузок;
- применением оборудования, искажающего ПКЭ;
- изношенностью основного электросетевого оборудования;
- значительной (выше нормативной) протяженностью электрических сетей;

Все эти причины связаны как с замедленными темпами восстановления электросетевого хозяйства АПК, а так же за счет отсутствия эффективного экономического механизма стимулирования как потребителя, так и энергоснабжающую организацию в поддержке и контроле КЭ, на уровне нормативных документов.

Список литературы:

1. Виноградов А.В., Бородин М.В. Статистическая обработка результатов измерения качества электроэнергии // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2013. № 4. С. 14-20.
2. Старцев П.В., Бородин М.В. Причины выхода показателей качества электроэнергии, за пределы, нормируемые ГОСТ 13109-97, и их влияние на электрооборудование // В сборнике: Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства. Сб. материалов к Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. 2012. С. 374-376.
3. Fangxing L., Wei Q., Hongbin S., Hui W., Jianhui W., Yan X., Zhao X., Pei Z. Smart transmission grid: vision and framework// IEEE Transactions on Smart Grid. 2010. Vol. 1. P. 168–77.
4. Астахов С.М., Щербаков А.С., Бородин М.В. Блок обработки данных системы дистанционного контроля режимов работы распределительной сети 10 кВ // В сборнике: Энергообеспечение и безопасность Сборник материалов II Международной выставки-Интернет-конференции. 2008. С. 18-21.
5. Бородин М.В., Урюпин Н.С. Обоснование энергоэффективного сечения линий электропередач при отклонениях напряжения $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ // Вестник НГИЭИ. 2018. № 2 (81). С. 20-29.
6. Бородин М.В., Виноградов А.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества // Промышленная энергетика. 2013. № 7. С. 12-16.
7. Бородин М.В., Виноградов А.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества // Техника в сельском хозяйстве. 2013. № 5. С. 17-20.
8. Виноградов А.В., Бородин М.В. Определение стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества // Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. 2012. Т. 1. С. 342-346.
9. Глыбина Ю.Н., Беликов Р.П., Фомин И.Н. Анализ видов и количества повреждений в электрических сетях класса напряжения 6-10кВ // Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 3 (16). С. 43-49.
10. Бородин М.В. Принцип корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК . 2013. № 184-1. С. 165-171.

11. Бородин М.В., Псарев А.И. Оценка фактического качества электроэнергии и анализ количества обращений по поводу несоответствия качества электроэнергии нормативным значениям // Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 4 (17). С. 54-62.

12. Бородин М.В., Зелюкин В.И. Обеспечение качества электроэнергии в системах электроснабжения// Агротехника и энергообеспечение. 2014. Т. 1. № 1. С. 440-442.

13. Бородин М.В., Шабает М.М. Сертификация качества электроэнергии// Агротехника и энергообеспечение. 2014. Т. 1. № 1. С. 466-468.

14. Виноградов А.В., Бородин М.В. Экономическая эффективность внедрения способов и средств корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 347-352.

15. Виноградов А.В., Бородин М.В., Юров Д.Ю. Перспективы развития систем учёта электроэнергии // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2012. № 2. С. 10-15.

16. Бородин М.В. Определение эксплуатационных и капитальных вложений при внедрении способов и средств корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 352-355.

17. Бородин М.В., Шабает М.М. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников сельскохозяйственного производства // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 356-360.

18. Виноградов А.В., Бородин М.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества и алгоритм её реализации // В сборнике: Moderní vymoženosti vědy – 2013 Materiály IX mezinárodní vědecko-praktická konference. 2013. С. 7-11.

19. Виноградов А.В., Бородин М.В. Методика определения стоимости электроэнергии в зависимости от ее качества // В сборнике: Особенности технического оснащения современного сель-

скохозйственного производства Сборник материалов к Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. 2012. С. 332-338.

20. Виноградов А.В., Бородин М.В. Экспертная оценка поправочных коэффициентов к стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2012. № 3. С. 14-19.

УДК 621.311.182

КОНСТРУКЦИЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА

С.В. Вендин, доктор технических наук, профессор

А.Ю. Мамонтов, аспирант

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», п. Майский,

Белгородская обл., Россия

CONSTRUCTION OF BIOGAS REACTOR

S.V. Vendin, Doctor of Technical Sciences, Professor

A.Yu. Mamontov, graduate student

Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, village Maisky, Belgorod region, Russia

Аннотация: увеличение производственных мощностей животноводческих предприятий связано с увеличением объемов животноводческого субстрата - сырья для биогазовых установок. В статье рассмотрена конструкция многокамерного биогазового реактора непрерывной загрузки сырья.

Ключевые слова: биогазовый реактор, многокамерный, система управления.

Abstract: increase of production capacities of cattle-breeding enterprises is connected with an increase in the volumes of animal and water substrate - raw materials for biogas plants. The article deals with the design of a multi-chamber bio-gas reactor for continuous feedstock loading.

Keywords: biogas reactor, multi-chamber, control system.

Животноводческий субстракт получаемый в результате производственной деятельности животноводческих предприятий является ценным продуктом, так как он может вноситься на поля в качестве удобрений или служить сырьем для получения энергоноси-

теля в биогазовых установках [1].

Традиционный биогазовый реактор представляет собой цельную емкость оснащенную системами управления процессами сбраживания. Система перемешивания применяемая в современных реакторах представляет собой электромеханическую систему, включающую балку с лопастями, электродвигатель и систему управления режимами перемешивания. В процессе сбраживания происходит перемешивание и обогрев биомассы. Необходимо отметить, что для эффективного сбраживания биомассы на ранней стадии необходимо обеспечивать интенсивное перемешивание и поддержание оптимальных температур. В этом случае предотвращается образование корки и замедляется проникновение нежелательных бактерий непосредственно в субстрат. В то же время на поздней стадии необходимо снизить интенсивность перемешивания, так как снижается выход биогаза. Кроме того, отсутствие контроля и управления процессом увеличивает затраты энергоресурсов. Повысить эффективность выхода биогаза и уменьшить затраты энергоресурсов можно за счет автоматизированной работы с применением микропроцессорных средств, интегрированных в работу реактора. Применение микропроцессорных средств обеспечивает также контроль над технологическим процессом. Поэтому для биогазовых реакторов актуальными являются вопросы разработки микропроцессорных систем управления режимами перемешивания и обогрева субстрата.

Основным производителем оборудования для биогазовых реакторов является компания Farmatic, которая предлагает стальные однокамерные цельные реакторы с 1 электроприводом и 1 парой лопастей-мешалок. Недостатком этого оборудования является отсутствие деления емкости на отдельные камеры. Это снижает эффективность сбраживания субстрата. Кроме того, наличие всего одной пары лопастей-мешалок ведет к образованию корок в субстрате и низкому выходу биогаза, а для обогрева биомассы предусмотрена всего одна позиция на всю емкость, из-за чего некоторая часть биомассы излишне нагревается, а некоторая не достигает нужной температуры. В реакторах Farmatic при проведении регламентных работ необходимо остановить процесс сбраживания.

Ниже на рисунке 1 представлена разработанная в Белгородском ГАУ конструкция многокамерного реактора непрерывной загрузки сырья [2-5]. Биогазовый реактор представляет собой несущую конструкцию, электромеханическую систему с горизонтальным расположением лопастей мешалок и систему управления

режимами работы. Система управления включает в себя датчики контроля, исполняющие реле и головной микропроцессор. Датчики контроля монтируются в разных камерах биогазового реактора.

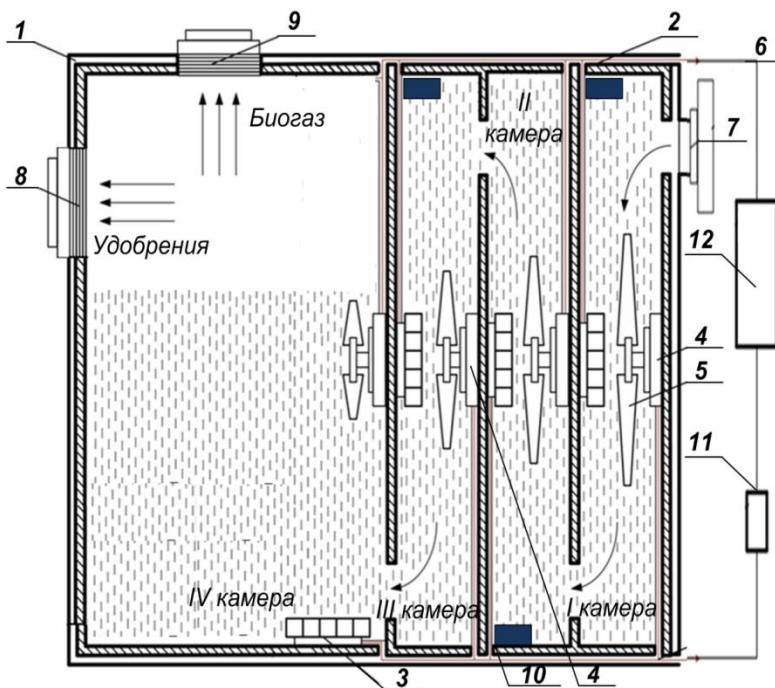


Рисунок 1 – Многокамерный биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья с предложенной системой управления режимами работы электрооборудования:

1 – емкость реактора; 2 – теплоизоляционная защита;
 3 – устройство обогрева; 4 – двигатель лопастей-мешалок;
 5 – двухлопастная мешалка; 6 – силовые и информационные кабели; 7 – насос для закачки биомассы; 8 – насос для откачки удобрений; 9 – компрессор для откачки биогаза; 10 – датчик температуры; 11 – реле; 12 – система управления режимами работы

Важным моментом является также то, что многокамерность конструкции позволяет задействовать не все объемы одновременно, а отдельные камеры. При этом появляется возможность проведения текущего ремонта и технического обслуживания в отдельных каме-

рах без полной остановки реактора. Кроме того, система управления интегрируется в комплекс переработки отходов, включая подачу и подготовку сырья, производство биогаза и его откачку в газгольдер. Конструкция реактора позволяет в каждой камере задать определенные температурные и перемешивающие режимы. Поэтому выгодно отличается от решений главных потенциальных конкурентов - фирмы Farmatic.

Выводы

Предлагаемые конструкция биогазового реактора и система управления электрооборудованием в отличие от известных технических решений имеют ряд преимуществ и позволяют осуществлять непрерывность получения биогаза. Система управления обеспечивает поддержание режимов сбраживания во всем рабочем объеме реактора. Важным моментом является также, что многокамерность конструкции позволяет задействовать не все объемы одновременно, а отдельные камеры. При этом появляется возможность проведения текущего ремонта и технического обслуживания в отдельных камерах без полной остановки реактора.

Список литературы:

1. Сельскохозяйственная биотехнология. Учебное пособие [Текст] / Ж.М. Яхтанигова, Л.А. Манохина, Е.Г. Федорчук, И.А. Навальнева, И.В. Мирошниченко. – Белгород: изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 172 с.
2. Пат. 171741 Российская Федерация, МПК-2016.01 C02F11/04. Многокамерный биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья: [Текст] / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, Н.О. Шаршуков, А.В. Каплин: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет» №2017100834, 20.03.2013, заявл. 10.01.2017, опубл. 14.06.2017.
3. Вендин, С.В. Программа расчета геометрических и конструкционных параметров биогазового реактора [Текст] / Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Каплин А.В. // Промышленная энергетика – 2017. – №3. – С. 51-55.
4. Вендин, С.В. Электрооборудование биогазового реактора [Текст] / Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. // Сельский механизатор – 2017. – № 5. – С. 26-27.
5. Вендин, С.В. Расчет мощности дополнительных источников теплоты для подогрева биомассы в биогазовом реакторе [Текст]

РАСЧЁТ ПРОЧНОСТИ САМОЛЁТОВ

**И.Л. Волкова, старший преподаватель
Н.Д. Шманев, Р.А. Ноздрачев
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

CALCULATION OF AIRCRAFT STRENGTH

**I.L. Volkova, senior teacher
N.D. Shmanev, R.A. Nozdrachev
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: авиастроение – это уже неотъемлемая часть жизни человека. На людях, которые трудятся в данной отрасли, лежит огромная ответственность. Поэтому любая ошибка в расчётах может стоить человеческой жизни.

Ключевые слова: самолёт, авиация, наука, сопромат, фюзеляж.

Abstract: abstract: aircraft Construction is an integral part of human life. People who work in this industry have a huge responsibility. Therefore, any mistake in the calculations can cost a human life.

Keywords: aircraft, aviation, science, sopromat, fuselage.

Самолёты – это транспортное средство, без которого невозможно представить современную жизнь человека. Они выполняют множество различных функций: транспортировку грузов и пассажиров, функции разведки, военные функции. И, несомненно, для всего этого требуется огромная прочность.

Все авиасуда рассчитываются с точки зрения сопромата. Их фюзеляжи должны выдерживать колоссальные нагрузки, как статические, так и динамические. Поэтому перед конструкторами лежит непростая задача – рассчитать правильную аэродинамическую форму самолёта, рассчитать и предусмотреть все нагрузки, которые судно будет испытывать в воздухе, спроектировать двигатели, для обеспечения максимальной допустимой скорости самолёта.

Существуют самолёты гражданской и военной авиации. У гражданской в приоритете максимальное количество посадочных мест или высокая грузоподъёмность. В военной же авиации кроме представленных выше требований существует ещё ряд дополнительных задач: одни самолёты должны иметь колоссальную грузоподъёмность, другие же должны развивать огромную скорость (несколько скоростей света, или как говорят несколько махов), а некоторые должны перевозить с собой десант и технику.

Итак, фюзеляж испытывает разные типы деформации: продольное растяжение и сжатие, поперечный изгиб, кручение. Поэтому конструктора делают всё возможное, чтобы снизить напряжения в различных частях самолёта и увеличить срок службы машины. Срок службы гражданских судов около 15 лет. Многие составляющие самолёта служат этот срок от начала и до конца, а некоторые требуют замены по ходу эксплуатации.

При всём этом любая ошибка инженера может стоить человеческих жизней. На этих людях лежит огромная ответственность. Поэтому все прототипы проходят обязательные испытания, которые проходят в течение длительного времени, чтобы выявить все возможные недостатки машины.

Из вышесказанного можно сделать определённый вывод: без сопротивления материалов невозможны практически все инженерные конструкции, которые существуют в настоящее время. Особенно на этом фоне выделяется авиационная промышленность, которую невозможно представить без сопромата.

Список литературы:

1. Ю. Л. Тарасов «Прочность конструкций самолётов», 2012
2. Белов С. В., Гордиенко А. В., Проскурин В. Д. «Аэродинамика и динамика полета», 2014.
3. Павленко Т.Г. Современные наноматериалы: типы, свойства, области применения [Электронный ресурс]/Павленко Т.Г.// В сборнике: Сборник научных статей 6-й международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2016. С. 151-155.
4. Каширин В.А. История создания газотурбинного двигателя [Электронный ресурс]/Каширин В.А., Павленко Т.Г.// В сборнике: сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2017. С. 14-20.

5. Мурзенков В.Н. Материалы в космической технике [Электронный ресурс] /Мурзенков В.Н., Павленко Т.Г.// В сборнике: Сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2014-2015 г 2015. С. 234-237.

6. Михейкин А.П. Космический лифт [Электронный ресурс]/ Михейкин А.П., Павленко Т.Г. //В сборнике: Сборник материалов по результатам конференций, прошедших в рамках Недели науки - 2010 Орел, 2010. С. 154-161.

7. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс]/ Горбатенко А.И. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной научно-практической конференции. С. 439-447.Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2017.

УДК 631.8

К ВОПРОСУ О ХИМИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

**М.В. Воронкова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

TO THE QUESTION OF CHEMISTRY OF CROP PRODUCTION

**M. V. Voronkova, candidate of agricultural Sciences,
associate Professor**

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье рассмотрена классификация удобрений и их влияние на рост и развитие растений.

Ключевые слова: химизация, сельское хозяйство, удобрения, растения.

Abstract: the article considers the classification of fertilizers and their influence on the growth and development of plants.

Keywords: the use of chemicals, agriculture, fertilizers, plants.

Химизация растениеводства- одно из направлений научно-технического прогресса, основанное на широком применении химических веществ, процессов и методов в растениеводстве [3].

Одним из направлений химизации растениеводства является производство удобрений.

Удобрения – это вещества, содержащие элементы, необходимые для питания растений или регулирования свойств почвы. В конечном итоге удобрения – это вещества, назначение которых – повысить урожайность с обрабатываемого поля посредством улучшения питания растений.

Все удобрения, производимые химической промышленностью можно классифицировать по происхождению:

- минеральные, к которым относятся неорганические вещества, полученные в процессе обработки неорганического сырья. По составу минеральные удобрения делятся на калийные, фосфорные, азотные, а также микроудобрения, к которым относятся молибденовые, борные и т.д. Попадая в почву, минеральные удобрения оказывают влияние на растворимость питательных веществ, их способность к передвижению в почве и доступность для усваивания растениями, придавая последним здоровый вид;

- органические – это удобрения, содержащие элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений. К ним относят торф, навоз, пищевые отходы, жмых, сераделла, люпин и фекалии. В этих веществах находятся питательные элементы животного и растительного происхождения. Органические удобрения, попадая в почву, подвергаются обработке микроорганизмами, т.е. микроорганизмы готовят пищу для растений! При чем, в такой форме, в которой растение сможет ее поглощать;

- органоминеральные, содержащие в своем составе минеральные и органические вещества. Удобрения этого вида получают путем обработки органических веществ фосфорной кислотой или аммиаком, или путем смешивания органических удобрений, например, торфа, с минеральными удобрениями;

- бактериальные – это микробиологические инокулянты. Они способны значительно улучшить питание всех растений. В их составе нет питательных компонентов. Попадая в почву, эти вещества способствует увеличению биохимических процессов. Самыми распространенными бактериальными удобрениями являются: нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин и другие [2].

Все удобрения, используемые в сельском хозяйстве, подразделяются по агрегатному состоянию на твердые, жидкие и суспензированные, а по агрохимическому действию – на прямые, косвенные или регулирующие рост растений.

Прямые удобрения призваны обеспечить непосредственное питание растений различными элементами и микроэлементами, и подразделяются: на простые (азотные – аммонийные, аммиачные, амидные, нитратные, и их сочетания; фосфорные – водорастворимые и нерастворимые в воде, но растворимые в растворе лимонной кислоты, а также труднорастворимые; калийные – сырые соли и концентрированные удобрения; микроудобрения – технические смеси, в которых содержатся микроэлементы), и комплексные удобрения. Косвенные удобрения используются для улучшения условий использования удобрений и применяются в виде физического, химического или микробиологического воздействия на почву [1].

Таким образом, производство удобрений призвано обеспечить рост производства, улучшить качество и увеличить срок хранения продукции, обеспечить экологические требования в сельском хозяйстве и повысить эффективность растениеводства.

Список литературы:

1. Гайсин, И. А. Ассортимент удобрений и элементный состав сельскохозяйственной продукции / И. А. Гайсин // Достижение науки и техники АПК. - 2011. - №12. – С. 13-15.
2. Ефимов, В. Н. Система удобрений: учебник / В. Н. Ефимов, И. Н. Донских, В. П. Царенко. - М.: КолосС, 2002. - 320 с.
3. <http://5terka.com/node/11195> (дата обращения 28.05.2018).

УДК 636.034:577.1

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПОЛ-АОЗ КАК ФАКТОР РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В МОЛОЧНОМ СКОВОДСТВЕ

**Н.В. Ермакова, кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

CONDITION MONITORING SYSTEM OF POL-AOP AS A FACTOR IN RESOURCE SAVING IN DAIRY CATTLE

**N. V. Ermakova, candidate of biological Sciences,
associate Professor**

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в условиях

Abstract: in the conditions

современного промышленного ведения молочного скотоводства резко возрастает стрессовая нагрузка на животных, что проявляется нарушением равновесия в системе ПОЛ-АОЗ и сопровождается падением продуктивности и выбраковкой коров. О необходимости биохимического контроля над состоянием прооксидантно-антиоксидантного равновесия и методах его коррекции пойдет речь в данной статье.

Ключевые слова: скотоводство, коровы, перекисное окисление липидов, антиоксидантная защита, антиоксиданты.

of modern industrial management of dairy cattle sharply increases the stress load on animals, which is manifested by the imbalance in the system of POL-AOP and is accompanied by a drop in productivity and culling cows. The need for biochemical control over the state of prooxidant-antioxidant balance and methods of its correction will be discussed in this article.

Keywords: cattle breeding, cows, lipid peroxidation, antioxidant protection, antioxidants.

Молочное скотоводство – одна из наиболее ресурсоемких отраслей сельского хозяйства и ресурсосберегающие мероприятия в этом секторе экономики направлены в первую очередь на максимальное увеличение продуктивности животных при уменьшении затрат на производство. В этом плане биохимический контроль над состоянием здоровья коров, направленный на своевременную профилактику и выявление патологий различного генеза, играет важную роль в повышении рентабельности производства молока.

Сельскохозяйственные животные постоянно находятся под воздействием различных факторов окружающей среды и вынуждены приспосабливаться к ним. К физиологическим стрессорам относятся такие воздействия внешней среды, которые не наносят вреда организму и являются для него обычными, постоянно действующими. Будучи незначительными или непродолжительными, они заканчиваются адаптацией и выступают в качестве тренирующего фактора, способствующего повышению устойчивости организма, укреплению здоровья. Однако в практике промышленного ведения молочного скотоводства на животных зачастую действуют чрезвычайные, экстремальные раздражители. К ним можно отнести непрерывно меняющийся по структуре и физико-химическим свойствам и часто несбалансированный рацион, процесс машинного доения, нарушение параметров микроклимата (неудовлетворитель-

ный температурно-влажностный режим, высокие концентрации вредных газов, недостаточная освещенность, шум, вибрации), высокая плотность постановки, недостаток движения (гиподинамия, гипокинезия) и т.д. Они ставят под угрозу стабильность и взаимную согласованность всех систем организма, приводят к нарушению обмена веществ, снижению резистентности и воспроизводительной функции животных [1]. Как результат - ранний износ организма с последующей выбраковкой животных, а также снижение продуктивности и качества молока.

При стрессовых нагрузках на фоне преобладающей секреции метаболических гормонов в ущерб гонадотропным, складываются неблагоприятные условия для развития молочной железы и её секреторной деятельности [2]. Угнетение выработки пролактина, отвечающего за процесс молокообразования, способствует снижению молочной продуктивности животных. Установлено, что гормон задней доли гипофиза окситоцин обладает усиливающим действием по отношению к пролактину. При этом антагонистом окситоцина является адреналин, в больших количествах выделяющийся при стрессе. Антагонистическое действие адреналина препятствует полному проявлению стимулирующего действия пролактина на молокообразование.

Кроме этого, катехоламины обладают способностью вызывать сокращение капилляров, в том числе и в молочной железе. Вследствие этого нарушается непрерывное поступление молокообразующих компонентов, а также ферментов, необходимых для синтеза молока.

Снижению молочной продуктивности также способствует активация катаболических процессов, которые направлены на мобилизацию энергетических ресурсов организма для преодоления стрессовой нагрузки. В условиях стресса процесс молокообразования представляется менее важным и даже нежелательным процессом, а снижение молочной продуктивности может рассматриваться как защитная мера организма.

Молоко, полученное от стрессированных животных, в большом количестве содержит соматические клетки, число которых может достигать 5 млн. в 1 см³. Молоко с повышенным содержанием соматических клеток (более 500 тыс.) считается аномальным.

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) - цепной свободно-радикальный процесс, инициация которого происходит при наличии активных форм кислорода (АФК), высвобождающихся в большом количестве при действии на организм различных стресс-

факторов, связанных с не физиологичными условиями содержания и кормления крупного рогатого скота в условиях промышленного скотоводства. К основным метаболитам ПОЛ относятся малоновый диальдегид (МДА), кетодиены (КД) и диеновые конъюгаты (ДК). Все продукты ПОЛ обладают ярко выраженной цитотоксичностью и мутагенностью, и их накопление в избыточных количествах неблагоприятно сказывается на здоровье и продуктивности коров.

Интенсификация процессов пероксидации при стрессе неизменно влечет за собой усиление работы системы антиоксидантной защиты (АОЗ) организма, которая представлена большим набором представлена набором антиоксидантов (АО) - соединений, обладающих способностью уменьшать или предотвращать свободнорадикальное окисление органических веществ кислородом [3]. К важнейшим антиоксидантам относятся β -каротин, витамины Е, А, С, а также ферменты каталаза, пероксидаза, церулоплазмин, трансферрин, селенопротеиды. Увеличение их концентраций может свидетельствовать о начальном ответе на развивающийся окислительный стресс, сопровождающийся мобилизацией антиоксидантной системы и повышением содержания отдельных антиоксидантов. В условиях продолжительного стресса происходит истощение системы АОЗ на фоне нарастающей интенсификации процессов ПОЛ, и нарушение этого баланса сопровождается возникновением у животных патологической антиоксидантной недостаточности.

В связи с этим контроль над состоянием равновесия в системе ПОЛ-АОЗ, выражающийся в определении в крови коров уровня не только метаболитов перекисного окисления липидов, но и антиоксидантов, представляется необходимым и актуальным. В настоящее время для этого разработано большое количество химических и инструментальных методов анализа.

Таким образом, раннее выявление дисбаланса между содержанием про- и антиоксидантов с последующим использованием широкого арсенала средств антиоксидантной терапии, позволит сохранить здоровье животных и повысить их продуктивность, что, безусловно, положительно скажется на повышении рентабельности всего агропромышленного комплекса.

Список литературы:

1. Фурдуй, Ф.И. Состояние и перспективы исследований проблемы стресса и адаптации в промышленном животноводстве [Текст] / Ф.И.Фурдуй // Сельскохозяйственная биология. - 1990. - № 2. - С. 11-21.

2. Преображенский, О.Н. Влияние стрессов на половую систему и молочную железу домашних животных [Текст] / О.Н.Преображенский, С.Н. Преображенский // Ветеринария с.-х. животных. - 2006. - № 9. - С. 54-58.

3. Меньщикова, Е.Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов [Текст] / Е.Б.Меньщикова, Н.К.Зенков // Успехи соврем. биологии. - 1993. - Т.113. - № 4. - С. 442-455.

УДК 631

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Л.Н. Илюшина, аспирант
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

USE OF PESTICIDES IN AGRICULTURE

L.N. Pyushina, Postgraduate
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: в статье рассмотрена классификация пестицидов.

Ключевые слова: химизация, сельское хозяйство, пестициды, растения.

Abstract: the article considers the classification of pesticides.

Keywords: the use of chemicals, agriculture, pesticides, plants.

Химизация сельского хозяйства - это использование химической продукции в сельскохозяйственном производстве, это одно из главных направлений научно-технического прогресса. Современное сельское хозяйство не может существовать и развиваться, не используя всесторонне продукцию химической промышленности.

Особое место в химизации сельского хозяйства занимают пестициды, играющие важную роль в защите растений от вредителей и болезней [3].

Существует несколько различных классификаций пестицидов. Среди них можно выделить классификацию по объектам при-

менения, по способам проникновения и характеру воздействия на вредные организмы, по химическому составу.

В зависимости от объектов и направления использования пестициды разделяют на следующие группы:

1) Фунгициды (fungus – гриб) – для борьбы с грибными заболеваниями: ТМТД - применяется в борьбе с грибами, вызывающими плесневение семян, а также с головневыми заболеваниями зерновых культур, корневыми гнилями; Витавакс – применяется против головневых заболеваний, корневых гнилей, ризоктониоза картофеля; Гексатиурам – для защиты пшеницы от твёрдой головки, корневых гнилей и плесневения семян другие.

2) Бактерициды – для борьбы с бактериями.

3) Нематициды (nematodes - круглые черви, фитогельменты) – для борьбы с вредными нематодами.

4) Гербициды – для уничтожения нежелательной травянистой (сорной, ядовитой) растительности.

5) Акарициды – для борьбы с клещами.

6) Инсектициды – для борьбы с вредными насекомыми.

Существуют также инсектоакарициды – для защиты растений одновременно от вредных насекомых и клещей [4].

В зависимости от объектов, против которых они применяются, выделяются также следующие группы пестицидов:

7) Арборициды – для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

8) Хемостериленты – для половой стерилизации насекомых.

9) Десиканты – химические препараты, предназначенные для предуборочного подсушивания культурных растений на корню.

10) Дефолианты – химические препараты, вызывающие у обработанных ими растений опадение листьев, что благоприятствует механизации уборки сельскохозяйственных культур.

Наиболее широко дефолианты и десиканты применяют при уборке клевера на семена и семенного картофеля (а также при уборке на семена люцерны, бобов, редиса, подсолнечника и других культур).

11) Ретарданты – препараты, снижающие темпы роста растений, что приводит к укорачиванию стеблей и побегов.

К ним относятся: кампозан, гумат натрия, гетероауксин, гиббереллин и др.

Акарициды и инсектициды подразделяют также в зависимости от фазы развития вредного организма, против которой они применяются:

- а) овициды – для уничтожения яиц;
- б) ларвициды – препарат для уничтожения личинок;
- в) имагоциды – препарат для борьбы со взрослыми насекомыми.

Классификация по объектам применения в известной степени условна. Так как многие пестициды обладают универсальностью действия и поражают как насекомых, так и личинок и клещей. Например, метатион и карбофос являются и инсектицидами, и акарицидами.

Многие гербициды при увеличении доз могут уничтожить древесно-кустарниковую растительность, то есть относиться к арборицидам.

По способу проникновения в организм и характеру действия пестициды подразделяют на две большие группы:

- а) контактного действия;
- б) системного действия.

К контактными относят химические вещества, вызывающие гибель или подавление вредных организмов при контакте с ними.

Системные пестициды способны проникать в растения, перемещаться в их тканях и вызывать гибель вредного организма (сорного растения, возбудителя болезни, вредителя) в результате питания.

По химическому составу выделяют три основные группы пестицидов:

1. Неорганические соединения (соединения ртути, фтора, бария, серы, меди, а также хлораты и бораты).
2. Препараты растительного, бактериального и грибного происхождения (пиретрины, бактериальные и грибные препараты, антибиотики и фитонциды).
3. Органические соединения – наиболее обширная группа, к которой относятся пестициды высокой физиологической активности [1].

Однако пестициды обладают токсическим действием для человека и животных и способны вызвать хроническую интоксикацию значительных контингентов. Установлено, что пищевой путь поступления пестицидов в организм человека является основным. В связи с этим в задачу гигиены питания входят изучение и разработка мероприятий по защите продуктов растительного и особенно животного происхождения от загрязнения пестицидами, а также профилактика хронической интоксикации и других видов неблагоприятного воздействия пестицидов на здоровье населения. В связи

с этим действует санитарное законодательство по регламентации и контролю за использованием пестицидов [2].

Список литературы:

1. Пестициды в сельском хозяйстве [Текст] / А. Г. Лагунов. – М.: Агропромиздат, 1985 – 142 с.
2. Последствие пестицидов на растительные и животные организмы [Текст] / В. В. Курдюков. – М. : Колос, 1982 – 128 с.
3. <https://yunc.org>.
4. <https://studfiles.net/>.

УДК 631.363.21

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА МОЛОТКОВЫМИ И ДИСКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Л.А. Лопатин, аспирант

ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Киров

COMPARATIVE STUDIES OF THE PROCESS OF GRINDING GRAIN BY HAMMERS AND DISK WORKING BODIES

L.A. Lopatin, postgraduate student

Vyatka state agricultural academy, Russia, Kirov

Аннотация: проведены сравнительные исследования дробилки с жестко закрепленными ударными элементами и шарнирными молотками на основные показатели рабочего процесса измельчения. Выявлена эффективность работы молотковых рабочих органов по сравнению с дисковыми.

Ключевые слова: измельчение, дробилка, рабочие органы, энергозатраты, гранулометрическая характеристика.

Abstract: the comparative studies of the crusher with rigidly fixed impact elements and hinged hammers on the main indicators of the working process of grinding are carried out. Revealed the efficiency of hammer of the working bodies compared to the disc.

Keywords: grinding, crusher, working bodies, energy consumption, granulometric characteristics.

Измельчение является основной из наиболее распространенных операций технологических процессов во многих отраслях промышленности. Высокая энергоемкость измельчения предопределяет повышение его эффективности совершенствованием технологии и технических средств.

Наибольшее распространение для процесса измельчения получили технологические средства ударно-стирающего принципа действия, среди которых значительную часть составляют роторные и молотковые дробилки, имеющие в своем составе либо жестко закрепленные, либо шарнирные рабочие элементы ударного действия. Среди исследователей нет единого мнения относительно преимущества того или иного рабочего органа.

Авторами исследований [2] делается вывод, что дробилки с жестким креплением рабочих элементов являются более энергоэффективными по сравнению с шарнирным креплением молотков за счет большей скорости соударения с материалом и большей скорости отлета частицы после удара.

В работе [1] авторами представлены результаты исследований процесса измельчения зерна жестко закрепленными на барабане ударными элементами и делается вывод о более эффективном использовании данных элементов по сравнению с шарнирно установленными молотками.

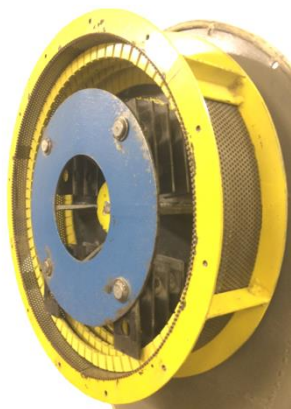
Поэтому представляет интерес проведения сравнительных исследований дробилки с жестко закрепленными ударными элементами и шарнирными молотками на основные показатели рабочего процесса измельчения. С этой целью реализованы два эксперимента по матрице плана 2^4 . В качестве измельчаемого материала использовали ячмень с эквивалентным диаметром зерновки 4,57 мм и влажностью 14%. Изучали влияние конструктивных и технологических факторов: x_1 – скорость рабочих органов V (интервал варьирования 60 и 74 м/с); x_2 – ширина кольцевых дек $b=R-r$ (20 и 40 мм); x_3 – ширина пазов кольцевых дек t (2,5 и 4 мм); x_4 – диаметр отверстий решета d (3 и 4 мм).

Для оценки эффективности работы экспериментальной установки использовали критерии оптимизации, характеризующие энергоемкость процесса измельчения и качество готового продукта: y_1 – удельные энергозатраты E , кВт·ч/(т·ед.ст.изм.); y_2 – коэффициент вариации размеров частиц готового продукта v , %.

В первой серии опытов исследовали рабочий процесс дробилки с молотковым ротором (рисунок 1, а) и кольцевыми деками, установленными в межмолотковом пространстве [3]. Активными

рабочими органами дробильной камеры являлись молотки в количестве 16 штук (рисунок 2, *а*).

Во второй серии опытов проводились исследования дробилки с активными рабочими органами (рисунок 1, *б*), жестко закрепленными на дисках в виде лопаток шириной 25 мм и высотой 30 мм (рисунок 2, *б*), общее количество которых на двух дисках составило 72 штуки. В междисковом пространстве также монтировались кольцевые деки.



а



б

Рисунок 1 – Дробильная камера экспериментальной установки с рабочими органами:

а – шарнирно повешенными молотками;

б – жестко закрепленными лопатками



а



б

Рисунок 2 – Активные рабочие органы дробилки:
а – с шарнирными молотками; *б* – с жестко закрепленными ударными элементами

Матрица плана эксперимента и результаты опытов, рассчитанные по трехкратной повторности, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица плана 2^4 и результаты экспериментальных исследований

Обозначения	Факторы				Критерии оптимизации			
	x_1	x_2	x_3	x_4	y_1		y_2	
Уровни факторов	Скорость рабочих органов V , м/с	Ширина дек b , мм	Ширина пазов дек t , мм	Диаметр отверстий решета d , мм	Удельные энергозатраты E , кВт·ч/ (т·ед.ст.изм.)		Коэффициент вариации размеров частиц ν , %	
(+1)	74	40	4,0	4,0				
(-1)	60	20	2,5	3,0	E_1	E_2	ν_1	ν_2
Опыт 1	-1	-1	-1	-1	2,12	2,99	65,8	64,7
2	+1	-1	-1	-1	1,74	2,20	67,6	77,3
3	-1	+1	-1	-1	2,34	3,13	61,1	61,4
4	+1	+1	-1	-1	1,76	2,43	66,7	77,0
5	-1	-1	+1	-1	2,21	3,14	64,9	65,6
6	+1	-1	+1	-1	1,61	2,63	74,1	71,8
7	-1	+1	+1	-1	2,12	3,26	65,8	65,1
8	+1	+1	+1	-1	1,60	2,68	75,1	70,2
9	-1	-1	-1	+1	1,96	2,16	57,2	58,3
10	+1	-1	-1	+1	1,72	1,67	56,2	68,1
11	-1	+1	-1	+1	2,17	2,45	60,7	59,4
12	+1	+1	-1	+1	1,48	1,85	54,6	65,7
13	-1	-1	+1	+1	1,94	2,05	57,5	60,9
14	+1	-1	+1	+1	1,58	1,74	59,9	62,6
15	-1	+1	+1	+1	2,12	2,26	58,1	63,7
16	+1	+1	+1	+1	1,74	2,03	55,6	61,5

По результатам опытов рассчитаны коэффициенты регрессии, а также получены математические модели зависимости критериев оптимизации от исследуемых факторов:

$$E_1 = 1,888 - 0,234x_1 + 0,028x_2 - 0,024x_3 - 0,049x_4 - 0,036x_1x_2 + 0,026x_1x_4 + 0,029x_3x_4; \quad (1)$$

$$E_2 = 2,416 - 0,264x_1 + 0,095x_2 - 0,058x_3 - 0,390x_4 + 0,060x_1x_3 + 0,059x_1x_4 - 0,064x_3x_4; \quad (2)$$

$$\nu_1 = 62,56 + 1,16x_1 - 0,34x_2 + 1,32x_3 - 5,08x_4 - 0,38x_1x_2 + 1,13x_1x_3 - 2,08x_1x_4 - 1,01x_3x_4; \quad (3)$$

$$\nu_2 = 65,83 + 3,45x_1 - 0,33x_2 - 0,66x_3 - 3,31x_4 - 2,09x_1x_3 - 1,49x_1x_4 + 0,37x_2x_4. \quad (4)$$

Наиболее существенное влияние на процесс измельчения оказывают скорость рабочих органов (x_1) и диаметр отверстий решета (x_4).

Гранулометрический состав (рисунок 3) готового продукта показывает, что при измельчении молотковыми рабочими органами диаметр отверстий решета влияет в большей степени.

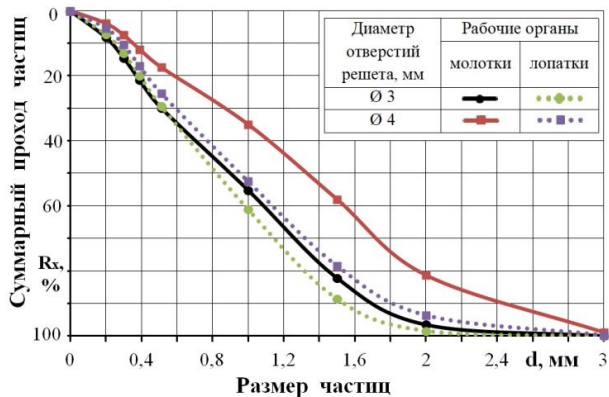


Рисунок 3 – Гранулометрическая характеристика дерги при измельчении молотковым и дисковым рабочими органами дробилки

Анализ полученных результатов свидетельствует, что удельные энергозатраты дробилки с молотковым рабочим органом при измельчении зерна в среднем ниже на 22%, полученный при этом готовый продукт имеет более выровненный гранулометрический состав, соответствующий требованиям ГОСТ для всех групп животных и птицы.

Список литературы:

1. Акименко, А.В. Совершенствование процесса измельчения фуражного зерна [Текст] / А.В. Акименко, А.А. Сундеев, В.В. Воронин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. Воронеж, 2010. – № 2. – С.30-34.
2. Власенко, Д.А. Энергозатраты ударных дробилок с жестким и шарнирным креплением бил к ротору [Текст]/ Д.А. Власенко, О.И. Павлиненко, Э.П. Левченко // Вестник донецкого национального технического университета. Донецк, 2016. – С. 21-26.
3. Пат. РФ № 2614990. Молотковая дробилка / Баранов Н.Ф., Лопатин Л.А. – Опубл. 03.04.2017; Бюл. № 10.

УДК 637.116

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЯ, РАЗВИВАЕМОГО СОСКОМ
ВЫМЕНИ КОРОВЫ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕГО ДИАМЕТРА**

А.Н. Макаренко, кандидат технических наук, доцент,

И.В. Мартынова, ассистент

**ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный
университет имени В.Я. Горина», Россия, Белгородская обл.,
п. Майский**

**INVESTIGATION OF THE EFFECT DEVELOPED BY THE
CROWN'S CROSSING NOSE WHEN CHANGING ITS
DIAMETER**

**Ah. Makarenko, candidate of technical Sciences,
associate Professor,**

I. V. Martynova, assistant

**Belgorod state agrarian University named after V.Ya. Gorin,
Russia, Belgorod region., p. Mayskiy**

Аннотация: в статье представлено описание устройства и результаты испытаний усилия, оказываемого соском при изменении его диаметра.

Ключевые слова: усилие, диаметр, сосок вымени, вакуум.

Abstract: the article presents the description of the device and the test results of the efforts exerted by the nipple while changing the diameter.

Keywords: stress, diameter, nipple, udder, vacuum.

Специалистам в области машинного доения коров известно, что слабое место серийно выпускаемых доильных аппаратов – их сосковая резина, изменение механических характеристик которой ведет к нарушению, а иногда и к полному прекращению процесса извлечения молока. Наползание доильных стаканов на соски вымени, что приводит к перекрытию канала между цистерной вымени и полостью соска и, как следствие, к холостому доению. Отрицательно влияют на доение и ударные воздействия на соски, возникающие в результате цикловых пульсаций сосковой резины. Для исключения этих недостатков разработан доильный аппарат, включающий однокамерные доильные стаканы с пневмоклапанами, обеспечивающими периодический выпуск атмосферного воздуха в подсосковую камеру, двухполупериодный пульсатор и коллектор с

двумя регуляторами вакуума, каждый из которых объединяет два диаметрально противоположных доильных стакана [1, 2, 3].

Для обеспечения работоспособности доильных аппаратов с однокамерными доильными важно знать значение силы трения, возникающей между соском и стенкой стакана. Теоретически ее можно найти по выражению [4]:

$$F_{mp} = F_y \cdot f_{mp}, \quad (1)$$

где F_y – усилие, развиваемое соском, Н; f_{mp} – коэффициент трения материала доильного стакана по соску.

Для нахождения величины силы трения опытным путем, мы определяли закономерность изменения величины усилия воздействия соска вымени коровы в трех точках (у основания, посередине и на расстоянии 5 мм от окончания соска) от величины разрежения в подсосковом пространстве доильного стакана определяли. Для этого была разработана и изготовлена экспериментальная установка для измерения усилия воздействия соска на стенку однокамерного доильного стакана от величины разрежения в подсосковом пространстве [5].

Исследования проводили следующим образом. После надевания специального доильного стакана на сосок, регулятором плавно изменяли вакуумметрическое давление в подсосковой камере (в пределах от 5 до 55 кПа, с шагом 5 кПа). Измерения усилия воздействия соска на жесткую стенку проводили с трехкратной повторностью по каждому соску вымени в трех точках: у основания, посередине и у окончания соска. Сигнал с тензорезисторов и величину вакуума регистрировали на регистрирующем устройстве.

После обработки результатов исследований зависимости изменения усилия воздействия соска от величины разрежения в подсосковом пространстве нахождение величины силы трения между соском и стенкой однокамерного доильного стакана для различных начальных диаметров сосков вымени вели по выражению (1). В результате проведенных исследований согласно описанной выше методики был получен ряд значений усилия воздействия соска на жесткую стенку от величины разрежения в подсосковом пространстве доильного стакана.

В результате обработки данных исследований установлено, что искомая зависимость достаточно полно описывается линейным уравнением вида:

$$\begin{aligned} \text{у основания соска: } & Y=0,0000457 \cdot x+1,0199; \\ \text{по середине соска: } & Y=0,0002048 \cdot x+1,1572; \\ \text{у окончания соска: } & Y=0,0000507 \cdot x+0,1572. \end{aligned} \quad (2)$$

где Y – усилие, развиваемое соском от величины разрежения в подсосковом пространстве доильного стакана, Н; x – вакуумметрическое давление, Па.

Подставив полученные уравнения в выражение (1), получаем экспериментальные зависимости изменения силы трения между соском и стенкой однокамерного стакана от величины разрежения в подсосковом пространстве (рисунок 1).

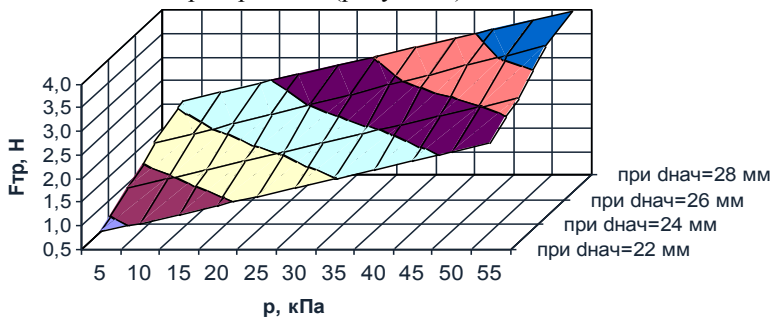


Рисунок 1 – Зависимость изменения силы трения между соском и стенкой однокамерного доильного стакана от величины разрежения в подсосковом пространстве

Теоретическую зависимость изменения силы трения между соском и стенкой однокамерного доильного стакана можно найти по выражению [7]:

$$F_{mp} = \frac{\pi d_c l_c f_{mp} \left[(1 - \mu_2) r_{02}^2 (p_{вн} + p) r_2^2 + (1 + \mu_2) r_k^2 r_2^2 (p_{вн} + p) - U_2 E_2 (r_k^2 - r_2) r_{02} \right]}{(1 - \mu_2) r_{02}^2 r_k^2 + (1 + \mu_2) r_k^2 r_2^2} \quad (3)$$

где d_c – диаметр соска, м; l_c – длина соска, м; μ_2 – эмпирический коэффициент поперечной деформации соска; r_{02} – элементарный радиус соска, м; $p_{вн}$ – внутрисосковое давление, Па; p – вакуумметрическое давление в стакане, Па; r_2 – радиус соскового канала, м; r_k – контактный радиус между соском вымени и однокамерным доильным стаканом, м; U_2 – радиальное перемещение соска, м; E_2 – эмпирический переменный модуль упругости, Н/м².

Установлено, что величина силы трения при изменении вакуумметрического давления в подсосковом пространстве доильного стакана от 5 до 55 кПа для сосков с начальным диаметром 22 мм изменяется в пределах от 0,85 до 2,7 Н.

Список литературы:

1. Патент 2250605 RU, МКИ 7 А 01J 5/04. Доильный аппарат [Текст] / Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Скляров А.И., Ужик О.В., Борозенцев В.И. – 2004110091/17; Заявлено – 02.04.2004; Оpubл. 27.04.2005. Бюл. № 12.
2. Патент 2262841 RU, МКИ 7 А 01J 5/04. Доильный аппарат [Текст] / Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Скляров А.И., Ужик О.В., Борозенцев В.И. – 2004110092/12; Заявлено – 02.04.2004; Оpubл. 27.10.2005. Бюл. № 30.
3. Патент 2263443 RU, МКИ 7 А 01J 5/04. Доильный аппарат [Текст] / Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Скляров А.И., Ужик О.В., Борозенцев В.И. – 2004116288/12; Заявлено – 28.05.2004; Оpubл. 10.11.2005. Бюл. № 31.
4. Чехунов О.А. Доильный аппарат с управляемым режимом [Текст] / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики и конструирования машин. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 602-606.
5. Патент 2284691 RU, МКИ 7 А 01J 7/00. Устройство для измерения усилия, оказываемого соском при изменении его диаметра [Текст] / Ужик В.Ф., Чехунов О.А – 2005100590/12; Заявлено 11.01.2005; Оpubл. 10.10.2006 Бюл. № 28.
6. Чехунов О.А. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров доильного аппарата [Текст] / О.А. Чехунов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2015. - N.1 (5). - С. 18-25.
7. Ужик В.Ф. Определение усилия, развиваемого соском вымени [Текст] / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства №4 (28). Москва, 2017. – С. 135-138.

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ**
Н.В. Махиянова, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

**COMPARISON OF METHODS
MATHEMATICAL PROGRAMMING WHEN SOLVING
THE OPTIMIZATION PROBLEMS**
N.V. Makhyanova, senior lecture
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: в статье приводится сравнительная характеристика методов математического программирования. Указаны преимущества и недостатки рассматриваемых методов.

Ключевые слова: оптимизация, математическое программирование, целевая функция, критериальный анализ

Abstract: the article provides a comparative description of mathematical programming methods. The advantages and disadvantages of the methods are indicated.

Keywords: optimization, mathematical programming, objective function, criteria analysis

Одним из научных направлений кафедры «Электроснабжение» Орловского ГАУ является оптимизация параметров распределительных электрических сетей. Для задач оптимизации характерно большое число решений. Из многообразия вариантов необходимо выбрать то, которое будет отвечать предъявляемым технико-экономическим требованиям. Выбор оптимального варианта зависит от метода, который выбирает исследователь для достижения поставленной цели. В свою очередь выбор метода зависит от постановки задач оптимизации, а также от математической модели исследуемого объекта [5].

Для решения задач оптимизации широко применяется методы математического программирования, которые предполагают построение алгоритма решения. Алгоритм решения состоит из следующих этапов [4]:

1. Сбор информации об объекте исследования с установлением закономерностей функционирования.
2. Построение математической модели и целевой функции.
3. Исследование влияния переменных на значение целевой функции.
4. Установление степени соответствия модели и объекта моделирования.

Необходимо отметить, что не существует универсального метода анализа математической модели. В большинстве случаев задачи оптимизации успешно решаются с помощью методов математического программирования, и на определенных этапах оптимизации используется сочетание нескольких методов.

Методы математического программирования подразделяются на линейные и нелинейные. В основе этой классификации лежит зависимость от свойств целевой функции и ограничений, накладываемых на исследуемый объект. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика методов по виду целевой функции и ограничений [2, 3]. Таким образом, выбор метода зависит от вида математической модели, от вида целевой функции и числа переменных.

Процесс поиска оптимального решения с помощью данных методов является трудоемким. Кроме этого некоторые из указанных методов могут не учитывать случайные особенности конкретных объектов. При большом числе переменных бывает трудно выявить обобщающие закономерности.

Для исключения этого был разработан метод, называемый критериальным анализом, в основе которого лежат обобщающие методы подобия для решения трудоемких энергетических задач. Этот метод позволяет переносить результаты оптимизации одной модели на целое множество других подобных моделей [1].

Таблица 1 – Сравнение методов математического программирования по виду целевой функции и ограничений

Название метода	Вид целевой функции	Вид ограничения	Число переменных	Особенности
1	2	3	4	5
Линейное программирование	Линейная	Линейная функция	>3	-

1	2	3	4	5
Целочисленное программирование	Линейная функция	Линейная функция	>3	На переменные накладывается условие целочисленности
Нелинейное программирование	Выпуклая функция	-	-	
	Квадратичная и выпуклая функция	Линейные равенства и неравенства	-	
Динамическое программирование	Система уравнений и неравенств	-	<3	Отсутствует общий алгоритм решения, пригодный для всех задач данного метода
Геометрическое программирование	В виде позиномов	В виде позиномов	>3	-

Вывод:

1. Выбор метода для решения задач оптимизации зависит от ряда условий, таких как математическая модель объекта, числа переменных, вида целевой функций и ограничений.
2. Одним из способов нахождения оптимального варианта является критериальный анализ, при помощи которого можно исследовать объекты с аналогичными физическими законами.

Список литературы:

1. Веников В.А. Электрические системы. Кибернетика электрических систем [Текст]: учеб. пособие для электроэнерг. вузов/ под ред.: В.А. Веникова. – М.: «Вышш. школа», 1974.-328 с.
2. Даффин Р. Геометрическое программирование [Текст]/ Р. Даффин, Э Питерсон, К Зенер.- Москва: Издательство «Мир», 1972. – 313 с.
3. Зенер К. Геометрическое программирование и техническое проектирование [Текст] / К Зенер.- Москва: Издательство «Мир», 1973. – 115 с.
4. Карманов В.Г. Математическое программирование [Текст]: учеб. пособие/ В.Г. Карманов.- Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004.-264 с.
5. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации [Текст]: учеб. пособие/ А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров.- Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005.-368 с.

УДК 628.3

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

**Е.Б. Нижник, ООО НПО «ЭкоВодИнжиниринг»
Россия, г. Курск**

WASTEWATER TREATMENT AGRICULTURAL ENTERPRISES

**E.B. Nizhnik, EcoVodEngineering Co. Ltd.
Russia, Kursk**

Аннотация: в 21 веке наблюдается восстановление объектов агропромышленного комплекса, таких как фермы, молочные заводы, мясокомби-

Abstract: in the 21st century, there is a restoration of objects of agro-industrial complex, such farms, dairy plants, meat-processing plants. In this regard,

наты. В связи с этим возникает необходимость строительства очистных сооружений для очистки сточных вод от этих предприятий. О способах решения этой проблемы пойдет речь в данной статье.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, очистные сооружения, предельно допустимые концентрации.

there is a need for the construction of treatment facilities for wastewater treatment from these enterprises. The ways to solve this problem will be discussed in this article.

Keywords: wastewater, treatment, treatment facilities, maximum permissible concentrations.

На предприятиях агропромышленного комплекса – фермах, мясокомбинатах, молочных, спиртовых, сахарных, крахмалопаточных заводах и др. образуются концентрированные и высококонцентрированные сточные воды, при сбросе которых в водоемы может быть нанесен существенный урон экологическому состоянию региона [4, 5]. В зависимости от местных условий, возможны два основных варианта очистки этих сточных вод [1, 6]:

1. Предочистка на локальных очистных сооружениях (ЛОС), с последующим сбросом в централизованную систему водоотведения, на городские очистные сооружения.
2. Полный комплекс очистных сооружений и сброс очищенной воды непосредственно в водный объект.

В первом случае очистка сточных вод производится до концентраций, допустимых до норм сброса в централизованную систему водоотведения. Преимуществом данного варианта являются более низкие затраты на строительство и эксплуатацию очистных сооружений, недостатком является необходимость наличия централизованной сети водоотведения.

Во втором случае очистка производится до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения. Преимуществом этого варианта является то, что нет привязки к централизованной системе водоотведения, очистные сооружения располагаются на территории предприятия. Недостатком является то, что очистные сооружения необходимо делать по многоступенчатой схеме, со сложной технологической цепочкой, что гораздо дороже в строительстве и последующей эксплуатации.

Наиболее надежным вариантом очистки сточных вод является вариант с минимальной технологической цепочкой, так как всегда предпочтительнее удалять загрязнения с минимальным количе-

ством технологических операций, минимально достаточным количеством оборудования и минимальным количеством специально обученного персонала.

Основным компонентом стока предприятий АПК являются органические вещества по химическому потреблению кислорода (ХПК) и азоту, которые могут удаляться как на локальных, так и на городских сооружениях. Концентрация органических веществ по ХПК в стоках предприятий агропромышленного комплекса составляет от 1 до 100 г/л. При этом наряду с легко окисляемой органикой во многих стоках содержатся трудно окисляемые вещества. При этом органические вещества представлены ХПК взвешенных веществ и растворенным ХПК.

При относительно низких концентрациях по ХПК 1000-3500 мг/л, характерных для молокозаводов, работающих без образования (или без сброса) сыворотки, мясо- и птицекомбинатов, кондитерских и ряда других производств при доочистке на городских очистных сооружениях снижение основной части органических веществ может быть произведено при физико-химической очистке, например, реагентной напорной флотации (рис. 1).



Рисунок 1 – Установка напорной флотации

Во флотационных установках время нахождения сточной воды составляет 20-30 мин. Такие сооружения располагаются в здании, которое может быть оснащено очисткой отходящего воздуха, что минимизирует необходимую санитарно-защитную зону. Осадки, полученные при реагентной флотации стоков АПК, содержат большое количество органических веществ. В идеальном слу-

чае данные осадки следует сбрасывать в метантенках городских очистных сооружений совместно с образующимися там осадками, с дополнительным получением биогаза. Доведение величины ХПК до 30 мг/л и БПК5 до 3 мг/л при сбросе в водоем в этом случае потребует проведения после реагентной флотации полной биологической очистки доочистки и обеззараживания.

Образование избыточного активного ила, как правило, требует собственных сооружений обработки осадка. В результате необходимо строительство полного комплекса очистных сооружений и специально обученного персонала. При средне концентрированных стоках ХПК 3500-10000 мг/л для снижения концентрации органических веществ до 500-1000 мг/л применение физико-химических методов локальной очистки, как правило, недостаточно [2, 3]. В этом случае необходима локальная биологическая очистка (рис. 2). При этом требуются гораздо большие площади для размещения оборудования.



Рисунок 2 – Установка биологической очистки

В установках биологической очистки сточная вода может находиться от 6-8 часов до нескольких суток. Как следствие установки биологической очистки будут иметь гораздо большие размеры и занимать большую площадь.

Выводы

Для всех видов стоков предприятий АПК схема с предварительной локальной очисткой и последующей совместной доочисткой с городскими стоками является оптимальной с наименьшими

финансовыми затратами и обеспечивает большую надежность защиты водоема. Для удаления малоконцентрированных стоков с 1-3,5 г/л по ХПК и до 100 мг/л по азоту наиболее рациональны схемы с физико-химической очисткой, обеспечивающие снятие основной части ХПК, взвешенных веществ, жиров, нефтепродуктов. Удаление азота и глубокое удаление органических веществ требует существенного удорожания и усложнения схем локальной очистки. Для очистки средне концентрированных стоков до 10 г/л по ХПК и до 3 г/л по азоту в зависимости от концентрации азота могут применяться схемы с использованием анаэробной биологической, высоконагружаемой аэробной биологической очистки, аэробной очистки с нитри-денитрификацией с последующим сбросом на городские сооружения. Метод очистки определяется концентрациями загрязняющих веществ с предприятий АПК и производственной мощностью городских очистных сооружений. При невозможности сброса на городские сооружения после биологической очистки для удаления трудно окисляемой органики требуется доочистка с применением биопрудов с длительным временем пребывания.

Для удаления загрязнений с высокими значениями ХПК 10-100 г/л и высоким содержанием азота рационально использовать глубокую механическую, анаэробную биологическую очистки и нитри-денитрификации с последующей доочисткой на городских очистных сооружениях. В случае невозможности доочистки совместно с городскими стоками достигнуть норм сброса в водные объекты в этих случаях крайне затратно. Проектирование новых и реконструкция существующих городских сооружений с внедрением технологий удаления биогенных элементов должны учитывать нагрузки по промстокам, необходимую управляемость процесса и обеспечивать рациональные, технологически обоснованные концентрации при их приеме в городскую сеть.

Список литературы:

1. Мищенко, Е.В., Токарев, Е.В. Модульные системы очистки // Молодежь и XXI век [Текст]: тезисы докладов XXXV межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов в области научных исследований: в 2 ч. Ч. 1 / Курск. гос. техн. ун-т. – Курск, 2007. – С. 71-72.
2. Мищенко, Е.В., Мищенко В.Я. Влияние вибрации на процесс фильтрации // Управляемые вибрационные технологии и машины: сб. науч. ст.: в 2 ч. Ч. 1 / редкол.: С.Ф. Яцун (отв. ред.) [и др.]; Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2012. – С. 209-212.

3. Мищенко, Е.В. Интенсификация процесса фильтрации в пищевой и перерабатывающей промышленности // Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции: XI Международный научно-практический семинар. – Смоленск: ООО «Принт-Экспресс», 2012. – С. 176-181.

4. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Экологические проблемы сахарных заводов и пути их решения // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности: Сборник материалов Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием. – г. Орёл, 16 мая 2017 г. – Орёл: РИО ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», 2017. – С. 216-220.

5. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Экологические проблемы, возникающие при хранении свекловичного жома на сахарных заводах // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. – С. 139-143.

6. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности [Текст]: учеб. пособие / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2009. – 148 с.

ВИДЫ ВТОРСЫРЬЯ, СПОСОБЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО

**Т.Г. Павленко, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

KINDS OF SECONDARY SILICON, METHODS OF ITS PROCESSING AND ENVIRONMENTAL ADVANTAGE

**T.G. Pavlenko, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. С каждым годом Земля нуждается во все более решительных мерах по борьбе с загрязнением. Ути-

Abstract: the vital activity of a person is associated with the appearance of a huge number of various wastewater. Every year the Earth needs more and more decisive measures to combat pollution. Utilization of household

лизация бытовых отходов (ТБО) является проблемой, которая не будет решаться сама по себе. О причинах необходимости утилизации бытовых отходов и о возможных способах решения этих вопросов пойдет речь в этой статье.

Ключевые слова: бытовой мусор, отходы, вторсырье, свалка, переработка.

waste (MSW) is a problem that will not be solved by itself. The reasons for the necessity of recycling household waste and the possible ways of solving these issues will be discussed in this article.

Keywords: domestic garbage, waste, recyclable materials.

Бытовой мусор – следствие нашей жизни. Ежедневно тонны отходов самых разных сфер производства отправляются на свалку, сбрасывается в воду, в почву, в атмосферу. Это огромный удар по экологии.

Основные загрязнения идут от химических заводов, топливно-энергетических комплексов, сельского хозяйства, автомобилей, жилых домов, атомной энергетики.

Проблема утилизации бытовых отходов остро стоит перед любым государством. Твердые бытовые отходы на 50% состоят из использованной упаковки.

Основные виды утилизации:

- свалки промышленных и бытовых отходов;
- захоронение отходов в земле;
- сбрасывание в реки, моря, океаны;
- вторичная переработка.

Вторичное сырье или вторсырье – это отходы, которые можно перерабатывать для повторного изготовления различных изделий. Вторичная переработка - верный способ сберечь экологию от загрязнения.

Виды вторсырья:

- макулатура;
- металлолом;
- стекло;
- пластик;
- пластмасса;
- древесина;
- резина;
- нефтепродукты и прочее.

Наиболее известным и привычным вторсырьем является макулатура, пластик, стекло, металлолом.

Макулатура - это отходы производства, переработки и потребления всех видов бумаги, а также картона. К макулатуре относятся тетради, журналы, газеты, бумага, картон. Отличительная особенность такого материала - его с легкостью можно подвергать вторичной переработке. Это позволяет избавиться от ненужных бумаг и мусора и получить новые изделия для разных сфер применения (если три человека, будь то семья или соседи по квартире, целый год пользуются туалетной бумагой из вторсырья, то за год им удастся «экономить» дерево).

Основным преимуществами макулатуры можно назвать следующие особенности:

- экономность и сохранение лесных ресурсов;
- замена ценных материалов сырьем вторичной переработки;
- возможность применить в разных видах материалов;
- возможность избавиться от ненужных бумаг и картона.

Практически все типы бумаги поддаются переработке и могут быть использованы для получения новой бумаги. Некоторую бумагу сложнее перерабатывать, поскольку она сочетает в себе несколько элементов. Например, упаковка TetraPak состоит из бумаги, полиэтилена и алюминия и на 100% подлежит переработке. Упаковку делают на бумагу и полиалюминий – смесь и полиэтиленовой пленки и алюминиевой фольги. А конверты с пластиковыми окошками не подвергаются переработке, сначала пластик необходимо удалить. Переработке не подлежат бумажные стаканчики, коробки от пищи, грязная и мокрая бумага, бумажные полотенца, фантики, копировальная бумага, салфетки, глянцевая бумага, туалетная бумага.

Переработка бумажного вторсырья проходит в несколько этапов. Бумагу собирают и сортируют по различным категориям в зависимости от типа. Далее выполняется роспуск на волокна. На этом этапе происходит также отделение включений. После его завершения смесь содержит волокна и неразбитые частички макулатуры. Затем происходит очистка смеси макулатурной массы от посторонних примесей. Тяжелые примеси удаляются за счет вращения в барабане, когда песок, стекло, скрепки и т.д. оседают в грязесборнике, а легкие - при помощи пропускания массы через сито. Затем бумажная масса дораспускается при помощи размалывания на мельнице и подвергается тонкой очистке.

Цикл переработки может повторяться до 7 раз, но при каждой последующей переработке волокна становятся короче, а значит в итоге становятся непригодными для изготовления новой бумаги. Поэтому, при производстве бумаги, в любом случае необходим новый исходный материал.

Переработка бумажного вторсырья выгодна экономически и экологически. Всего одна тонна макулатуры, полностью использованная в переработке, сохраняет до 4 м³ древесины, а 100 кг вторичного сырья сохраняет живым в природе одно дерево.

Пластик – один из самых проблемных материалов в плане утилизации и экологии. Полиэтиленовые пакеты, пластиковые бутылки, одноразовая посуда, тара из-под чистящих средств - неотъемлемая часть быта. Сюда же входит пластмасса для производства автомобилей, бытовой техники, коммуникационных труб. Пластиковое изделие, выброшенное на свалку, будет разлагаться веками, выделяя токсичные вещества и нанося серьезный вред экологии. Поэтому вопрос переработки пластика всегда очень актуален.

На любую пластиковую тару наносится знак, означающий из какого пластика произведено изделие, и сколько раз его можно подвергать переработке. Пластиковое вторсырье отправляется на дальнейшее производство других пластиковых изделий.

В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов актуальна не только в связи с охраной окружающей среды, но и в связи с дефицитом полимерного сырья. Из 1 кг отходов получается 0.8 кг вторсырья.

При изготовлении пластика энергии требуется на 21% меньше, чем при изготовлении стекла.

Этапы и методы переработки пластиковых отходов: сбор, сортировка (по цвету, по качеству, чистые/грязные отходы), прессование, переработка (резка, промывка, сушка, производство регранулята), производство новой продукции.

Способов переработки пластика существует несколько.

1. Гидролиз происходит под действием экстремальных температур и давления.

2. Гликолиз – деструкция протекает при высоких температурах и давлении в присутствии этиленгликоля и катализатора до получения чистого продукта.

3. Пиролиз – термическое разложение веществ в присутствии кислорода или без него. Этот способ более экономичен, по сравнению с гидролизом.

4. Метанолиз – расщепление отходов с помощью метанола. Это самый распространенный термический способ переработки пластика.

5. Рециклинг – вторичная переработка (не требуется дорогое специальное оборудование. Он может быть реализован в любом месте накопления отходов).

К вторсырью из стекла относятся стеклянная тара и стеклотарой разных цветов. Ежедневно для производства стеклянной продукции используется огромное количество песка, известняка и кальцинированной соды, а вторичная переработка стекла позволяет избежать подобных затрат природных ресурсов.

Вторичная переработка стекла предусматривает поэтапную процедуру, состоящую из таких этапов как, сбор стеклянных отходов, транспортировка до перерабатывающего завода, обработка сырья, состоящая из таких этапов как: сортировка, сепарация (разделение твердых частиц и жидких), очистка, отмывка и дробление сырья, измельчение сырья, изготовление конечной продукции. Дальнейшее производство включает в себя выдув стеклянных изделий: бутылок и стеклянных блоков. Из стеклосырья делают мелкий песок для строительства, а также удобрения.

Процесс переработки металлолома имеет весомое значение для окружающей среды, поскольку разложение металлов наносит ей серьезный урон. Необходимость переработки металлолома экологическая и экономическая. Ресурсы металлов с каждым годом истощаются, поэтому переработка металлолома – верный путь, позволяющий не только получить прибыль, но и снизить потребление из природных источников металла.

Вторичное сырье - самый необходимый элемент при плавке металла. Используя вторсырье металлического лома, мы значительно снижаем затратность всего производства.

Предварительная переработка металлолома заключается в сортировке, при которой отделяют металл по категориям и разновидностям. Категорий металлолома существует несколько - это отделение лома цветных и черных металлов. Следующий этап переработки - резка и раскрой металлолома. Далее его перебирают по содержанию в нем углеродных веществ, по содержанию легирующего состава, по показателям качества, которых насчитывается около двадцати восьми видов.

Вопрос утилизации отходов из резины на сегодняшний день очень актуален. Складирование, утилизация, захоронение непригодной для эксплуатации резиносодержащих изделий экологически

небезопасно, так как при длительном хранении она выделяет вредные для окружающей среды вещества.

Резина – полимерный материал. Как только она утратит свои эксплуатационные свойства, то переносит незначительные структурные изменения, из-за чего возникает острая необходимость в ее вторичной переработке. Самым экологически безопасным и экономически выгодным методом является механический метод измельчения резиновых изделий.

Переработка резиновых изделий осуществляется путем перетирания резины в крошку. Для этого покрышки проходят несколько этапов переработки. Изначально из шины вырезают посадочные кольца. Затем резину разрезают на полосы шириной 5 см. Далее эти ленты режут на длину 3 см. Получившиеся заготовки растираются на валах уже в резиновую крошку. Далее полностью отделяют от металлических примесей и передают на упаковку и передачу на последующую переработку. Стружка повторно проходит этап измельчения. Полученная резиновая масса фильтруется через сита, передается на расфасовку и упаковку и хранится на складе.

После такой процедуры переработки автомобильных покрышек получают достаточно чистую стружку с содержанием резины до 99,8%, в которой содержание металлических примесей составляет около 0,1%. В конечном результате можно получить от 200 до 1000 кг резиновой крошки за 1 час.

Различные батарейки утилизируются путем их переработки на специализированных заводах с соответствующим оборудованием. При выполнении условий, соответствующих международным стандартам, переработка батареек будет выполнена практически без вреда для экологии. Марганцево-цинковые батарейки составляют более 85% от общего потребления, поэтому вопрос их утилизации занимает первое место.

Перед переработкой батарейки сортируют вручную по составу и уровню заряда. Процесс утилизации представляет собой несколько технологических этапов, которые выполняют на специализированных заводах по переработке батареек. На первом этапе батарейки механическим способом измельчают в крошку, используя для этого дробилку. Далее с помощью магнитной ленты извлекают крупные частички железной оболочки. Оставшуюся часть крошки повторно отправляют на измельчение и отделение железа.

Результатом таких процессов является цинково-марганцево-графитный состав с электролитом. Данную смесь отправляют на гидрометаллургический процесс, который заключается в том, что-

бы нейтрализовать электролит, растворить смесь в кислоте, «высадить» соли цинка, марганца и достать графит. В результате переработки мы имеем соли цинка, марганца, графит, металл.

Из строительного мусора получают, к примеру, щебень. Из электронной техники - цветные и драгоценные металлы. Пищевые отходы - это компост, почвогрунт, корма для животных, биотопливо.

Переработка древесины позволяет получать различные изделия и материалы, которые находят широкое применение и в промышленности, и в повседневной жизни.

Существует несколько видов отходов древесины. Их можно делить по плотности: кусковые (твердые); опилки и стружки (мягкие); кора. Также их классифицируют по способу получения: первичной или вторичная обработка древесины; использование кругляка; вырубка леса.

Переработка отходов из древесины начинается с сортировки отходов по породам дерева, разделки, обработки паром, удалению подгнивших участков. Далее сырье обрабатывают растворами солей, чтобы удалить из древесины возможные вредные компоненты, которые могли проникнуть из сточных вод или загрязненной почвы. Затем идет механическое дробление на специальных машинах с зубчатыми дисками.

Использование вторсырья из древесины очень широкое. В первых, переработанные отходы используются в строительстве. Например, в возведении домов по канадской системе используются плиты, в состав которых входят щепа, стружки, которые склеиваются экологичными смолами. А также из отходов древесины делают стружечно-цементные и древесно-стружечные плиты, кирпич, гипсовые листы. К тому же, отходы используют на гидролизных заводах и бумажных фабриках, для производства бумаги и картона.

Как уже говорилось выше, производство из мусора охватывает множество сфер, начиная от печатной и заканчивая химической промышленностью. На продукты, изготовленные из переработанного сырья, наносится знак, обозначающий, что они изготовлены из вторичной переработки. Некоторые производители указывают его процентное количество в составе. Также этот знак наносят на изделия, которые пригодны для повторной обработки.

Важность утилизации отходов имеет экологическое и экономическое значение. Множество материалов в природе ограничены и ежегодно истощаются, а время их восполнения значительно велики. Следовательно, преимущества вторичной переработки материалов для среды обитания человека очевидны: сокращение объема

выбросов и отходов производства, сокращение удаляемых и сжигаемых отходов, сокращение расхода энергии и природных материалов при производстве.

Список литературы:

1. Ю.В.Новиков, Экология, окружающая среда и человек. 2000. 320 с.
2. Экология. В.И.Коробкин, Л.В.Передельский, 2003. 576 с.
3. С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. Охрана окружающей среды, - М.: Высшая школа, 1991.
4. Павленко Т.Г. Современная экологическая ситуация в Орловской области [Электронный ресурс]/ Павленко Т.Г.// Сборник материалов Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием. Современные проблемы обеспечения экологической безопасности. 2017. С. 255-258.
5. Павленко Т.Г. Проблемы энергосбережения и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]/ Павленко Т.Г.// В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции XI Международный научно-практический семинар. 2012. С. 228-235.
6. Евгений Левин, Маргарита Гулак, Рамиль Сагитов, Комплексная переработка твердых бытовых отходов; Гостехиздат - Москва, 2012. - 452 с.
7. Ковернинский, И.Н. Комплексная химическая переработка древесины; Архангельск: АрханГТУ; Издание 3-е, испр. и доп. - М., 2013. - 374 с.
8. Другов, Д.И. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов; Бинوم - М., 2011. - 424 с.
9. Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии: лом и отходы (образование и использование): Справочник. - М.: Экономика, 1984,- 152 с.
10. Матюхин, С.И. Исследования ионной имплантации в углеродных нанотрубках для применения в животноводстве//С.И. Матюхин, С.Ю. Гришина Ю. Вестник Орел ГАУ. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2011. - № 1. - С. 70-73.
11. Деканализация ионов из хиральных углеродных нанотрубок. /С.И. Матюхин, С.Ю. Гришина Ю. // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: естественные, технические и медицинские науки. Орел: Изд-во ОГУ, 2011. - №3(41). - С.67-73

12. Гущина Т.В. Анализ безопасности использования грузоподъемных машин в строительстве [Электронный ресурс]/ Гущина Т.В., Хромов В.Н., Волкова И.Л., Рябков С.В.// В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции, 2006.

13. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс]/ Горбатенко А.И. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной научно-практической конференции. С. 439-447.Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2017.

ВИДЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ПРИЧИНЫ ИХ ИСТОЩЕНИЯ И СПОСОБЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Т. Г. Павленко, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

TYPES OF NATURAL RESOURCES, CAUSES OF THEIR DEPLETION AND METHODS OF RATIONAL USE OF RESOURCES

**TG Pavlenko, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: истощение природных ресурсов – одна из основных проблем, которая обуславливает глобальный экологический кризис. Проблема истощаемости ресурсов для каждого государства с каждым годом приобретает все большую актуальность. О типологии природных ресурсов, причинах истощения запасов и способах уменьшения негативного воздействия на экологию пойдет речь в данной статье.

Abstract: the depletion of natural resources is one of the main problems that causes the global environmental crisis. The problem of exhaustion of resources for each state is becoming increasingly important every year. The typology of natural resources, the causes of depletion of reserves and ways to reduce the negative impact on the environment will be discussed in this article.

Ключевые слова: ре-

Keywords: resource, eco-

сурс, экология, ресурсосбережение, запасы, отходы, производство. *gy, resource saving, reserves, waste, production.*

В современном мире с каждым годом приобретает все большую актуальность проблема истощаемости природных ресурсов. Интенсивное развитие экономики во всем мире оказывает огромное влияние на экологию планеты и на состояние природных ресурсов.

Ресурсы – вещества и энергия, которые человек использует для хозяйственной деятельности и своей жизни. Они делятся на истощаемые и неисчерпаемые. К неисчерпаемым ресурсам относятся солнечная энергия, энергия ветра, текущих вод, приливы, отливы, температура и влажность воздуха, геотермальная энергия, водные запасы планеты. Истощаемые природные ресурсы - ресурсы, которые сокращаются по мере их использования. Они делятся на две подгруппы: возобновляемые и невозобновляемые.

К невозобновляемым относятся те ресурсы, которые не восстанавливаются ни искусственно, ни естественно. В их число входят почти все виды минеральных ресурсов и полезных ископаемых (металлическая руда, нефть, природный газ, горючие сланцы, торф, известняк), а также земельные ресурсы.

По видам все полезные ископаемые можно разделить на:

- жидкие (нефть),
- твердые (уголь, мрамор)
- газовые (природный газ, метан).

По использованию ресурсы разделяют на:

- рудные (железные руды, титаномагнетиты);
- нерудные (песок, глина, асбест, гипс, графит, соль);
- горючие (сланцы, торф, газ);
- полудрагоценные и драгоценные камни (алмазы, изумруды, яшма, александрит, аквамарин, топаз, горный хрусталь).

Земельные ресурсы состоят из всех почв, которые представлены на нашей планете. Проблема использования таких ресурсов в том, что расходование земли происходит быстро из-за истощения почв, сельского хозяйства, опустынивания, а восстановление происходит очень медленно. Каждый год образовывается всего 2 мм грунта.

К возобновляемым ресурсам относятся:

- растения и животные,
- лесные массивы,

- торф,
- соль,
- вода,
- воздух.

Такие ресурсы имеют способность к самовозобновлению. Но период для возобновления по длительности намного превышает период потребления данных биоресурсов. Например, животные и растения восстанавливают свою популяцию за несколько лет, лесам требуется несколько сотен лет, плодородный слой земли накапливается тысячу лет. Воздействие человека на категорию биоресурсов привело к исчезновению многих видов животных и растений.

Возобновляемые энергетические ресурсы можно разделить на естественные и искусственные.

К естественным относятся:

- приливы,
- геотермальное тепло,
- энергия солнца,
- гидроэнергия,
- ветер,
- первичная биомасса,
- радиация,
- тепло атмосферы, водоемов, грунтов.

К искусственным:

- промышленные, бытовые, сельскохозяйственные отходы,
- электрические, тепловые, механические потери энергии.

Объемы некоторых возобновляемых ресурсов намного ниже объемов хозяйственного потребления. Поэтому такие ресурсы особенно уязвимы. Они должны тщательно контролироваться человеком. К относительно возобновляемым ресурсам относят пахотно-пригодные почвы, региональные водные ресурсы, леса с древостоями спелого возраста.

Все запасы Земли можно классифицировать на необнаруженные и выявленные. Обе категории делятся на две подгруппы: резервы и прочие ресурсы:

- Резервы – полезные ископаемые, которые могут быть добыты с последующим получением прибыли и использованием в качестве источников энергии или необходимых материалов. Данные ресурсы могут добываться с помощью современных технологических разработок.

- Прочие ресурсы - это необнаруженные, либо потенциальные источники полезных ископаемых.

С потреблением ресурсов связана такая экологическая проблема, как отходы, их утилизация или повторное использование. Отходы – неиспользуемые остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, продуктов, образующиеся в процессе производства изделий или их потребления и утратившие свои потребительские свойства. Они относятся к материальным объектам, некоторые из которых могут быть потенциально опасны и для окружающей природной среды и для здоровья человека, а другие могут быть повторно переработаны.

Отходы делятся на:

- бытовые (коммунальные),
- промышленные (отходы производства),
- отходы производственного потребления,
- опасные (токсичные),
- радиоактивные отходы.

Для предотвращения истощения природных ресурсов необходимо продуманное, комплексное их использование, поиски новых источников сырья, топлива и энергии, а так же применение инновационных технологий для использования вторсырья.

Рациональность и комплексность использования ресурсов основывается на ряде принципов. На них строится природопользование в любой отрасли производства:

- Принцип системного подхода. Он предусматривает комплексную оценку воздействия производства на окружающую среду.

- Принцип оптимизации использования природных ресурсов заключается в принятии целесообразных решений в их использовании на основе экологического и экономического подходов, прогноза будущего развития всех отраслей и регионов. Например, целесообразным является перемещение некоторых лесоперерабатывающих предприятий в восточные районы страны, чтобы они находились вблизи запасов сырья. Это существенно снизит нагрузку на истощенные запасы древесины в европейской части России.

- Снижение количества отходов, образующихся в процессе производства, т. е. более рациональное использование сырья за счет ресурсосбережения и совершенствования технологий производства. В итоге темпы заготовки и добычи сырья должны опережать темпы выхода готовых изделий.

- Гармонизация природы и производства должна соблюдаться путем ресурсосбережения, высокотехнологичных разработок, использования отходов повторно, что будет обеспечивать высокие производственные показатели, с одной стороны и поддержание благоприятной экологической обстановки с другой.

Список литературы:

1. Комарова, Н.Г. Геоэкология и природопользование [Текст] / Н.Г.Комарова. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 256 с.

2. Белов, С.В. Охрана окружающей среды [Текст] / С.В.Белов, Ф.А.Барбинов, А.Ф.Козьяков, - М.: Высшая школа, 1991. - 319 с.

3. Эндрес, А. Экономика природных ресурсов [Текст] / - А. Эндрес, И. Квернер - М.: Издательство «Питер», 2004. - с. 256.

4. Коробкин, В.И. Экология. [Текст] / Коробкин В.И., Перельский Л.В. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. - 602 с.

5. Павленко Т.Г. Современная экологическая ситуация в Орловской области [Электронный ресурс]/ Павленко Т.Г.// Сборник материалов Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием. Современные проблемы обеспечения экологической безопасности. 2017. С. 255-258.

6. Павленко Т.Г. Проблемы энергосбережения и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]/ Павленко Т.Г.// В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции XI Международный научно-практический семинар. 2012. С. 228-235.

7. Матюхин, С.И. Осцилляции потока ионов на малых глубинах углеродных нанотрубок/ С.И. Матюхин, С.Ю. Гришина//Материалы Международного научно-практического семинара «Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции» - Орел, 2016. - С. 68-70.

8. Деканалирование ионов из хиральных углеродных нанотрубок / С.И. Матюхин, С.Ю. Гришина Ю. // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: естественные, технические и медицинские науки. Орел: Изд-во ОГУ, 2011. - №3(41). - С. 67-73.

9. Гущина Т.В. Анализ безопасности использования грузоподъемных машин в строительстве [Электронный ресурс]/ Гущина Т.В., Хромов В.Н., Волкова И.Л., Рябков С.В.// В сборнике: Ресур-

сособерегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции, 2006.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ТРУБЫ (ПЕРЕХОДНИКА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATHCAD

**Т.А. Павлова, кандидат технических наук, доцент
М.Н. Уварова, кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

SHAPE OPTIMIZATION OF A PIPE (OF THE ADAPTER) USING THE MATHCAD PACKAGE

**T. A. Pavlova, candidate of technical Sciences, associate Professor
M. N. Uvarova, candidate of economic Sciences, associate Professor
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос о применении пакета MATHCAD при подборе функции для описания процесса, происходящего в трубе при установке переходника, распределяющего направление воздуха или жидкости.

Ключевые слова: пакет MATHCAD, математическое моделирование, основные элементарные функции, графики функций.

Annotation: the article discusses the use of MATHCAD package in the selection of functions to describe the process that occurs in the pipe when installing an adapter that distributes the direction of air or liquid.

Keywords: MATHCAD, mathematical modeling, basic elementary functions, graphs of functions.

Метод моделирования широко применяется при изучении процессов и объектов. Одним из основных типов модели является математическая модель. Математическая модель – это математическое описание любого процесса, в котором для отображения свойств и типичных черт объекта используются математические символы.

Построить математическую модель – привести условия данной задачи в математическую форму, то есть превратить слова в уравнение, формулу, неравенство и т.д. Часто встречающимися

методами получения математических моделей являются: теоретико-аналитический, экспериментально-статистический, статистическое моделирование. Модель зачастую очень упрощает сам объект или процесс, который описывает. Поскольку модель – это аналог оригинала, он обобщает множество объектов, обладающих одинаковыми свойствами [6].

Переориентация технологий в сторону энерго- и ресурсосбережения влечет за собой развитие подобных технологий на производстве. Например, изготовление экономичных профилей труб (профильные трубы) и переходников для них.

Профильными трубами могут быть названы полые изделия большой протяженности, имеющие поперечное сечение, отличное от круглого, или отличную от цилиндрической внутреннюю или наружную поверхность. Поле применения таких труб в современной технике достаточно широко.

Подберем вид функции исходя из следующих требований. Например, переходник должен перераспределять направляемый по трубе воздух или жидкость. В программе MathCad построим несколько функций для определения подходящего вида (рис. 1). Из графика видно, что четыре первых функции $1-\cos x$, $e^{-1/x}$, x^3 и x^2 не удовлетворяют условиям задачи, так как являются пологими и у основания образуют «площадку», создающую преграду.

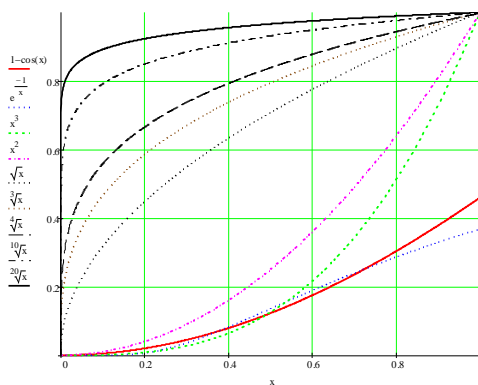


Рисунок 1 – Подбор вида функции

Выберем для примера функцию вида $\sqrt[3]{x}$:

$$y(x) = a + b\sqrt[3]{x}, \quad (1)$$

граничные условия

$$y(0) = 0, \quad y(r_m) = h_m, \quad (2)$$

где r_m – наибольший радиус, h_m – высота воронки.

Найдем коэффициенты a и b , подставив граничные условия (2) в (1):

$$\begin{cases} a = 0 \\ a + b^3 \sqrt[3]{r_m} = h_m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0 \\ b = \frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \end{cases}$$

Уравнение (1) примет вид $y(x) = \frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \sqrt[3]{x}$.

Вычислим площадь фигуры ограниченной снизу графиком функции $y(x) = \frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \sqrt[3]{x}$, сверху $y(x) = h_m$, используя двойной интеграл.

$$\begin{aligned} \int_0^{r_m} \int_{\frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \sqrt[3]{x}}^{h_m} dy dx &= \int_0^{r_m} \left(h_m - \frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \sqrt[3]{x} \right) dx = \left(h_m x - \frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \frac{3}{4} \sqrt[3]{x^4} \right)_0^{r_m} \\ &= h_m r_m - \frac{h_m}{\sqrt[3]{r_m}} \frac{3}{4} \sqrt[3]{r_m^4} = \frac{h_m r_m}{4} \end{aligned}$$

В данном случае мы получили функцию, зависящую от наибольшей высоты воронки и наибольшего радиуса предполагая, что эти величины известны. Все величины, входящие в функцию (1) имеют размерность. И интегрирование пришлось выполнять «вручную». Если функцию «обезразмерить», то можно применить математический пакет Maple или MathCAD. Самые распространенные пакеты Maple и MathCAD. MathCAD – это популярная система компьютерной математики, предназначенная для автоматизации решения математических задач в самых различных областях науки, техники и образования. В среде MathCAD доступны более сотни операторов и логических функций, предназначенных для численного и символьного решения математических задач различной сложности [3, 9].

Выбор функции x^3 из рисунка 1 также возможен. Достаточно развернуть оси координат. Тогда по оси OX будет располагаться высота воронки h , а по оси OY — радиус. Получим

$$\bar{r} = a + (1 - a)\xi^3, \text{ где } \frac{x}{h_m} = \xi, \bar{r} = \frac{r(x)}{r_0}, a = \frac{r_0}{r_m}.$$

При составлении данной функции в граничных условиях предполагалось, что существует начальный радиус воронки, тем не менее он может равняться нулю, тогда параметр a тоже равен 0:

$$\bar{r} = \xi^3.$$

Вычислим площадь поверхности вращения функции $\bar{r} = \xi^3$ относительно оси ξ с помощью пакета MathCAD (рис. 2)

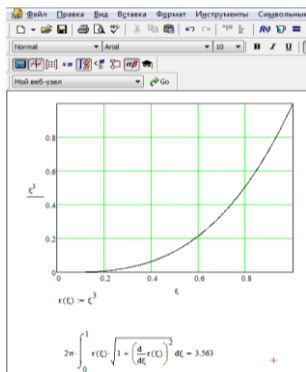


Рисунок 2 – Окно пакета MathCAD

Универсальность предложенной математической модели позволяет применять ее как для переходников труб, их профилей, так и для косинусного излучателя [7] спектр применения, которого медицины (при изучении акустических свойств органов слуха и речи) до автомобильных муфт сцепления (проверка на предмет целостности границ в диске сцепления).

Список литература:

1. <http://ventilsystem.ru/ventilyaciya/elementy/ventilyacionnyj-deflektor.html>.
2. Павлова, Т. А. Применение пакета MATHCAD при решении кратных интегралов. / Т. А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Современные проблемы гуманитарных знаний. Материалы I всероссийской (С международным участием) конференции. 2016. С. 61-65.
3. Павлова, Т.А. Математический язык в исследовании живой природы. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Образование: традиции и инновации. Материалы VI международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Уварина Н.В. 2014. С.364-365.
4. Павлова, Т.А. Компетентностный подход в математической подготовке. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т.12. №2. С. 53-54.
5. Павлова, Т.А. Некоторые проблемы компетентностного подхода в математической подготовке: традиции и инновации. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Инновации в образова-

нии. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2016. С. 123-1257

6. Павлова, Т.А. Некоторые аспекты применения моделирования при принятии решений. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Инновации в образовании. Материалы IX научно-практической конференции. 2017. С. 84-87.

7. Уварова, М.Н. Применение линейного программирования для решения задач оптимизации сельскохозяйственной продукции. / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова.// В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. 2014. С.47-55.

8. Уварова, М.Н. Лабораторный практикум. Методические указания для студентов инженерных специальностей к лабораторным работам по математике. / М.Н. Уварова, Е.В. Александрова, Т.А. Павлова, Т.И. Волынкина, Т.В. Карнюшкина, Н.Н. Петрушина.// Орел. 2009. Том Часть 2.

9. Уварова, М.Н. Кратные и криволинейные интегралы. / М.Н. Уварова, Е.В. Александрова.// Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по математике. Орловский филиал института содержания и методов обучения Российской академии образования. Орел. 2010.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Т.А. Павлова, кандидат технических наук, доцент

Ш. Яшузакова

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

MATHEMATICAL MODELING OF THE STABILITY OF BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES FOR SUPPORT OF THE OPTIMUM STATE

T.A. Pavlova, candidate of technical Sciences, associate Professor

Sh. Yashuzakova

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: для реализации микробиологических про-

Abstract: for the implementation of microbiological pro-

цессов, связанных с микробиологическим синтезом, необходимо их постоянное функционирование в устойчивом состоянии. Математическое моделирование позволяет прогнозировать показатели процесса в определённый период.

Ключевые слова: биотехнологии, математическое моделирование, устойчивость.

cesses associated with microbiological synthesis, their continuous operation in a stable state is necessary. Mathematical modeling allows you to predict the performance of the process in a certain period.

Keywords: biotechnology, mathematical modeling, stability.

На сегодняшний день, биотехнологии развиваются в различных направлениях. Это обусловлено необходимостью улучшения существующих процессов, а также разработкой новых, для достижения поставленных задач. Одним из необходимых направлений в биотехнологии на сегодня, является увеличения показателей стабильности протекания реакций и прогнозирование процессов, протекающих во время реакции, а также их последствий.

Устойчивость необходимая для поддержания оптимального состояния микробиологических процессов на производстве чрезвычайно важна [1, 8].

Возможность контролирования устойчивости при помощи технологического обеспечения микробиологических реакций было бы невозможно без использования сильного теоретического математического аппарата.

В данной статье рассматривается методика оценки устойчивости микробиологического процесса.

Уравнение математической модели синтеза микробиологического синтеза будет выглядеть следующим образом: [5]

$$\frac{dX}{dt} = -D * X + \mu * X = F_1(X, S, P), (1)$$

$$\frac{dS}{dt} = D(S_f - S) - \frac{1}{Y_X} \mu * X = F_2(X, S, P), (2)$$

$$\frac{dS}{dt} = -D * P + (\alpha * \mu - \beta)X = F_3(X, S, P), (3)$$

где $D = Q/V$, x^{-3} ; V – объем заполнения реактора, m^3 ; Q – объемная скорость поступающего потока $m^3/ч$; μ – удельная скорость роста биомассы, $ч^{-1}$; Y_X – стехиометрический коэффициент $г/г$; X, S, P – концентрация биомассы, субстрата и продукта соответственно на

выходе из реакции, г/л; S_f – концентрация субстрата в потоке, поступающем в реактор, г/л; α, β – константы.

$$\mu = \mu_{max} (1 - P/P_m) \frac{K_i * S}{K_m * K_i + K_i * S + S^2}, (4)$$

где μ_{max} – максимальная удельная скорость роста, ч⁻¹; P_m – константа насыщения продукта, г/л; K_i – константа ингибирования субстрата, г/л; K_m – константа насыщения субстрата, г/л.

Стационарные условия процесса:

$$\frac{dX}{dt} = \frac{dS}{dt} = \frac{dP}{dt} = 0. (5)$$

Оптимально стабильное состояние микробиологического процесса будет соответствовать максимальной продуктивности Q_p , по основному продукту P [2]:

$$Q_p = D * P = max.$$

Для того чтобы вычислить показатели необходимые для протекания микробиологических процессов в оптимальных условиях необходимо воспользоваться следующими уравнениями:

$$S_{opt} = (K_m * K_i)^{1/2} (6)$$

$$D_{opt} = \frac{\mu_{max}}{2} * \frac{1}{1+2(K_m K_i)^{1/2}} (7)$$

$$P_{opt} = P_m/2 (8)$$

$$X_{opt} = \frac{\mu_{max} * P_m}{2\{\alpha * \mu_{max} + 2 * \beta [1 + 2(K_m/K_i)^{1/2}]\}} (9)$$

$$S_f^{opt} = (K_m * K_i)^{1/2} + \frac{\mu_{max} * P_m}{2\{\alpha * \mu_{max} + 2 * \beta [1 + 2(K_m/K_i)^{1/2}]\}} (10)$$

Для того чтобы продолжить решение, необходимо использовать такое понятие, как «устойчивость по Ляпунову» [3, 10].

Формулировка устойчивости по Ляпунову будет иметь следующий вид. Невозмущенное движение, представлено под формулами 1-3 при условии 5 устойчиво по Ляпунову только в том случае, если для любого значения $\epsilon > 0$ найдется такое значение $\delta > 0$, при котором разность координат невозмущенного и возмущенного движений будет меньше ϵ при любом значении t : $t_0 \leq t < +\infty$. Если данное условие выполняться не будет, то движение реакции будет не устойчиво [6].

Теория дифференциальных уравнений предоставляет возможность оценить устойчивость протекать микробиологического процесса по Ляпунову не прибегая к интегрированию систем, предоставленных по номерам 1-3 [1, 9, 11].

Подробный расчет в данной статье не приводиться. Это связано с объемом расчетов. Результаты вычислений показаны на рис. 1–3: рис. 1 – зависимости $\delta_1^0, \delta_2^0, \delta_3^0$ при $\delta_1^0 = \pm 0,01; \delta_2^0 = \delta_3^0 =$

0,0; рис. 2 – зависимости $\delta_1^0, \delta_2^0, \delta_3^0$ при $\delta_2^0 = 0,01; \delta_1^0 = \delta_3^0 = 0,0$; рис. 3 – зависимости $\delta_1^0, \delta_2^0, \delta_3^0$ при $\delta_3^0 = \pm 0,01; \delta_2^0 = \delta_1^0 = 0,0$ [4].

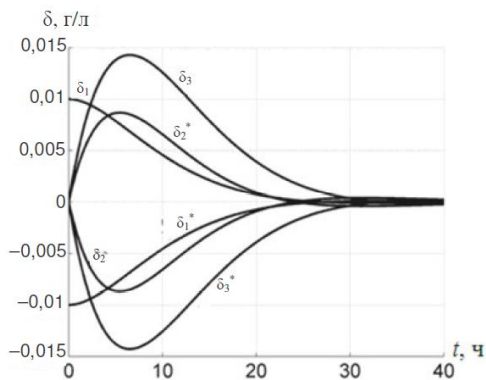


Рисунок 1 – Переходный процесс:

при $\delta_1^0 = 0,01; \delta_2^0 = \delta_3^0 = 0,0$ – линии $\delta_1^0, \delta_2^0, \delta_3^0$;
 при $\delta_1^0 = -0,01; \delta_2^0 = \delta_3^0 = 0,0$ – линии $\delta_1^*, \delta_2^*, \delta_3^*$

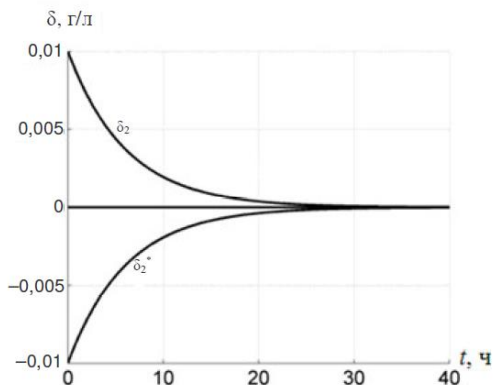


Рисунок 2 – Переходный процесс:

при $\delta_2^0 = 0,01; \delta_1^0 = \delta_3^0 = 0,0$ – линия δ_2^0 ;
 при $\delta_2^0 = -0,01; \delta_1^0 = \delta_3^0 = 0,0$ – линия δ_2^*

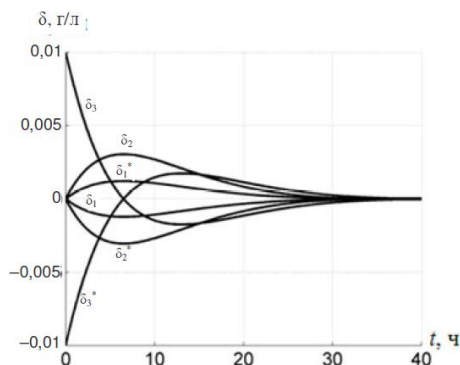


Рисунок 3 – Переходный процесс:

при $\delta_3^0 = 0,01$; $\delta_2^0 = \delta_1^0 = 0,0$ – линии δ_1 , δ_2 , δ_3 ;
 при $\delta_3^0 = -0,01$; $\delta_2^0 = \delta_1^0 = 0,0$ – линии δ_1^* , δ_2^* , δ_3^*

Рассмотренная в статье способ оценки протекания микробиологических реакций в технологическом процессе при помощи математического моделирования, является относительно общим. Но стоит понимать, что он очень важен для различных производств, связанных с биотехнологией. Это связано с существующими сложностями в получении необходимых данных используя аналитические решения, а также практически невозможно при использовании экспериментального способа [7].

Список литературы

1. Гордеева Ю. Л. Моделирование непрерывного процесса биотехнологического получения молочной кислоты / Ю. Л. Гордеева, Ю. А. Ивашкин, Л. С. Гордеев // Теоретические основы химической технологии. 2012. Т. 46, №3.
2. Гордеева Ю. Л. Моделирование периодического процесса микробиологического синтеза с нелинейной кинетикой роста микроорганизмов / Ю. Л. Гордеева, Ю. А. Ивашкин, Л. С. Гордеев, М. Б. Глебов, М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011.
3. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости / Б. П. Демидович. М.: Издательство МГУ, 1998.
4. Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений / В. В. Степанов. М.: ЛКИ, 2008.

5. Фельдбаум А. А. Теоретические основы связи и управления / А. А. Фельдбаум, А. Д. Дудькин, А. П. Мановцев, Н. Н. Мирлобов, М.: Гос. Изд-во физ.-мат. лит., 1963.
6. Асонов, Н.Р. Микробиология / Н.Р. Асонов – М.: Колос, 2011.
7. Песнякевич, А.Г. Современная биотехнология и генетическая инженерия. / А.Г. Песнякевич. – Минск: БГУ, 2010.
8. Павлова, Т.А. Некоторые аспекты применения моделирования при принятии решений. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Инновации в образовании. Материалы IX научно-практической конференции. 2017. С. 84-87.
9. Уварова, М.Н. Применение линейного программирования для решения задач оптимизации сельскохозяйственной продукции. / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова.// В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. 2014. С.47-55.
10. Уварова, М.Н. Лабораторный практикум. Методические указания для студентов инженерных специальностей к лабораторным работам по математике / М.Н. Уварова, Е.В. Александрова, Т.А. Павлова, Т.И. Волынкина, Т.В. Карнюшкина, Н.Н. Петрушина // Орел. 2009. Том 1. Часть 2.
11. Уварова, М.Н. Кратные и криволинейные интегралы / М.Н. Уварова, Е.В. Александрова.// Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по математике. Орловский филиал института содержания и методов обучения Российской академии образования. Орел. 2010.

СЕЯЛКИ ПРЯМОГО ВЫСЕВА

**А. М. Полохин, кандидат технических наук, доцент
Р. А. Ноздрачев, А. Н. Ховрин
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

DIRECT SEED DRILLS

**A.M. Polokhin, candidate of technical Sciences,
associate Professor
R. A. Nozdrachev, A. N. Hovrin
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: посев сель-

Abstract: sowing of agri-

скохозийственных растений важнейшая агротехническая операция, от которой в сильной степени зависит урожай. Посев бывает весенний (яровых культур) и осенний (озимых культур). Сроки сева имеют решающее значение в повышении урожайности. Ранний и сверхранний посев яровых зерновых культур (пшеницы, овса, ячменя) в засушливых и полузасушливых районах обязательное условие агротехники. Сроки посева озимых (озимая пшеница, рожь, ячмень) определяются местоположением района: чем севернее расположен район, тем сев озимых производится раньше, чтобы при коротком лете дать растениям возможность пойти под зиму в хорошо развитом состоянии. Конкретные сроки сева по каждой группе культур для каждого р-на разрабатываются земельными органами.

Ключевые слова: сев, сеялка, сошник, дисковый сошник, чизельные сошники, зерновые культуры, бороздка, почва.

cultural plants is the most important agro technical operation, on which the crop is highly dependent. Sowing is spring (spring crops) and autumn (winter crops). Time of sowing is crucial in improving productivity. Early and early sowing of spring crops (wheat, oats, barley) in arid and semi-arid areas is a prerequisite for agricultural machinery. The terms of sowing of winter crops (winter wheat, rye, barley) are determined by the location of the district: the North is the area, the sowing of winter crops is made earlier, so that in the short summer to give plants the opportunity to go for the winter in a well-developed state. The land authorities develop specific terms of sowing for each group of crops for each district.

Keywords: sowing, seed drill, coulters, and disc coulters, chisel coulters, grain crops, groove the soil.

Сеялки прямого высева представляют собой почвообрабатывающий комплекс, который позволяет сократить время и снизить расход топлива на предпосевную обработку почвы и сам посев, за счет своей технологической многофункциональности.

Сеялка прямого посева используется при технологии нулевой обработки почвы [1]. Стоит отметить что посев семян даже в частично подготовленную почву уже не считается прямым. По виду высеваящих систем, сеялки прямого посева бывают как с механическими высеваящими аппаратами с индивидуальным до-

зированием посевного материала на каждый сошник, так и с централизованным дозированием и пневматическим транспортированием посевного материала в сошники [2]. По типу рабочих органов сеялки для прямого посева бывают двух видов с дисковыми (рис. 1) и чизельными сошниками (рис. 2). Посев зерновых культур осуществляется рядовым способом сеялками с дисковыми сошниками с междурядьем 17-19 см и сеялками с чизельными сошниками с междурядьем 19-25 см.

Для повышения качества работы дисковых сошников прямого посева, их производители постоянно работают над совершенствованием конструкций в частности, компания «John Deere» сеялки моделей 1890, 1895 оборудует однодисковыми сошниками с наклонными в двух плоскостях дисками, что позволяет улучшить их заглабление и очищать посевную борозду от соломистых и других пожнивных остатков [3]. Конструкция сошника для прямого посева компании «Bourgault» также содержит один плоский диск и два обрезиненных катка. плоский диск, установленный с малым углом атаки, формирует посевную бороздку, в которую вносится посевной материал. Катки расположены относительно диска таким образом, что первым катком обеспечивается закрытие почвой посевного материала в бороздке, а вторым уплотнение почвы с семенами. Основными производителями специализированных сеялок для прямого посева с дисковыми сошниками являются компании «Amazone» (Германия), "kuhn» (Франция), «Morris», "Bourgault» (Канада) "Great Plains «John Deere» «Sunflower» (США), «Dolbi» «Crucianelli» (Аргентина) и др.



Рисунок 1 – Дисковые сошники

У второго вида специализированных сеялок для прямого посева образование посевных борозд и высев семян в них осуществляют рабочие органы в виде чизельных сошников, с заделкой и по-

следующим уплотнением почвы прикатывающими катками. Для повышения долговечности рабочая часть сошников снабжена накладками из износостойких материалов, например из карбида вольфрама. Чизельные сошники интенсивнее рыхлят почву, чем дисковые, что приводит к более существенным потерям почвенной влаги при посеве. Поэтому такие сеялки предпочтительнее для условий с более высоким увлажнением. При наличии большого количества растительных остатков чизельные сошники склонны к забиванию почвенно-растительной массой поэтому для повышения проходимости на таких сеялках применяется четырех или пяти рядная расстановка рабочих органов, что сопровождается ростом габаритов сеялки. Для заглабления чизельных сошников не требуется столь значительная вертикальная нагрузка, как для дисковых. Сеялки такого вида имеют более низкую в 1,5-2 раза удельную массу, чем машины с дисковыми рабочими органами. Сеялки для прямого посева с чизельными сошниками выпускают фирмы «Amazone» (Германия) и «naubuster» Канада), «Spring Ridge Engineering» (Австралия).



Рисунок 2 – Чизельный сошник

Данная почвообрабатывающая сельскохозяйственная машина за один проход подготавливает почву к посеву, производит посев и заделку зерна с уплотнением верхних слоев почвы. Что позволяет получить качественную заделку зерна и уплотненный верхний слой, обеспечив равномерность всходов. А также исключает предпосевное дискование и послепосевное уплотнение верхних слоев почвы как отдельный вид операции, требующий времени. Время для аграриев ценный ресурс т.к. агротехнические сроки очень сжаты.

Список литературы:

1. Калашникова, Н.В. Усовершенствование высевающего аппарата пневматической сеялки точного высева [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, П.П. Канунников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. - № 3. С. 4-5
2. Калашникова, Н.В. Совершенствование однозернового посева семян кукурузы [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2006. - № 1 (1). С. 37-39.
3. Калашникова, Н.В. Современные зерноуборочные комбайны [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, Ю.А. Юдин // Сб: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 150-154.

СОВРЕМЕННЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ. ВЭМЗ КПП-8В И КОРММАШ КПС-4-3Р

А.М. Полохин, кандидат технических наук, доцент
Н.Д. Шманев, Д.А. Анненков
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

MODERN AGRICULTURAL MACHINES. VEMP KPP-8V AND KORMMASH KPS-4-3R

A. M. Polokhin, candidate of technical Sciences, associate Professor
N. D. Shmanev, D. A. Annenkov
Orel state agrarian University named after N.V. Parahin,
Russia, Orel

Аннотация: во все времена сельское хозяйство занимало ключевое место в жизни человека. Поэтому в этой статье мы поговорим о таких важных сельскохозяйственных машинах, как культиваторы.

Ключевые слова: культиватор, сельское хозяйство, машина, паровой культиватор.

Abstract: at all times, agriculture occupied a key place in human life. Therefore, in this article we will talk about such important agricultural machines as cultivators.

Keywords: Cultivator, Agriculture, machine, steam cultivator.

Сельское хозяйство – это одна из основных отраслей современной промышленности [1]. Без него человечество уже давно бы вымерло от голода. Оно появилось уже очень давно, но при этом развивается и по сей день.

Данная отрасль включает в себя все самые современные достижения науки. А ведь изначально преобладал исключительно ручной труд. Но сейчас его уже абсолютный минимум. С каждым годом совершенствуются сельскохозяйственная техника, технология возделывания тех или иных культур, производятся новые корма, появляются удобрения и т.д. [2]. Появляются новые почвообрабатывающие машины, разного рода сеялки и т.п. Совершенствуются технологии высева семян в почву [3]. Это крайне важный процесс, поскольку от него зависит будущий урожай. Существуют пневматические сеялки точного высева, пропашные сеялки, специальные сеялки, зерновые сеялки и т.д. [4].

Сельскохозяйственные машины – это основная ударная единица сельского хозяйства. Сейчас их существует великое множество и все они выполняют различные функции. В данной статье мы хотим сравнить два паровых культиватора, один – КПП-8В, другой – КПС-4-ЗР.

Принципиальным отличием данных культиваторов является их ширина захвата, у первого - 8 м, у второго – 4 м. Но при этом их рабочие характеристики близки.

В таблице 1 представлены основные технические характеристики культиваторов. Культиватор КПП-8В агрегируется с тракторами 3-го тягового класса, а в свою очередь КПС-4-ЗР агрегируется с тракторами 2-го тягового класса. У данных культиваторов есть свои преимущества и недостатки. К плюсам КПС-4-ЗР относится малое ресурсопотребление, достаточно высокая рабочая скорость, удобство транспортировки. Он проигрывает культиватору КПП-8В шириной захвата, глубиной обработки и производительностью. Одним существенным недостатком КПП-8В является его цена. Он дороже КПС-4-ЗР в 3-4 раза.

Из вышесказанного следует то, что культиватор КПС-4-ЗР целесообразно использовать в небольших фермерских хозяйствах. Поскольку цена и качество данной машины способствуют этому. В свою очередь КПП-8В можно использовать в крупных хозяйствах с большими посевными площадями. К тому же при своей работе он потребляет достаточно большую мощность 41,3...65,4 кВт.

Данные культиваторы уступают по своим характеристикам зарубежным аналогам. Отечественные машины выигрывают лишь

в цене. Но надёжность, например, культиватора Centaur 5001 Амазон, значительно выше российских.

Таблица 1 – Технические характеристики

№	Наименование	КПС-4ЗР	КПП-8В
1	Рабочая ширина захвата, м	4,05-4,08	8,0
2	Глубина культивации и рыхления, см	от 5 до 12	6...12
3	Глубина обработки зубовыми пружинными боронами, см	от 4 до 8	7,5...11,1
4	Производительность за час чистой работы, га	5,5	от 8,06 до 8,19
5	Рабочая скорость, км/ ч	до 15	от 6 до 12
6	Транспортная скорость в зависимости от дорожных условий , км/ ч	не более 15	до 20
7	Габаритные размеры, мм (без установленных борон) В рабочем положении: Длина Ширина Высота В транспортном положении: Длина Ширина Высота	 3940 4050 1050 3940 4050 1250	 7460 8000 1270 7370 4310 2260
8	Масса культиватора (без борон и катков), кг	930	1810
9	Обслуживающий персонал	1 чел	1 чел
10	Транспортный просвет, мм	250	300
11	Ширина колеи, мм	2700	

Из всего вышесказанного следует, что культиваторы – это крайне важные сельскохозяйственные машины и к их выбору надо подходить крайне ответственно. Надо правильно рассчитывать свой бюджет, точно ставить свои цели и только потом мониторить рынок техники.

Список литературы:

1. Калашникова, Н.В. Современные зерноуборочные комбайны [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, Ю.А. Юдин // Сб: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 150-154.
2. Калашникова, Н.В. Совершенствование технологии широкополосного посева зерновых [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, А.В. Самонаев // Сб: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. 2009. - С. 75-78.
3. Калашникова, Н.В. Совершенствование однозернового посева семян кукурузы [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2006. - № 1 (1). С. 37-39.
4. Калашникова, Н.В. Усовершенствование высевающего аппарата пневматической сеялки точного высева [Текст] / Н.В. Калашникова, А. М. Полохин, П.П. Канунников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. - № 3. С. 4-5.

УДК 621.3.017-047.44:621.311.1

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ФИЛИАЛА ПАО «МРСК ЦЕНТРА» - «ОРЕЛЭНЕРГО» СОСКОВСКИЙ РЭС

А.И. Псарев, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина», Россия, г. Орёл

ANALYSIS OF LOSS OF ELECTRICITY IN ELECTRICAL NETWORKS OF BRANCH OF PJSC «IDGC CENTER» - «ORLENENGO» OF SOSKOVSKY RES

A.I. Psarev, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: в статье рассмотрены фактические потери электроэнергии в распределительных электрических сетях

Abstract: the article considers the actual power losses in the distribution grids of the Soskovsky Distribution Zone of the branch of

Сосковского РЭС филиала ПАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго». Проанализирована динамика потерь Сосковского РЭС.

Ключевые слова: фактические потери электроэнергии, динамика сокращения потерь электроэнергии.

IDGC of Center, JSC - Orelenargo. The dynamics of losses of the Soskovsky Distribution Zone.

Keywords: actual losses of electric power, dynamics of reduction of energy losses.

В работах российских авторов [1-15, 17-23] указывается, что вопрос сокращения потерь электроэнергии является актуальной задачей, как для сетевых компаний, так и для потребителей.

Целью статьи является анализ потерь электроэнергии в электрических сетях Сосковского РЭС. Для решения выше указанной цели необходимо определить фактические потери электроэнергии и проанализировать их динамику.

Для анализа потерь электроэнергии в Сосковском РЭС определим согласно [16] фактические потери электроэнергии. Результаты фактических потерь электроэнергии в Сосковском РЭС представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Технические потери электроэнергии в электросетевом комплексе Сосковского РЭС имеют примерно следующий вид: в трансформаторах потери электроэнергии составляют 26 %, в линиях электропередачи потери составляют 64 %, а остальные составляют 10 % – потери в электрооборудовании подстанций и сетей (собственные нужды подстанций, коронный разряд, компенсирующие устройства, токоограничивающие реакторы, измерительные трансформаторы напряжения и тока).

Таблица 1 – Фактические потери электроэнергии в Сосковском РЭС

Год	Потери электроэнергии за 1 кв., %	Потери электроэнергии за 2 кв., %	Потери электроэнергии за 3 кв., %	Потери электроэнергии за 4 кв., %	Итого за год, %
2013	47,47	48,47	41,91	35,54	45,27
2014	39,89	32,69	32,05	41,15	37,17
2015	35,18	32,17	28,35	37,17	33,57
2016	34,28	27,94	27,85	34,54	31,63
2017	29,53	28,69	35,26	-	-

Согласно таблице 1 в 2017 г. наблюдается тенденция к увеличению фактических потерь в Сосковском РЭС, но в 2015-2016 г.г. наблюдается снижение фактических потерь электроэнергии. Этому способствовали мероприятия по обнаружению хищения электроэнергии потребителями, а так же модернизация электросетевого комплекса Сосковского РЭС.

Динамика потерь электроэнергии в натуральном выражении представлена на рисунке 1.

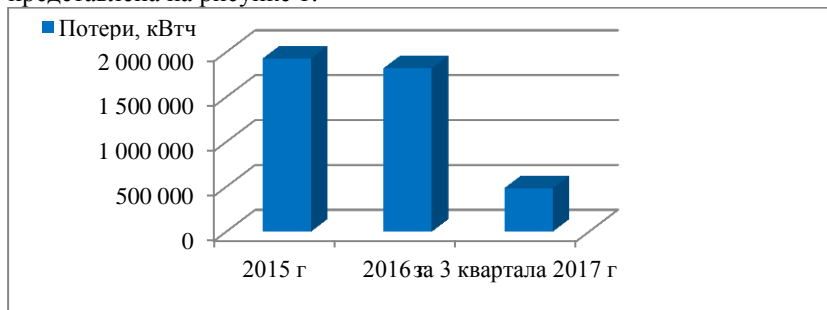


Рисунок 1 – Динамика потерь электроэнергии в Сосковском РЭС

Положительная динамика сокращения фактических потерь электроэнергии в 2015-2016 г.г. связана с реализацией множества мероприятий, направленных на снижение уровня потерь электроэнергии в Сосковском РЭС. В частности, сократить фактические потери удалось благодаря:

- установке высокоточных приборов учета на границе балансового разграничения потребителя с энергоснабжающей организацией;
- замене и реконструкция подстанций и КТП;
- оптимизации рабочего напряжения питающих центров;
- замене устаревших ВЛ на ВЛИ;
- увеличением количества проверок безучетного и бездоговорного потребления электроэнергии.

Список литературы:

1. Виноградов А.В., Бородин М.В., Волченков Ю.А., Пешехонова Ж.В. Совершенствование деятельности по энергосбережению и по осуществлению технологических присоединений филиала ОАО "МРСК Центра" - "Орелэнерго": монография. Орёл: Изд-во Орёл ГАУ, 2015. С. 195.

2. Бородин М.В. Повышение эффективности функционирования систем электроснабжения посредством мониторинга качества электроэнергии / автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.09.03 / Липецкий государственный технический университет. Липецк, 2013. – с.18
3. Бородин М.В., Волченков Ю.А., Виноградов А.В. Разработка мероприятий по сокращению потерь электроэнергии в филиале ОАО "МРСК Центра"-«Орелэнерго» / Вестник аграрной науки Дона. 2015. Т. 4. № 32. С. 27-34.
4. Бородин М.В., Волченков Ю.А., Виноградов А.В. Разработка мероприятий по сокращению потерь электроэнергии в филиале ОАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго» / Вестник НГИЭИ. 2015. № 8 (51). С. 5-11.
5. Бородин М.В. Определение эксплуатационных и капитальных вложений при внедрении способов и средств корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества / В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 352-355.
6. Бородин М.В. Анализ потерь электроэнергии в электрических сетях Орловского РЭС филиала ПАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго» / Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 4 (17). С. 46-53.
7. Виноградов А.В., Бородин М.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества и алгоритм её реализации / В сборнике: Moderní vymoženosti vědy – 2013 Materiály IX mezinárodní vědecko-praktická konference. 2013. С. 7-11.
8. Бородин М.В., Виноградов А.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества / Техника в сельском хозяйстве. 2013. № 5. С. 17-20.
9. Виноградов А.В., Бородин М.В., Большев В. Способ управления качеством электрической энергии / Техника в сельском хозяйстве. 2014. № 4. С. 30-31.
10. Бородин М.В., Шабаетов М.М. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников сельскохозяйственного производства / В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 356-360.

11. Бородин М.В. Принцип корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества / Научный вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК . 2013. № 184-1. С. 165-171.
12. Бородин М.В., Зелюкин В.И. Обеспечение качества электроэнергии в системах электроснабжения / Агротехника и энергообеспечение. 2014. Т. 1. № 1. С. 440-442.
13. Бородин М.В., Урюпин Н.С. Обоснование энергоэффективного сечения линий электропередач при отклонениях напряжения $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ / Вестник НГИЭИ. 2018. № 2 (81). С. 20-29.
14. Гришин А.В., Бородин М.В. Технологический аспект сбережения энергоресурсов / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Современные проблемы обеспечения экологической безопасности. Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. С. 104-106.
15. Виноградов А.В., Бородин М.В., Юров Д.Ю. Перспективы развития систем учёта электроэнергии / Вести высших учебных заведений Черноземья. 2012. № 2. С. 10-15.
16. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.12.2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям».
17. Бородин М.В., Семенов А.Е. Организация и управление деятельностью энергослужб. Курсовое и дипломное проектирование Орел, 2017. 78 с.
18. Бородин М.В., Шабаев М.М. Сертификация качества электроэнергии / Агротехника и энергообеспечение. 2014. Т. 1. № 1. С. 466-468.
19. Астахов С.М., Щербаков А.С., Бородин М.В. Блок обработки данных системы дистанционного контроля режимов работы распределительной сети 10 кВ / В сборнике: Энергообеспечение и безопасность Сборник материалов II Международной выставки-Интернет-конференции. 2008. С. 18-21.
20. Виноградов А.В., Бородин М.В. Статистическая обработка результатов измерения качества электроэнергии / Вести высших учебных заведений Черноземья. 2013. № 4. С. 14-20.
21. Беликов Р.П., Фомин И.Н. Использование средств контроля и коммутации для дистанционного отыскания и устранения повреждений применительно к разветвленным электрическим сетям 6(10) кВ / Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 4 (17). С. 77-86.

22. Фомин И.Н., Беликов Р.П., Михайлова Ю.Л. Подключение ответственных сельскохозяйственных потребителей к резервной электростанции / Вестник аграрной науки. 2018. № 1 (70). С. 59-64.

23. Глыбина Ю.Н., Беликов Р.П., Фомин И.Н. Анализ видов и количества повреждений в электрических сетях класса напряжения 6-10КВ / Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 3 (16). С. 43-49.

УДК 621.3.017-047.44:621.311.1

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ФИЛИАЛА ПАО «МРСК ЦЕНТРА» - «ОРЕЛЭНЕРГО» КРОМСКОЙ РЭС

**А.Е. Семенов, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

ANALYSIS OF LOSS OF ELECTRICITY IN ELECTRICAL NETWORKS OF BRANCH OF PJSC «IDGC CENTER» - «ORLENENGO» OF KRAM RES

**A. E. Semenov, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: снижение потерь электроэнергии в электросетевом комплексе энергоснабжающих компаний является приоритетной задачей наряду с бесперебойным и качественным электроснабжением. В статье представлена динамика потерь электроэнергии в Кромском РЭС ПАО «МРСК Центра» - «Орелэнерго».

Ключевые слова: потери электроэнергии, фактические потери электроэнергии, динамика сокращения потерь электроэнергии.

Abstract: reduction of power losses in the power grid complex of power supply companies is a priority task along with uninterrupted and high-quality power supply. The article presents the dynamics of electricity losses in Crowskom RES PJSC "IDGC of Center"- "Orelenergo".

Keywords: power losses, actual power losses, dynamics of reduction of power losses.

Определение потерь электроэнергии в электросетевом комплексе энергоснабжающих организаций является не простым мероприятием. Так при расчете потерь необходимо учитывать структуру и специфику электрических потерь в различных элементах сетевой инфраструктуры, а так же статистические данные по составу оборудования находящегося на балансе РЭС. Существующие методы расчета потерь электроэнергии, уровней отклонения напряжения, потерь мощности в электрических сетях должны быть в максимальной степени адаптированы к имеющимся в условиях эксплуатации сетей схемным и режимным параметрам [3, 4]. В работах авторов [1-15, 17, 18, 19, 20] указывается, что снижение потерь электроэнергии в электросетевом комплексе энергоснабжающих организаций является актуальной задачей.

Технические потери электроэнергии в электросетевом комплексе Кромского РЭС можно представить в следующем виде: в трансформаторах потери электроэнергии составляют 27 %, в линиях электропередачи потери составляют 62 %, а остальные составляют 11 % – потери в электрооборудовании подстанций и сетей (токоограничивающие реакторы, компенсирующие устройства, собственные нужды подстанций, коронный разряд, измерительные трансформаторы напряжения и тока). Согласно [3, 4, 6] отчетные (фактические) потери в электросетевом комплексе филиала ПАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго» Кромской РЭС (далее Кромской РЭС) прежде всего вызваны: недогрузкой трансформаторов ТП 10/0,4 кВ, заниженными сечениями проводов и кабелей, погрешностью средств измерения электрической энергии, высокой протяженностью линий электропередач, несимметричными режимами как по нулевой так и обратной последовательности, хищениями электроэнергии и отсутствием программ по сокращению потерь электроэнергии в РЭС.

Для анализа потерь электроэнергии в Кромском РЭС определим согласно [16] фактические потери электроэнергии. Результаты расчета фактических потерь электроэнергии в Кромском РЭС представлены в таблице 1.

Результаты расчётов, представленные в таблице 1, позволяют сделать вывод, что в Кромском РЭС наблюдается динамика снижения потерь электроэнергии, эта динамика наблюдается почти за все анализируемые года. Суммарно потери электроэнергии в натуральном выражении составили: 2015г – 7204509 кВт·ч, 2016г – 7873866 кВт·ч, за три квартала 2017г - 6398797 кВт·ч.

Таблица 1 – Фактические потери электроэнергии в Кромском РЭС

Год	Потери электроэнергии за 1 кв., %	Потери электроэнергии за 2 кв., %	Потери электроэнергии за 3 кв., %	Потери электроэнергии за 4 кв., %	Итого за год, %
2015	20,08	14,40	12,63	18,33	16,66
2016	20,47	14,09	12,38	19,01	16,79
2017	20,32	18,39	14,64	-	-

Положительная динамика снижения фактических потерь за анализируемые периоды обусловлена реализацией мероприятий, направленных на снижение уровня потерь электроэнергии. Так снизить потери электроэнергии в Кромском РЭС удалось благодаря:

- увеличению количества выездов по обнаружению хищения электроэнергии потребителями;
- установке современных приборов учета количества потребленной электроэнергии с высоким классом точности;
- замене недогруженных трансформаторов ТП 10/0,4 кВ на маломощные;
- замене устаревших ВЛ на ВЛИ;
- уменьшению разброса напряжения на ТП 10/0,4 кВ.

Для сохранения положительной динамики снижения фактических потерь в Кромском РЭС должна быть разработана и принята программа по снижению фактических потерь электроэнергии.

Список литературы:

1. Семенов А.Е. Организация эксплуатации и обслуживания электрических сетей / В сборнике: Энергообеспечение и строительство Сборник материалов III Международной выставки-Интернет-конференции. Памяти профессора В.Г. Васильева (к 60-летию со дня рождения). 2009. С. 65-67.
2. Виноградов А.В., Бородин М.В., Волченков Ю.А., Пешехонова Ж.В. Совершенствование деятельности по энергосбережению и по осуществлению технологических присоединений филиала ОАО "МРСК Центра" - "Орелэнерго": монография. Орёл: Изд-во Орёл ГАУ, 2015. С. 195.
3. Бородин М.В., Волченков Ю.А., Виноградов А.В. Разработка мероприятий по сокращению потерь электроэнергии в филиале ОАО "МРСК Центра"- "Орелэнерго" / Вестник аграрной науки Дона. 2015. Т. 4. № 32. С. 27-34.

4. Бородин М.В., Волченков Ю.А., Виноградов А.В. Разработка мероприятий по сокращению потерь электроэнергии в филиале ОАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго» / Вестник НГИЭИ. 2015. № 8 (51). С. 5-11.
5. Семенов А.Е. Анализ и пути повышения эффективности системы электроснабжения знаменского района / В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения Орел, 2007. С. 153-156.
6. Бородин М.В. Анализ потерь электроэнергии в электрических сетях Орловского РЭС филиала ПАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго» / Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 4 (17). С. 46-53.
7. Виноградов А.В., Бородин М.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества и алгоритм её реализации / В сборнике: Moderní vymoženosti vědy – 2013 Materiály IX mezinárodní vědecko-praktická konference. 2013. С. 7-11.
8. Бородин М.В., Виноградов А.В. Корректировка стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от ее качества / Техника в сельском хозяйстве. 2013. № 5. С. 17-20.
9. Виноградов А.В., Бородин М.В., Большев В. Способ управления качеством электрической энергии / Техника в сельском хозяйстве. 2014. № 4. С. 30-31.
10. Бородин М.В., Шабаев М.М. Сертификация качества электроэнергии / Агротехника и энергообеспечение. 2014. Т. 1. № 1. С. 466-468.
11. Бородин М.В. Принцип корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества / Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК . 2013. № 184-1. С. 165-171.
12. Бородин М.В., Зелюкин В.И. Обеспечение качества электроэнергии в системах электроснабжения / Агротехника и энергообеспечение. 2014. Т. 1. № 1. С. 440-442.
13. Бородин М.В., Урюпин Н.С. Обоснование энергоэффективного сечения линий электропередач при отклонениях напряжения $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ / Вестник НГИЭИ. 2018. № 2 (81). С. 20-29.
14. Гришин А.В., Бородин М.В. Технологический аспект сбережения энергоресурсов / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Современные проблемы обеспечения экологической безопасности. Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. С. 104-106.

15. Виноградов А.В., Бородин М.В., Юров Д.Ю. Перспективы развития систем учёта электроэнергии / Вести высших учебных заведений Черноземья. 2012. № 2. С. 10-15.

16. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.12.2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям».

17. Бородин М.В., Семенов А.Е. Организация и управление деятельностью энергослужб. Курсовое и дипломное проектирование Орел, 2017. 78 с.

18. Виноградов А.В., Семенов А.Е., Синяков А.Н. Анализ времени восстановления электроснабжения сельских потребителей при отказах в линиях электропередачи / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 1 (13). С. 12-22.

19. Астахов С.М., Щербаков А.С., Бородин М.В. Блок обработки данных системы дистанционного контроля режимов работы распределительной сети 10 кВ / В сборнике: Энергообеспечение и безопасность Сборник материалов II Международной выставки-Интернет-конференции. 2008. С. 18-21.

20. Виноградов А.В., Бородин М.В. Статистическая обработка результатов измерения качества электроэнергии / Вести высших учебных заведений Черноземья. 2013. № 4. С. 14-20.

УДК 621.371

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Р.С. Сингатулин, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова», Россия, г. Белгород**

**THE USE OF DIELECTRIC PARAMETERS OF BIOLOGICAL
OBJECTS IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE
AGROINDUSTRIAL COMPLEX**

**R. S. Singatulin, senior lecturer
Belgorod State Technological University named after
V. G. Shukhov, Russia, Belgorod**

Аннотация: произведен анализ использования информационных технологий в сельскохозяйственных электромагнитных технологиях

Abstract: the analysis of the use of information electromagnetic technologies in agricultural

технологий в сельском хозяйстве с целью создания базы данных о диэлектрической проницаемости биологических объектов.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, электромагнитное поле, информационно-измерительная система, биологический объект.

ture in order to create a database on the permittivity of biological objects.

Keywords: dielectric permittivity, electromagnetic field, information-measuring system, biological object.

Сведения, которые на настоящее время, о влиянии электромагнитных волн на годовые биологические объекты позволяют говорить о применении электромагнитного поля (ЭМП) как о экологически чистой технологии для стимуляции выхода биомассы, ускорения роста растений и т.п. В данное время для создания перспективных информационных электромагнитных технологий в сельском хозяйстве необходимо создание базы данных о диэлектрической проницаемости биологических объектов на различных уровнях их организации: микро-, макро - и наноуровнях [1].

Уже достаточно длительное время электромагнитные технологии используется для решения различных задач в биологии и медицине, в том числе и в практике сельского хозяйства. Однако обзорные публикации по данной тематике касаются или одного типа биологических объектов, или перечня диэлектрических свойств биологических тканей, то есть сведения о диэлектрической проницаемости есть, но они разрознены и исследованы только в узких частотных диапазонах. Исходя из этого, создание базы данных о диэлектрической проницаемости биологических объектов является весьма актуальной задачей [1, 2].

Исходя из выше сказанного, целью является обстоятельный анализ области использования и определения особенностей в диэлектрических параметрах биообъектов и дальнейшей аппаратной реализации комплекса электрооборудования по их исследованию. Диэлектрические свойства биообъектов определяются присутствием в их составе вод и растворенных в ней макромолекул, а также компартментализацией клеточных и макроскопических структур.

Компартментализация способствует оптимальному протеканию биохимических реакций, но с другой стороны, приводит к тому, что биообъекты приобретают сегнетоэлектрические свойства. Вследствие наличия заряженных компартментов биообъекты обла-

дают высоким значением ϵ . Заряженные слои ведут себя во внешнем поле как домены с высоким значением электрического дипольного момента и низкой характеристической частотой релаксации f_x . Применительно к диполям f_x соответствует максимальной частоте внешнего ЭМП, которую они способны воспроизводить своим поворотом в нем. В результате подобных поворотов достигается высокая степень экранирования внешнего ЭМП. Диапазон частот f_x для разных внутриклеточных компартментов простирается от долей герца до 10 кГц.

Таким образом, частота релаксации одной и той же молекулы в цитоплазме и в плазме крови отличаются, поэтому и вязкости их различные. При использовании СВЧ основное влияние на диэлектрические свойства вносит вода, частота релаксации которой составляет 20 ГГц. Именно в воде происходят основные диэлектрические потери при воздействии СВЧ излучения. Все эти явления приводят к дисперсии - зависимости диэлектрической проницаемости от частоты.

Для биообъектов принято выделять три частотные области дисперсии:

- α -дисперсия: ее диапазон простирается до ~ 10 кГц. Эта область обусловлена наличием клеточных компартментов, релаксацией зарядов на неоднородностях.
- β -дисперсия: обусловлена релаксацией макромолекул (как правило, белков).
- γ -дисперсия: обусловлена релаксацией молекул воды и простирается до 10^8 Гц и выше [3].

Данные многочисленных исследований позволяют предположить, что выбором рабочих частот, плотности потока мощности, модуляционных параметров ЭМП и значений диэлектрической проницаемости биологических объектов можно достичь благоприятного воздействия на процесс диагностики состояния сельскохозяйственной продукции и лечения многих болезней.

В последнее время, в связи с дефицитом продовольственных запасов в мировой экономике, большое внимание уделяется проблеме контроля качества сельскохозяйственной продукции на всех этапах жизненного цикла: производства, хранения, переработки, потребления. Например, СВЧ контроль параметров молока, гидратационная способность криоконсервантов, оценка морозоустойчивости растений. Но все они сложны, а некоторые требуют даже специальной предварительной подготовки пробы. Вопросы оптимального применения электромагнитной энергии в сельскохозяй-

ственным производстве связаны, прежде всего, с изучением диэлектрических свойств биологических объектов. Изучения диэлектрических свойств семян и грунтов в зависимости от температуры, влажности позволит определить режимы обработки почвы, глубину заделки семян, оптимальные параметры ЭМП при обработке семян. Так, например, радиоволновой метод на основе анализа диэлектрических параметров может заменить многочисленные косвенные методы измерения многокомпонентных смесей [4].

Из проведенного анализа следует, что для эффективного применения ЭМП в сельском хозяйстве, пищевой и перерабатывающей промышленности, а также для контроля качества и хранения сельскохозяйственной продукции, актуальным является создание информационно-измерительных систем для воспроизведения, хранения и передачи размеров единиц комплексной диэлектрической проницаемости биообъектов в диапазоне частот 0...300 ГГц с погрешностью измерения 1,5 ... 1,7%.

Список литературы:

1. Сапрыка, А.В. Анализ методов и технических средств для дистанционного измерения диэлектрических параметров в биологических объектах [Текст] / А.В.Сапрыка, Р.С. Сингатулин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – №1(17). С.59-67.
2. Каменская, М. А. Информационная биология / Каменская М. А. – М.: Академия, 2006. – 386 с.
3. Захаров, А.Н. Электропроводность мяса [Текст] / А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь // Все о мясе. – 2011. – №1. – С. 48 - 49.
4. Вендин, С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ [Текст] / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2011. – №5. – С. 4 - 10.

УДК 338.439.

**СВЕКЛОСАХАРНЫЙ ПОДКОМПЛЕКС КАК КЛЮЧЕВОЙ
КОМПОНЕНТ АПК РЕГИОНА**

**Д.В. Уваров, кандидат экономических наук,
заместитель Генерального директора ООО «Орелтурист»,
Россия, г. Орел
Д. Бобровский**

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**THE SUGAR BEET SUBCOMPLEX AS A KEY COMPONENT
OF AGRIBUSINESS IN THE REGION**

**D. V. Uvarov, candidate of economic Sciences,
Deputy General Director of Salyut hotel, Russia, Orel
D. Bobrovsky
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос о социально-экономической значимости свеклосахарного подкомплекса региона. Развитие свеклосахарного производства - не только одно из важных условий обеспечения продовольственной независимости страны, но и гарантия рабочих мест, доходов свекловодов, значимый фактор повышения урожайности других культур свекловичных севооборотов в районах наиболее интенсивного сельского хозяйства.

Ключевые слова: сахарная свекла, продовольственная безопасность, валовый сбор, эффективность производства.

Annotation. the article deals with the socio-economic importance of sugar beet subcomplex of the region. The development of sugar beet production is not only one of the important conditions for ensuring the food independence of the country, but also a guarantee of jobs, revenues of beet growers, a significant factor in increasing the yield of other crops of beet crop rotations in the areas of the most intensive agriculture.

Keywords: sugar beet, food safety, gross harvest, production efficiency.

Важнейшей проблемой современного общества является обеспечение населения продуктами питания в том количестве и ассортименте, чтобы возможно было гарантировать достаточно

стабильный жизненный уровень и сохранение здоровья. По легкости, скорости и полноте усвоения сахар среди пищевых продуктов занимает первое место. Благодаря консервирующей способности сахар является незаменимым сырьевым компонентом для переработки плодово-ягодной продукции. При высокой транспортабельности и пригодности к длительному хранению этот продукт в широких масштабах перераспределяется между регионами и имеет большое значение в формировании продовольственных запасов. [2].

Мировой опыт выращивания сахарной свеклы подтверждает ее высокую эффективность. В Германии соотношение уровней дохода в расчете на гектар посева свеклы, зерновых и овощных культур составляет 1:0,67:0,93 (уступает лишь картофелю). В Великобритании эта культура занимает второе место после картофеля, в Чехии и Словакии обеспечивает до 15 % дохода в растениеводстве. В Республике Беларусь по сумме прибыли с 1 га посевов сахарной свеклы находится на третьем месте после овощей открытого грунта и картофеля. Выработка сахара с гектара посева свеклы составляет 33-35 ц. В Англии, Италии, Швеции и США с 1 га получают свыше 50 ц сахара, в Бельгии, Нидерландах и Германии – свыше 80 ц, этот показатель во многом зависит урожайности и сахаристости сахарной свеклы. За последние пять лет урожайность в Канаде, Китае, США, Турции и Японии в среднем составила 537,2; 420,8; 577,4; 503,8; 587 ц/га соответственно.

В сферу основного производства сахарного подкомплекса входят свеклосеяние и сахарная промышленность. Основные производственно-технические ресурсы для подкомплекса — специализированную сельскохозяйственную технику, удобрения и средства химической защиты растений, оборудование для сахарной промышленности, топливо приходится закупать за рубежом.

Решение данной проблемы возможно лишь при эффективном функционировании продовольственного рынка, динамичном развитии агропромышленного комплекса страны, включая и свеклосахарное производство. Сахарная промышленность оказывает весомое структурообразующее влияние в установлении отраслевых пропорций народного хозяйства. Сахар – важный продукт питания, обеспечивающий физиологические потребности организма человека в быстроусвояемых углеводах с высоким энергетическим потенциалом.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации в качестве критерия установлена доля сахара из отечественного сырья не менее 80%, промышленное производство кото-

рого лишь из двух сельскохозяйственных культур - сахарного тростника - около 2/3 общего объема и сахарной свеклы - 1/3, дающие сахар, практически с одинаковыми качественными характеристиками [2, 4, 5].

Удовлетворение внутреннего спроса на сахар за счёт собственного производства при устойчивой ценовой конъюнктуре – приоритетная задача свеклосахарной отрасли, решающая проблему импортозамещения [6, 7, 8].

Производство сахара – это совокупность взаимосвязанные естественных и технологических процессов, направленных на преобразование природно-климатических ресурсов и энергии в сахар.

Составными элементами комплекса являются: производство средств производства для свекловодства и сахарной промышленности, свекловодство и сахарная промышленность и отрасли, обслуживающие сферу материального производства (заготовка, транспортировка, реализация и т. д.). Первую сферу свеклосахарного агропромышленного комплекса выделить не представляется возможным, так как группа отраслей, производящих средства производства и осуществляющих обслуживание свеклосахарного АПК не имеет строгих границ. Выпуск техники, удобрений, материально - производственное обслуживание свеклосахарного производства в большинстве случаев осуществляется теми же предприятиями, которые выполняют эти функции и по отношению к другим отраслям АПК. Вторым этапом в этой производственной цепочке является само сельское хозяйство, в частности одна та его отраслей - свекловодство. Межотраслевые связи свеклосеющих хозяйств и перерабатывающих свеклу предприятий промышленности представляет собой основу существования и функционирования свеклосахарного подкомплекса [1, 2, 9].

В свою очередь свеклосахарный подкомплекс тесно связан с отраслями животноводства, что проявляется в использовании животноводческими предприятиями в качестве кормов отходы свекловодства и сахарного производства - свекловичной ботвы, жома, мелассы. Таким образом, в состав свеклосахарного подкомплекса входят хозяйства, специализирующиеся на производстве свеклы и свекловичных семян (сельское хозяйство), сахаропесочные заводы (промышленность), предприятия оказывающие хозяйствам и заводам производственные услуги и поставляющие им средства производства. По своей специфике свеклосахарный подкомплекс имеет следующие особенности:

- производство сырья и его переработка — это единый взаимосвязанный процесс в зоне функционирования предприятий;
- предприятия подкомплекса связаны между собой по линии производства конечной продукции;
- по конечной продукции – это много продуктовый комплекс;
- сырье перерабатывается за один производственный сезон в ограниченную по времени часть года.

В связи с тем, что свеклосахарный подкомплекс представляет собой единую систему так как, предприятия в него входящие занимаются не только производством, но и переработкой сахарной свеклы тем самым осуществляя межотраслевую кооперацию, создавая спрос на инновационные разработки, способствуя совершенствованию технических ресурсов [3, 10].

Список литературы:

1. Калиничева, Е.Ю. Оценка ресурсного потенциала сахарной промышленности Орловщины в условиях реализации стратегии импортозамещения // Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 60. №3. С.10-18.
2. Калиничева, Е.Ю. Эффективное развитие сахарной промышленности как приоритет обеспечения продовольственной безопасности в условиях импортозамещения. / Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова, Д.В. Уваров// Орел, 2016.
3. Жилина, Л.Н. Прогнозирование уровня производства сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах. / Л.Н. Жилина, М.Н. Уварова. // Вестник аграрной науки. 2017. №3 (66). С. 142-148.
4. Павлова, Т.А. Математический язык в исследовании живой природы. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Образование: традиции и инновации. Материалы VI международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Уварина Н.В. 2014. С. 364-365.
5. Павлова, Т.А. Некоторые аспекты применения моделирования при принятии решений. / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова. // В сборнике: Инновации в образовании. Материалы IX научно-практической конференции. 2017. С. 84-87.
6. Уваров, Д.В. Современное состояние и тенденции развития свекловодства в России / Д.В. Уваров, М.Н. Уварова // В сборнике: Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан

– 2030» Труды Международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения №4), В 3-ч частях. 2012. С.359-362.

7. Уваров, Д.В. Оптимизация сырьевого обеспечения сахарных заводов. / Д.В. Уваров, М.Н. Уварова // Сахарная свекла. 2012. № 9. С. 45-48.

8. Уварова, М.Н. Повышение эффективности функционирования сахарной промышленности на основе оптимизации сырьевых зон сахарных заводов. / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 63. № 6. С. 49-57.

9. Уварова, М.Н. Продовольственная безопасность и проблемы конкурентоспособности функционирования свеклосахарного подкомплекса региона. / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 378-380.

10. Уварова, М.Н. Применение линейного программирования для решения задач оптимизации сельскохозяйственной продукции / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. 2014. С. 47-55.

УДК 338.439.

**АНАЛИЗ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА
СВЕКЛОСАХАРНОЙ ОТРАСЛИ РЕГИОНА**

**Д.В. Уваров, кандидат экономических наук,
заместитель Генерального директора ООО «Орелтурист»**

М. Харин, И. Царьков

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**ANALYSIS OF THE RESOURCE POTENTIAL OF THE SUGAR
INDUSTRY IN THE REGION**

**D. V. Uvarov candidate of economic Sciences, Deputy General
Director of Salyut hotel, Russia, Orel**

M. Harin I., Tsar'kov

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье про-

Annotation: in the article the

веден анализ ресурсного потенциала свеклосахарного подкомплекса. Индексный анализ позволил определить абсолютное и относительное изменение валового сбора сахарной свёклы в целом и за счет отдельных факторов, установить факторы изменения средней урожайности.

Ключевые слова: сахарная свекла, ресурсный потенциал, валовый сбор, урожайность, эффективность производства.

analysis of the resource potential of the sugar-beet industry. Index analysis made it possible to determine the absolute and relative change in the gross harvest of sugar beet in General and, due to certain factors, to determine the factors of change in the average yield.

Keywords: sugar beet, resource potential, gross harvest, yield, production efficiency.

Поступательное развитие свеклосахарной отрасли является важнейшим условием обеспечения продовольственной независимости страны. Кроме того функционирование подотрасли является гарантией рабочих мест, доходов свекловодов, значимым фактором повышения урожайности других культур свекловичных севооборотов в районах наиболее интенсивного сельского хозяйства.

Многие районы Орловской области обладают достаточно высоким ресурсным потенциалом. Наиболее благоприятные почвенно-климатические условия для возделывания сахарной свеклы сложились в Юго-Восточной зоне, которая отличается самыми высокими показателями удельного веса черноземов в общей площади сельскохозяйственных угодий, уровня интенсификации производства и трудообеспеченности. Достаточными ресурсами для развития свекловодства обладают районы Центральной зоны. Корсаковский и Новосильский районы имеют высокий балл почвы, однако показатели интенсификации и трудообеспеченности ниже среднего уровня по зоне и области. Качество почвенного покрова в районах Западной зоны ниже среднего уровня по области [1, 2].

В Орловской области есть передовые хозяйства, которые правильно используют имеющийся природный потенциал в сочетании с современными технологиями. Это позволило им снизить затраты труда на 1 га посева и повысить эффективность возделывания сахарной свеклы [2].

Необходимо отметить, что свеклосахарный подкомплекс занимает важное место в структуре АПК Орловской области. В настоящее время на территории региона функционирует 4 сахарных завода, построенных: Ливенский в 1959 г., Залогощенский в

1967 г., Отрадинский в 1965 г., Колпнянский в 1967 г. Общая производственная мощность сахарных заводов области на 1 января 2000 года составила 110,54 тыс. т. переработки свеклы в сутки. Средняя производственная мощность одного сахарного завода составила 20,89 тыс. т., что соответствует среднему уровню этого показателя по Российской Федерации.

Еще несколько лет назад снижение рентабельности производства сахарной свеклы, требующей в процессе возделывания больших материальных и трудовых затрат обусловило устойчивое сокращение посевных площадей и валового сбора сахарной свёклы. Такая ситуация складывалась во всех регионах свеклосеяния, исключением не стала и Орловская область.

Рост посевных площадей, сопряженный с увеличением урожайности культуры привели к увеличению заготовок свеклосырья. Вследствие влияния благоприятной рыночной конъюнктуры посевные площади, занятые сахарной свеклой стали расширяться [1, 2, 9]. Нами была проведена группировка районов области, занимающихся производством сахарной свёклы, по площади посевов. Проведенные расчёты показали, что большинство организаций Орловской области, занимающихся производством сахарной свёклы, за год засевают данной культурой от 500 до 5000 га. Это связано с тем, что как раз крупномасштабное производство, с применением современных видов техники и оборудования является наиболее рентабельно.

Для определения основных факторов, влияющих на показатели размера производства сахарной свёклы, был использован метод индексного анализа. Индексы в своей основе представляют разновидность относительных величин, характеризующих средние показатели исследуемых процессов или явлений в социально-экономических и других областях деятельности общества. Однако от средних величин индексы отличаются тем, что они воплощают в себе, как правило, сводные, обобщающие показатели, т.е. выражают собой некоторое содержание свойственное всем рассматриваемым явлениям и процессам [2, 9].

В экономическом анализе индексы используются не только для сопоставления уровней изучаемого явления, но главным образом для определения экономической значимости причин, объясняющих абсолютное различие сравниваемых уровней [6, 7, 8].

Используя индексный метод анализ, определим абсолютное и относительное изменение валового сбора сахарной свёклы в целом и за счет отдельных факторов, установим факторы изменения

средней урожайности. Урожайность – это качественный, комплексный показатель, который зависит от многих факторов. Большое влияние на ее уровень оказывают природно-климатические условия: качество и состав почвы, рельеф местности, температура воздуха, уровень грунтовых вод, количество осадков и т.п. Их игнорирование при анализе урожайности может привести к неправильным выводам при оценке хозяйственной деятельности. Поэтому при изучении динамики урожайности надо учитывать агрометеорологические особенности каждого года в период вегетации и уборки урожая. При сравнении урожайности культур в разных хозяйствах или производственных подразделениях необходимо также учитывать качество земли, рельеф местности и другие природные условия [2, 4, 5].

Проведенный индексный анализ средней урожайности и валового сбора сахарной свеклы дает возможность судить о динамике и влиянии отдельных факторов на величину средней урожайности и валового сбора по совокупности хозяйств. На общее изменение средней урожайности оказывает влияние 2 фактора: изменение урожайности сахарной свеклы в отдельных хозяйствах района и изменение структуры посевных площадей. Так как урожайность влияет на валовой сбор, то при увеличении урожайности увеличивается и валовой сбор. На его изменение оказывают влияние следующие факторы: изменение урожайности сахарной свеклы в отдельных хозяйствах района, изменение структуры посевных площадей, изменение размера посевных площадей. На увеличение валового сбора и урожайности сахарной свеклы повлияло увеличение размера посевных площадей данного вида продукции [2, 3, 5].

В целом по производству сахарной свёклы в Орловской области индексы составят:

$$I_w = \frac{\sum S_1 y_1}{\sum S_0 y_0} = \frac{18275,8}{17162,4} = 1,04 \quad I_s = \frac{\sum S_1}{\sum S_0} = \frac{145231}{41866} = 1,08$$

$$I_{\bar{y}} = \frac{\sum S_1 y_1}{\sum S_1} : \frac{\sum S_0 y_0}{\sum S_0} = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}_0} = \frac{406}{419} = 0,97.$$

Таким образом, наблюдается незначительный рост урожайности (на 4%) и увеличения посевных площадей (на 8%). Урожайность при этом снизилась на 3% (13 ц/га). Снижение урожайности объясняется влиянием ряда факторов: природно-климатических и экономических. Показатели интенсификации характеризуют общие предпосылки для формирования того или иного уровня урожайности, связь между ними положительная и носит корреляционный характер. Непосредственно урожайность определяется уровнем

агротехники, которая является формой интенсификации возделывания каждой культуры [2, 10].

Список литературы:

1. Калиничева, Е.Ю. Оценка ресурсного потенциала сахарной промышленности Орловщины в условиях реализации стратегии импортозамещения // Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 60. №3. С. 10-18.

2. Калиничева, Е.Ю. Эффективное развитие сахарной промышленности как приоритет обеспечения продовольственной безопасности в условиях импортозамещения / Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова, Д.В. Уваров// Орел, 2016.

3. Жилина, Л.Н. Прогнозирование уровня производства сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах. / Л.Н. Жилина, М.Н. Уварова // Вестник аграрной науки. 2017. № 3 (66). С. 142-148.

4. Павлова, Т.А. Математический язык в исследовании живой природы / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова // В сборнике: Образование: традиции и инновации. Материалы VI международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Уварина Н.В. 2014. С. 364-365.

5. Павлова, Т.А. Некоторые аспекты применения моделирования при принятии решений / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова // В сборнике: Инновации в образовании. Материалы IX научно-практической конференции. 2017. С. 84-87.

6. Уваров, Д.В. Современное состояние и тенденции развития свекловодства в России / Д.В. Уваров, М.Н. Уварова // В сборнике: Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» Труды Международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 4), В 3-ч частях. 2012. С. 359-362.

7. Уваров, Д.В. Оптимизация сырьевого обеспечения сахарных заводов / Д.В. Уваров, М.Н. Уварова // Сахарная свекла. 2012. № 9. С. 45-48.

8. Уварова, М.Н. Повышение эффективности функционирования сахарной промышленности на основе оптимизации сырьевых зон сахарных заводов / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 63. №.6. С. 49-57.

9. Уварова, М.Н. Продовольственная безопасность и проблемы конкурентоспособности функционирования свеклосахарного

подкомплекса региона / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 378-380.

10. Уварова, М.Н. Применение линейного программирования для решения задач оптимизации сельскохозяйственной продукции / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. 2014. С.47-55.

УДК 338.439.

**СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ САХАРНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ**

**Д.В. Уваров, кандидат экономических наук,
заместитель Генерального директора ООО «Орелтурист»,**

Россия, г. Орёл

И. Царьков, М. Харин

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**STATUS AND TRENDS OF SUGAR INDUSTRY IN THE
CONDITIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF
THE INDUSTRY**

**D. V. Uvarov candidate of economic Sciences, Deputy General
Director of Salyut hotel, Russia, Orel**

I, Tsar'kov, M. Harin

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: устойчивое функционирование сельского хозяйства, а также других сфер АПК, обеспечение конкурентоспособности отечественного продовольствия неразрывно связано с активизацией инновационных процессов.

Ключевые слова: сахарная свекла, тенденции развития,

Annotation: sustainable functioning of agriculture, as well as other areas of agriculture, ensuring the competitiveness of domestic food is inextricably linked with the intensification of innovation processes.

Keywords: sugar beet, development trends, food safety, pro-

продовольственная безопасность, эффективность производства, конкурентоспособность, эффективность производства.

Основным фактором устойчивого и динамичного развития экономики АПК России считается конкурентоспособность выпускаемой продукции, которая в свою очередь во многом зависит от инновационной активности и восприимчивости агробизнеса к внедрению инновационных технологий в производство.

Мировое сельское хозяйство движется в направлении усиления наукоемкости производимой продукции. Именно это позволяет им поддерживать баланс внутреннего рынка продовольствия по спросу и предложению, легко проникать на ведущие мировые рынки, вытеснять и разорять национальных товаропроизводителей.

В АПК инновационный процесс представляет собой постоянный поток превращения научных исследований и разработок в новые или улучшенные продукты, материалы, новые технологии, новые формы организации и управления и доведение их до использования в производстве с целью получения эффекта.

Ускоренное развитие аграрного производства – одно из приоритетных направлений государственной экономической политики, которая предусматривает совершенствование форм и механизмов государственной поддержки АПК в целях поддержания инвестиционной привлекательности.

Социально-экономическое развитие АПК во многом зависит от инновационной и инвестиционной политики. Ее эффективность определяет прогресс в экономике. Успешность инновационной и инвестиционной деятельности связана с выбором альтернативы: либо социально-ориентированный научно-технологический прорыв, либо бесперспективный застой. Прорыву может способствовать формирование институциональной системы обеспечения инновационных процессов, объединяющей стратегию, методологию и механизмы их реализации, законодательно-правовую базу, а также организационные структуры.

Для достижения обеспеченности сахаром на уровне 80 % необходимо повышать конкурентоспособность отечественных товаропроизводителей, для чего необходимо решить следующие задачи:

– провести техническую модернизацию сахарных заводов с внедрением ресурсосберегающих технологий и установкой современных видов оборудования;

– создать материально-технические, финансовые и институциональные предпосылки для повышения эффективности свеклосахарного производства и наращивания объемов выработки свекловичного сахара;

– создать эффективную систему информационного обеспечения процессов принятия экономических и технологических решений в различных звеньях свеклосахарного подкомплекса;

– обеспечить расширенное воспроизводство кадров для сахарной промышленности, способных работать в современной технической и информационной среде [2, 3].

Инновационное развитие свекловодства является единственным возможным, поскольку в условиях повышения цен на источники энергии, средства химизации и механизации сельскохозяйственного производства для многих хозяйств особую актуальность приобретают вопросы изыскания резервов ресурсосбережения. Кроме того, на возделывание сахарной свёклы расходуется в 4-5 раз больше средств, чем при выращивании зерновых культур, в то время как закупочная цена на свеклосырье остается низкой и в последние годы практически не меняется. Это привело к росту числа убыточных хозяйств и сокращению посевных площадей под сахарной свеклой.

Перейти на устойчивое инновационное развитие свекловодства в сложившихся условиях возможно только за счет сокращения затрат на оборотные средства, для чего потребуются ресурсосберегающие технологии, обеспечивающие рост производства продукции при одновременном повышении рентабельности [1, 3, 4].

Системный комплексный подход к решению проблемы инновационного развития свеклосахарного производства, в частности, обеспечение высокого качества посевного материала, будет способствовать существенному увеличению доли отечественных семян сахарной свеклы, что позволит поднять на новый уровень элитное семеноводство сортов и гибридов российской селекции; значительно повысить их конкурентоспособность на внутреннем рынке и, тем самым, создать необходимые условия для интеграции в общую систему международной торговли семенами сахарной свеклы [9, 10]. Инновационный кризис проявляется в резком снижении уровня управляемости процессом создания и реализации новшеств, отсутствии в ряде случаев источников его финансирования, свертывании деятельности исследовательских коллективов [2, 7, 9]. Таким образом, применительно к отрасли свекловодства организационно-экономическая сущность инновационных процессов связана с це-

лями и задачами их развития, которые заключаются в постоянном организационно-экономическом, техническом и технологическом обновлении производства, направленном на его совершенствование с учетом достижений науки, техники и мирового опыта. Конечной целью инновационного развития отрасли является формирование аграрной экономики инновационного типа [2, 3, 6].

Применительно к различным отраслям АПК сущность инновационной деятельности не имеет принципиальных отличий, однако характер и направления инновационного процесса в них могут иметь существенные различия. В частности, инновационный процесс свеклосахарномподкомплексе имеет свою специфику, обусловленную, прежде всего, особенностями агропромышленного производства. Такими особенностями являются:

- значительная зависимость технологий производства от складывающихся природных и погодных условий;

- высокая степень территориальной разобщенности производства сахарной свёклы;

- разный социальный уровень работников сельского хозяйства, требующий значительно большего внимания к подготовке кадров и повышению их квалификации, организации последипломного образования.

- множественность форм и связей производителей сахарной свёклы с инновационными формированиями;

- обособленность большинства производителей инновационной продукции от производства на всех уровнях: от организаций, производящих научно-техническую продукцию, до предприятий, осуществляющих ее реализацию;

- отсутствие четкого и научно обоснованного организационно-экономического механизма передачи достижений науки сельскохозяйственным товаропроизводителям и, как следствие, существенное отставание отрасли по освоению [8, 10].

Список литературы:

1. Калиничева, Е.Ю. Оценка ресурсного потенциала сахарной промышленности Орловщины в условиях реализации стратегии импортозамещения // Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 60. №3. С. 10-18.

2. Калиничева, Е.Ю. Эффективное развитие сахарной промышленности как приоритет обеспечения продовольственной без-

опасности в условиях импортозамещения / Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова, Д.В. Уваров // Орел, 2016.

3. Жилина, Л.Н. Прогнозирование уровня производства сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах / Л.Н. Жилина, М.Н. Уварова // Вестник аграрной науки. 2017. №3 (66). С. 142-148.

4. Павлова, Т.А. Математический язык в исследовании живой природы / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова // В сборнике: Образование: традиции и инновации. Материалы VI международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Уварина Н.В. 2014. С. 364-365.

5. Павлова, Т.А. Некоторые аспекты применения моделирования при принятии решений / Т.А. Павлова, М.Н. Уварова // В сборнике: Инновации в образовании. Материалы IX научно-практической конференции. 2017. С. 84-87.

6. Уваров, Д.В. Современное состояние и тенденции развития свекловодства в России / Д.В. Уваров, М.Н. Уварова // В сборнике: Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» Труды Международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения №4), В 3-х частях. 2012. С. 359-362.

7. Уваров, Д.В. Оптимизация сырьевого обеспечения сахарных заводов / Д.В. Уваров, М.Н. Уварова // Сахарная свекла. 2012. №9. С.45-48.

8. Уварова, М.Н. Повышение эффективности функционирования сахарной промышленности на основе оптимизации сырьевых зон сахарных заводов / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 63. №6. С. 49-57.

9. Уварова, М.Н. Продовольственная безопасность и проблемы конкурентоспособности функционирования свеклосахарного подкомплекса региона / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 378-380.

10. Уварова, М.Н. Применение линейного программирования для решения задач оптимизации сельскохозяйственной продукции / М.Н. Уварова, Т.А. Павлова // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. 2014. С. 47-55.

УДК 631.316.2

**ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ КУЛЬТИВАТОРНОЙ ЛАПЫ ПО
МИНИМАЛЬНЫМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЗАТРАТАМ**

О.А. Чехунов, кандидат технических наук, доцент

А.В. Асыка, ассистент

**ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный
университет имени В.Я. Горина», Россия, Белгородская обл.,
п. Майский**

**JUSTIFICATION OF THE SHAPE OF THE CULTIVATOR PAW
FOR MINIMUM ENERGY COSTS**

O.A. Chehunov, candidate of technical Sciences, associate Professor

A.V. Asyka, assistant

**Belgorod state agrarian University named after V.Ya. Gorin,
Russia, Belgorod region., p. Mayskiy**

Аннотация: в статье рассмотрена механическая обработка почвы, достоинства и недостатки применения универсальных стрельчатых лап, взаимодействие рабочего органа с почвой. Кроме того, рассматриваются способы моделирования новых рабочих органов, изучена взаимосвязь между формой рабочего органа и качеством обработки почвы, а также ее энергетической составляющей.

Ключевые слова: культиваторная лапа, тяговое сопротивление, потребная мощность, энергоэффективность.

Abstract: the paper considers the mechanical treatment of soil, the advantages and disadvantages of using universal lancet paws, the interaction of the working organ with the soil. In addition, the ways of modeling new working bodies are considered, the relationship between the form of the working body and the quality of soil cultivation, as well as its energy component, is studied.

Keywords: cultivator paw, tractive resistance, required power, energy efficiency.

От обработки почвы зависят физические, агрохимические и биологические показатели плодородия почвы, во многом определяющие величину и качество будущего урожая [1, 2].

Одним из недостатков, применяемых при обработке почвы, универсальных стрельчатых лап с плоскими прямолинейными рабочими поверхностями является недостаточное разрыхление почвы [3]. Предполагается, что рабочая поверхность стрельчатой лапы бу-

дет криволинейной незакономерной формы. Форма будет определяться из условий максимального снижения тягового сопротивления рабочего органа, а именно за счет снижения усилия резания почвы. Правильность направления поиска подтверждается наличием большого количества биологических природных форм (крот, слепыш, дельфин, акула и т.п.), перемещающихся в довольно плотных средах (почва, вода) и как показывает практика, имеющих наименьшее лобовое сопротивление и сравнительно высокую скорость.

Для того чтобы упростить изготовление конструкции лап и заранее заложить возможность замены быстроизнашивающихся элементов, можно заменить способ получения поверхности горизонтальными и вертикальными плоскостями на пересечение нескольких фигур (рисунок 1), например, пересечение конической и цилиндрической поверхности.

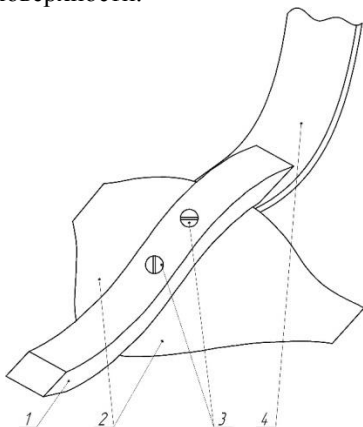


Рисунок 1 – Общий вид лапы:

1 – долото; 2 – крылья; 3 – крепежные винты; 4 - стойка

При этом необходимо учесть, что наиболее подверженной износу является носок лапы. Мы предлагаем выполнить его в виде s – образного долота. В зависимости от формы и сечения стойки, а кроме того ее упругих свойств, будут изменяться деформационные процессы почвы [4]. Повышение энергоэффективности технологических процессов обработки почвы возможно при изменении площади фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы [5, 6].

Коэффициент террадинамического сопротивления K_d учитывает обтекаемость рабочих органов и зависит от формы, качества

поверхности рабочего органа и твердости (плотности) почвы (формула 1)

$$K_d = \frac{2P_{KP}}{T_{\Pi} V_P^2 F^*} \quad (1)$$

где P_{KP} – тяговое сопротивление, кН; $T_{\Pi} V_P^2$ – скорость напора (или динамическое давление) – величина кинетической энергии, имеющая размерность давления, Па; V_P^2 – скорость движения почвообрабатывающего агрегата, м/с; T_{Π} – твердость (плотность) почвы, кг/см²; F^* – площадь фронтальной поверхности, м².

Оптимизация коэффициента террадинамического сопротивления K_d должна быть произведена по критериям минимума потребной мощности $N_{\Pi} \rightarrow \min$, необходимой для преодоления террадинамического сопротивления, и агротехническим показателям качества работы почвообрабатывающих машин (формула 2,3).

Из формулы (1) следует [7]:

$$P_{KP} = \frac{K_d T_{\Pi} V_P^2 F^*}{2} \quad (2)$$

Тогда потребная мощность N_{Π} :

$$N_{\Pi} = P_{KP} V_P = \frac{K_d T_{\Pi} V_P^3 F^*}{2} \quad (3)$$

При проектировании рабочих органов с криволинейными рабочими поверхностями необходимо правильно оценивать качественные показатели обработки почвы, при этом необходимо учитывать и такой показатель, как коэффициент террадинамического сопротивления [7].

Список литературы:

1. Казаков К.В. Зарубежная сельскохозяйственная техника: Монография [Текст] / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, А.В. Мачкарин, К.Н. Путиенко, А.В. Рыжков, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов - Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. - 200 с.

2. Макаренко А.Н. К обоснованию формы культиваторной лапы с криволинейной поверхностью [Текст] / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 131-134.

3. Макаренко А.Н. Комбинированные почвообрабатывающие орудия в условиях биологизации земледелия [Текст] / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова // Материалы XVIII международной студенческой научной конференции Белгородского ГАУ, 30 марта – 1 апреля 2015 г. Том 2. – Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. - С. 17.

4. Макаренко А.Н. К обоснованию конструктивной схемы комбинированного почвообрабатывающего орудия [Текст] / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова // Материалы XIX международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий», 24 - 26 мая 2015 г. Майский. Типография ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. - С.52-53.

5. Макаренко А.Н., Проектирование культиваторной лапы по наименьшему террадинамическому сопротивлению [Текст] / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова // Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Наука в эпоху модернизации», - ТОО Образовательный центр «AKSU», Республика Казахстан, г. Шымкент, 2017. – С. 92 – 96.

6. Макаренко А.Н. Компонированная схема комбинированного почвообрабатывающего орудия [Текст] / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 25 декабря 2015 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2015. – С. 124-127.

7. Макаренко А.Н. Рабочие органы комбинированных почвообрабатывающих машин [Текст] / А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова // Материалы международной студенческой научной конференции Белгородского ГАУ, 9 –10 февраля 2016 г., Том 2, г. Белгород: Типография ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. - С. 14.

СЕКЦИЯ 5
«ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

УДК 377

СПЕЦИФИКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В
СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

С.Н. Аксененкова, магистр

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», Россия, г. Орел

SPECIFICS OF THE INNOVATION PROCESS IN THE
EDUCATION SYSTEM

S.N. Aksenenkova, magister

OSU named after I. S. Turgenev, Russia, Orel

Аннотация: в статье проанализирована специфика внедрения и развития инноваций в образовательном процессе системы среднего профессионального образования, отмечается невозможность выполнения требований, заложенных в Концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы и в ФГОС СПО третьего поколения, к содержанию образования.

Ключевые слова: инновации в системе образования, инновационная направленность деятельности преподавателей.

Annotation: the article analyzes the specifics of the introduction and development of innovations in the educational process of secondary vocational education, the impossibility of fulfilling the requirements laid down in the Concept of the Federal target program for the development of education for 2016-2020 and in the fgos SPO of the third generation, to the content of education.

Keywords: innovations in the education system, innovative orientation of teachers ' activity.

Под влиянием инновационного прогресса происходят изменения практически во всех сферах общественной жизни, стремительная скорость появления новых знаний, быстрота внедрения технологий создает необходимость перехода системы образования на новые принципы обучения, применение новых, а, поскольку создаются условия для экономического развития, усилении взаимодействия науки и производственной системы, улучшении благосо-

стояния населения и снижении социальной напряженности в обществе. Очевидно, что отсутствие системного развития системы среднего профессионального образования представляет собой явление негативное, сказывающееся на государстве и обществе, ведущее к накоплению системных проблем, особенно в условия парадигмы практико-ориентированного обучения специалистов.

В настоящее время отмечается несоответствие принятых стандартов интересам и способностям учащихся, различиями в темпах развития науки и возможностей восприятия, конфликтами сторонников концепций узкой специализации и многостороннего развития.

Причина нежелания людей принимать инновации в образовании кроется в блокировке жизненных потребностей в комфорте, безопасности, самоутверждении. Изменение педагогической «рутины» приводит к необходимости заново изучать теорию, сдавать экзамены, менять свое сознание, тратить на это личное время и средства.

Самыми распространенными способами проверки эффективности запущенных в образовании преобразований считаются методы конкретизирующих документов и кусочного внедрения. Первый для оценки инновации определяет возможность объемного внедрения новшеств в образовательный процесс путем проведения эксперимента на базе отдельной школы, среднего профессионального учреждения или вуза, второй – подразумевает ввод отдельного нового инновационного элемента [8].

Инновационная направленность деятельности преподавателей, включает в себя создание, освоение и использование педагогических нововведений, и выступает средством обновления образовательной политики в системе среднего профессионального образования. При этом усиление интеграции и гуманитаризации содержания образования, непрерывное изменение объема, состава учебных дисциплин и введение новых учебных предметов требуют постоянного поиска новых организационных форм, технологий обучения.

В настоящее время происходит позитивное изменение отношения преподавателей к самому факту освоения и применения педагогических новшеств. Если раньше инновационная деятельность сводилась в основном к использованию рекомендованных сверху нововведений, то сейчас она приобретает все более избирательный исследовательский характер [3].

Инновационная система среднего профессионального образования предполагает реализацию следующих условий [1]:

-организационно-управленческих, то есть планирование процессов организации, контроля и стимулирования;

-модернизационно-образовательных, заключающихся в формировании инновационной направленности учебных программ, преобразование материально-технической базы, повышение квалификации педагогических и инженерно-педагогических кадров;

- мотивационно-стимулирующих через стимулирование преподавателей и инженерно-педагогических работников к инновационной деятельности с учетом процессов диверсификации.

Однако в современном отечественном образовании имеется ряд проблем, характерных и для среднего профессионального образования, в частности [6]:

- недостаточное государственное финансирование;

- слабая материально-техническая база (особенно это касается передовых и наукоемких отраслей), приводящая к увеличению технологического разрыва с экономически развитыми странами и, как результат, снижению конкурентоспособности отечественного образования;

- низкий общественный статус ученого-педагога, низкая оплата труда, старение преподавательского состава;

- недостаточное использование современных методов и технологий обучения;

- сокращение бюджетных мест для приема абитуриентов;

- сложности с трудоустройством выпускников.

Имеющаяся материально-техническая база не в состоянии обеспечить выполнение современных требований к содержанию образования. Компьютерные и программные средства обучения, являющиеся основой применения современных информационных технологий в образовательном процессе, уже давно требуют обновления, что невозможно осуществить без должного финансирования со стороны государства. Многие учреждения среднего профессионального образования все еще используют нелегальное программное обеспечение.

Такое нарушение связано с необходимостью применения в учебном процессе информационных технологий, обязательных для формирования конкурентоспособного специалиста, с одной стороны, и невозможностью приобретения программных средств, ввиду отсутствия финансирования – с другой.

Не менее важной проблемой является отсутствие полноценных связей профессионального образования с научно-исследовательской и практической деятельностью, поэтому содер-

жание образования и образовательные технологии становятся все менее адекватными современным требованиям и задачам обеспечения конкурентоспособности отечественного образования на международном рынке образовательных услуг. Главная цель Федеральной программы развития образования РФ – создание системы образования в интересах формирования гармонично развитой, социально активной, творческой личности. [5]. При внедрении в педагогическую деятельность инновационных процессов теоретического и практического характера преподаватель выступает в качестве автора, исследователя, разработчика, пользователя и пропагандиста новых педагогических идей, технологий, теорий, концепций и методик. Особая значимость должна придаваться управленческой деятельности по выявлению, организации, созданию, освоению и использованию педагогических новшеств.

Анализ достижений, неудач, нерешенных проблем перестроенного и постперестроенного периодов развития российского образования позволяет выделить два важных стратегических направления в развитии образования и подготовке специалистов:

- сочетание позитивных традиций и инноваций;
- развитие и совершенствование методологии социально-педагогических исследований и практических преобразований, формирование и распространение методологической культуры педагога-исследователя.

Эффективность использования инноваций в процессе обучения, зависит от традиций в образовательном учреждении, способности преподавателей воспринимать вводимые инновации, состояние материально-технической базы образовательного учреждения. Применения инновационных методов в обучении, способствуют развитию интереса обучающихся к изучаемому материалу. Учит обобщать, осмысливать и обрабатывать полученные знания, применять эти знания на практике. Использование инноваций в среднем профессиональном образовании способствует развитию индивидуума, учат обучающихся в самостоятельности в познании и принятия решений.

Список литературы:

1. Омельченко, И.Н. Инновационная система подготовки специалистов в колледже как учебном подразделении университетского комплекса: дис. канд. пед. наук. СПб., 2009.
2. Поташник, М.М. Качество образования: проблемы и технология управления (в вопросах и ответах). М., 2002.

3. Слостенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб. для студентов высш. учеб. заведений / под ред. В.А. Слостенина. 9-е изд., стер. М., 2008.

4. Щербакoвa, Е. В. Инновационные процессы и тенденции в образовательном процессе // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Уфа, ноябрь 2013 г.). — Уфа: Лето, 2013. — С. 18-21.

5. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016—2020 годы // 2014. № 2765-р.

6. Национальная доктрина образования в РФ. М., 2000.

7. Современные инновации в образовании. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://businessman.ru/new-sovremennye-innovacii-v-obrazovanii-primery.html>. (дата обращения 13.04.2018 г.)

УДК 514.18

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ: УКАЗАНИЯ
К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**В.В. Виноградов, кандидат технических наук, ст. преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**DESCRIPTIVE GEOMETRY INSTRUCTIONS TO
STUDY THE DISCIPLINE**

**V. V. Vinogradov, candidate of technical Sciences, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в статье рассмотрено руководство по изучению начертательной геометрии предназначенное для обучающихся инженерных специальностей всех форм обучения.

Ключевые слова: начертательная геометрия, графические работы, мышление, пространственное воображение.

Abstract: the article considers the guide to the study of descriptive geometry intended for students of engineering specialties of all forms of training.

Keywords: descriptive geometry, graphic works, thinking, spatial imagination.

Начертательная геометрия изучается обучающимися высших учебных заведений на первом курсе обучения. При изучении курса

необходимо, прежде всего, ознакомиться с программой, приобрести учебную литературу и тщательно продумать календарный рабочий план самостоятельной учебной работы, согласуя его с учебным графиком и планами по другим учебным дисциплинам первого курса. В этом плане начертательной геометрии следует уделить особое место, учитывая, что наряду с изучением теории необходимо ознакомиться с решением типовых задач каждой темы курса и выполнить графические работы.

Следует учитывать уровень своей математической подготовки, уметь достаточно точно и аккуратно выполнять графические построения при решении конкретных геометрических задач. Правильно построенные самостоятельные занятия по начертательной геометрии разрешат трудности в изучении этой дисциплины и научат обучающегося представлять себе всевозможные сочетания геометрических форм в пространстве. Начертательная геометрия способствует развитию пространственного воображения (мышления), умения «читать» чертежи, навыков с помощью чертежа передавать свои мысли и правильно понимать мысли другого, что крайне необходимо инженеру.

При изучении начертательной геометрии необходимо придерживаться следующих общих указаний. Начертательную геометрию нужно изучать строго последовательно и систематически. Перерывы в занятиях, а также перегрузки нежелательны.

Прочитанный в учебной литературе материал должен быть изучен. В начертательной геометрии следует избегать механического запоминания теорем, отдельных формулировок и решений задач. Такое запоминание непрочное. Обучающийся должен разобраться в теоретическом материале и уметь применить его как общую схему к решению конкретных задач.

При изучении того или иного материала курса не исключено возникновение у обучающегося ложного впечатления о том, что все прочитанное им понято, что материал прост и можно не задерживаться на нем и идти дальше. Свои знания необходимо проверять ответами на поставленные в конце каждой темы учебника вопросы и решением задач.

Очень большую помощь в изучении курса оказывает хороший конспект аудиторных лекций, где записываются основные положения изучаемой темы и краткие пояснения графических построений, осуществляемых при решении геометрических задач. Такой конспект поможет глубже понять и запомнить изучаемый

материал. Он служит также справочником, к которому приходится часто прибегать, сопоставляя все темы курса в единой взаимосвязи.

В курсе начертательной геометрии решению задач должно быть уделено особое внимание. Решение задач является наилучшим способом более глубокого и всестороннего усвоения основных положений теории.

Прежде чем приступить к решению той или иной геометрической задачи, следует понять ее условие и четко представить себе схему решения, т.е. установить последовательность выполнения операций. Необходимо также представить в пространстве заданные геометрические образы.

В начальной стадии изучения курса начертательной геометрии полезно прибегать к моделированию изучаемых геометрических форм и их сочетаний. Значительную помощь в этом оказывают зарисовки воображаемых моделей, а также их пространственные макеты. В дальнейшем следует привлекать выполнять всякие операции с геометрическими формами в пространстве на их проекционных изображениях, не прибегая уже к помощи моделей и зарисовок. Основательная проверка знаний студента может быть проведена им же самим в процессе выполнения графических работ. При этом студент должен поставить себя в такие условия, которые реально складываются во время экзамена.

Список литературы:

1. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрельчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упрочнением их режущих поверхностей: дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03 / Виноградов Виктор Владимирович - Воронеж, 2017. - 157 с.

2. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрельчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упрочнением их режущих поверхностей: автореферат дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03 / Воронеж. гос. аграр. ун-т им. императора Петра I. Орел, 2017. - 22 с.

3. Виноградов В.В. Исследование технического состояния стрельчатых лап широкозахватных культиваторов типа КШУ, упрочненных методом КВДУ / В.В. Виноградов // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2016". 2016. С. 315-320.

4. Виноградов В.В. Исследование технического состояния стрелчатых лап широкозахватных культиваторов типа КШУ, упрочненных методом КВДУ / В.В. Виноградов // Молодежь и XXI век - 2016 Материалы VI Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах. Ответственный редактор Горохов А.А. 2016. С. 89-94.

5. Коломейченко А.В. Исследование микроструктуры композиционных металлокерамических покрытий, полученных карбовибродуговой наплавкой / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Сварочное производство. 2016. № 11. С. 3-7.

6. Коломейченко А.В. Исследование микроструктуры композиционных металлокерамических покрытий, полученных карбовибродуговой наплавкой / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Технология машиностроения. 2016. № 9. С. 5-8.

7. Титов Н.В. Особенности зажигания электрической дуги при карбовибродуговом упрочнении рабочих органов сельскохозяйственных машин / Н.В.Титов, А.В.Коломейченко, В.В. Виноградов, и др. // Техника и оборудование для села. 2016. № 4. С. 34-38.

8. Титов Н.В. Исследование влияния режимов и параметров карбовибродугового упрочнения на толщину металлокерамического покрытия / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Техника и оборудование для села. 2016. № 9. С. 34-37.

9. Титов Н.В. Импортзамещающая технология упрочнения стрелчатых лап почвообрабатывающих машин / Н.В. Титов, В.В. Виноградов, Д.А. Слободчиков // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 1 (16). С. 138-141.

10. Виноградов В.В. Исследование зажигания дуги при упрочнении рабочих органов машин карбовибродуговым методом / В.В. Виноградов // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 4 (19). С. 323-327.

11. Карелина М.Ю. Импортзамещающая технология восстановления и упрочнения рабочего оборудования строительных и дорожных машин / М.Ю. Карелина, Н.В. Титов, А.В. Коломейченко и др. // Строительные и дорожные машины. 2015. № 8. С. 34-37.

12. Коломейченко А.В. Влияние керамических компонентов пасты на твердость упрочненных карбовибродуговым методом поверхностей / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 140-145.

13. Коломейченко А.В. Результаты производственных испытаний стрелчатых лап зарубежной почвообрабатывающей тех-

ники, упроченных методом КВДУ / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 119. С. 170-175.

14. Виноградов В.В. Достоинства и недостатки современных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.В. Виноградов // Образование, наука и производство. 2015. № 2 (11). С. 39-43.

15. Титов Н.В. К вопросу применения металлокерамических материалов для упрочнения лап культиваторов / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2014. № 2. С. 25-27.

16. Титов Н.В. Повышение ресурса лап культиваторов вибродуговой наплавкой с применением металлокерамики / Н.В. Титов, В.В. Виноградов, И.А. Петриков // Агротехника и энергообеспечение. 2014. № 1 (1). С. 322-327.

17. Титов Н.В. Применение нанопорошков для создания упрочняющих металлокерамических покрытий рабочих органов машин / Н.В. Титов, В.В. Виноградов // Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2013. С. 465-469.

18. Титов Н.В. Анализ перспективных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов // Техника и оборудование для села. 2013. № 10. С. 33-36.

19. Литовченко Н.Н. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве / Н.Н. Литовченко, Н.В. Титов, А.В. Коломейченко и др. // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 2. С. 086-088.

20. Титов Н.В. К вопросу применения металлокерамических материалов для упрочнения лап культиваторов / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 113. С. 364-367.

**ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С
ГРУЗОПОДЪЁМНЫМИ МАШИНАМИ**
И.Л. Волкова, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

**LABOR PROTECTION WHEN WORKING
WITH HOISTING MACHINES**
I.L. Volkova, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: рассмотрены обязательные требования при установке грузоподъёмных машин и механизмов, а так же требования безопасности работы машиниста (оператора).

Ключевые слова: техника безопасности, грузоподъёмные машины, механизмы, аварии.

Abstract: the mandatory requirements for the installation of lifting machines and mechanisms, as well as the safety requirements of the operator (operator).

Keywords: safety engineering, load-lifting cars, mechanisms, accidents.

В процессе работы на отдельных участках производства под влиянием различных факторов возникают опасные ситуации и неблагоприятные условия труда. Это связано с тем, что не соблюдаются требования техники безопасности, нормы и технические условия как при разработке, проектировании, испытании техники, объектов и технологий, так и при использовании их.

Грузоподъёмные машины относятся к оборудованию повышенной опасности. Развитие краностроения в России и возрастающая насыщенность предприятий грузоподъёмными машинами приводит к увеличению опасности работы с ними, увеличивается количество отказов узлов и механизмов, число аварий машин, в ряде случаев, с тяжёлыми (летальными) последствиями.

Основными причинами большинства аварий грузоподъёмных машин являются неисправности, повреждения и поломки отдельных узлов, деталей и металлоконструкций вследствие нарушения установленного режима работы и несвоевременного и некачественного проведения планово-предупредительного ремонта, диа-

гностирования и технического освидетельствования, а также несоблюдения инструкций и правил безопасности при их эксплуатации.

Аварии с грузоподъемными машинами возникают как правило внезапно, и в основном по причине того, что не соблюдаются требования инструкции предприятия–изготовителя и правил техники безопасности. При эксплуатации грузоподъемных кранов несчастные случаи происходят в результате несоблюдения рабочими производственных инструкций и пренебрежением мерами личной безопасности. Так до начала эксплуатации грузоподъемного механизма или устройства на земле в обязательном порядке должны быть изучены несущие характеристики грунта, на который будет устанавливаться данный механизм (устройство).

Все грузоподъемные стационарные машины (мостовые, башенные, порталные, кабельные краны) должны устанавливаться так, чтобы:

- исключить возможность их смещения под воздействием всех нагрузок (вибрации, ветровых и других факторов);
- машинист (оператор) не должен подвергаться опасности травмирования со стороны груза и элементов машины, таких как: канаты, лебёдки и т.п.;
- машинист (оператор) должен иметь полный обзор всей рабочей зоны и надёжную связь со всеми пунктами загрузки и выгрузки;
- машинист (оператор) должен иметь безопасный путь выхода из кабины и входа в неё;
- обязательный зазор между движущимися частями грузоподъемного механизма или устройства, поднимаемым грузом и стационарными объектами (стеной здания, колонной) должен быть не менее 0,6м, а между электрической проводкой – не менее 1,0 м.

Установка таких машин должна производиться обязательно по проекту спецорганизаций или по проекту производства работ с кранами. А так же грузоподъемные машины в обязательном порядке должны проходить плановые проверки и испытания, которые устанавливает завод-изготовитель и каждый раз после монтажа на месте производства работ.

Список литературы:

1. <https://инструкция-по-охране-труда.рф/грузоподъемные-механизмы.html>.
2. Гущина Т.В. Анализ безопасности использования грузоподъемных машин в строительстве [Электронный ресурс]/ Гущина

Т.В., Хромов В.Н., Волкова И.Л., Рябков С.В. // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции, 2006.

3. Волкова И.Л. Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса [Электронный ресурс] //Волкова И.Л.// В сборнике: Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса. Орёл, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2017. С. 161-164.

4. Волкова И.Л. Планирование научно-исследовательской работы обучающихся [Электронный ресурс]//Волкова И.Л.// В сборнике: Физика и современные технологии в АПК. С. 416-420. Орёл, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2017.

5. Першечкин А. Грузоподъемные краны [Электронный ресурс] / Першечкин А., Павленко Т.Г. // Сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2017. С. 107-115.

6. Ярунин Д.Г. Подъемные краны [Электронный ресурс]/ Ярунин Д.Г., Павленко Т.Г. //В Сборнике: Мир машин. Сборник материалов студенческой научно-практической конференции 2012. С. 110-114.

7. Бирюков С.С. Мостовые краны [Электронный ресурс]/ Бирюков С.С., Павленко Т.Г. В сборнике: Сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2014-2015 г 2015. С. 122-129.

8. Лагутин С.И. Грузоподъемные краны [Электронный ресурс]/ Лагутин С.И., Павленко Т.Г. // В сборнике: Сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2012-2013г 2013. С. 107-111.

9. Босердт В.Ю. Грузоподъемные машины [Электронный ресурс]/ Босердт В.Ю., Павленко Т.Г.// В сборнике: Сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2014-2015 г 2015. С. 70-71.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИЯХ В ВУЗЕ

Л.И. Гольцова, старший преподаватель

М.В. Баркова, аспирант

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

NEW TECHNOLOGIES USED AT EMPLOYMENT IN THE UNIVERSITY

L.I. Goltsova, senior teacher

M.V. Barkova, graduate student

Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: в статье рассматриваются новые технологии, применяемые на занятиях в ВУЗе. Также рассматривается новый подход в подготовке бакалавров. Разбирается такое явление как игра.

Ключевые слова: образование, обучение, учебный процесс.

Abstract: the article deals with new technologies used in classes at the university. A new approach to the preparation of bachelors is also being considered. A phenomenon like a game is sorted out.

Keywords: education, training, educational process.

Инновационный подход в системе образования должен обеспечивать развитие личности по следующим направлениям: развитие способностей к альтернативному мышлению, повышение уровня креативности.

В обучении одним из элементов, повышающим эффективность, является учебная игра. Она предусматривает слияние игровой деятельности и обучения. Частью этой системы является образовательный процесс, в ходе которого обучающиеся приобретают знания, профессиональные качества.

В учебном процессе применяются имитационные, деловые, творческие, игры-тренинги.

Цель, поставленная в учебной игре, является познавательной направленности. Игра должна быть стимулирующей.

Новый виток поисков путей для получения большого количества информации в процессе обучения, средство повышения по-

знавательной активности обучающихся появилось новое направление «Эдьютеймент».

Понятие «обучение как развлечение» - это эффективное познание мира в игровой форме так как через развлечение не просто создаётся осведомлённость об определённом предмете, но и устанавливается связь обучающегося и изучаемого предмета. Эдьютеймент – обучение в формате развлечения, способствует активному вовлечению обучающихся в образовательный процесс, формированию и развитию творческой личности. Главное в эдьютейменте то, что теория смешивается с образовательными целями и средствами, жизненными ценностями. Эдьютеймент основан на определённых педагогических принципах.

Список литературы:

1. Гольцова Л.И. Самостоятельная работа как форма организации, способствующая повышению качества знаний [Электронный ресурс] / Гольцова Л.И., Волюнкина Т.И. // В сборнике: Инновации в образовании Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2015. С. 116-119.

2. Волюнкина Т.И. Индивидуальные домашние задания как средство повышения качества знаний [Электронный ресурс]/ Волюнкина Т.И., Гольцова Л.И. // В сборнике: Инновации в образовании Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2015. С. 90-92.

3. Волюнкина Т.И. Использование различных технологий организации обучения [Электронный ресурс]/ Волюнкина Т.И., Гольцова Л.И.// В сборнике: Инновации в образовании Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. 2014. С. 87-89.

4. Павленко Т.Г. Образовательные технологии в ВУЗе - новые идеи [Электронный ресурс]/ В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. 2017. С. 434-439.

5. Павленко Т.Г. Актуальные вопросы применения физики в сельском хозяйстве. / Павленко Т.Г. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы международной молодежной научно-практической конференции. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2016. С. 206-209.

6. Павленко А.А. Концепция реструктуризации образовательной деятельности в области строительства. / Павленко А.А., Павленко Т.Г. // В сборнике: Инновационные технологии в образо-

вании сборник статей. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Орловский государственный аграрный университет". Орел, 2008. С. 41-44.

7. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс]/ В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. 2017. С. 439-447.

8. Волкова И.Л. Структура организации управления научной деятельностью обучающихся [Электронный ресурс]/ В сборнике: Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 161-164.

9. Тарасова, М.А. Междисциплинарная интеграция учебных дисциплин –эффективная технология формирования профессионально-деятельной компоненты компетенций/М.А.Тарасова, С.Ю.Гришина // Ученые записки Орловского государственного университета. Научный журнал. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» - 2014 - №5 (61), изд-во ОГУ. – С. 409-412.

10. Гришина, С.Ю Особенности когнитивного опыта при изучении физики в ВУЗе // Научный альманах – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – С. 46-50.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**А.И. Горбатенко, ассистент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

MODERNIZATION OF AGRICULTURAL EDUCATION

**A.I. Gorbatenko, assistant
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: сельскохозяйственная отрасль, слабо укомплектовано специалистами,

Abstract: the agricultural sector, is poorly staffed with specialists, and therefore one of the

а потому одна из важнейших позиций, требующая внимания, – кадровая составляющая аграрного кластера. В основе её должно находиться качественное образование, соответствующее высочайшим требованиям к современному производству и хранению продукции.

Ключевые слова: аграрное образование, модернизация образования, подготовка кадров

most important positions requiring attention is the personnel component of the agricultural cluster. It should be based on a quality education that meets the highest requirements for modern production and storage of products.

Keywords: agrarian education, modernization of education, training

Аграрные образовательные учреждения – одни из старейших в России, накопивших богатое наследие. За прошедшие двести с лишним лет в аграрном образовании появились традиции, представляющие собой исторически сложившиеся идеи, практические действия, которые передаются из поколения в поколение и способствуют эффективному выполнению первостепенных задач страны. За два века работы учебные заведения обучили более миллиона специалистов для российского села.

Сегодня рабочие кадры для АПК готовят профессиональные училища и лицеи системы Минобрнауки РФ. Специалистов среднего и высшего звена выпускают 59 вузов, 25 учреждений дополнительного профессионального образования и 162 учреждения среднего профобразования, подведомственные Минсельхозу РФ. Более 87 процентов от общего числа студентов получают специальности сельскохозяйственного профиля, остальные – специальности, необходимые для развития сельских территорий и их инфраструктуры. Но при этом российскому АПК недостаёт порядка 80 тыс. специалистов с высшим образованием. Казалось бы, в чём проблема: выпускников должно хватить отрасли с лихвой? Однако реальная картина далека от статистической: молодёжь в село не едет.

Сегодня на земле трудятся в основном полупрофессиональные кадры, получившие умения и навыки на рабочем месте, не имеющие основ научных знаний по профессии. Особенно это касается личных подсобных хозяйств, где наиболее распространён метод «проб и ошибок». На практике только треть выпускников вузов и техникумов приходит на работу в сельскохозяйственные организации. Остаются на селе и того меньше: по разным специальностям от 2 до 18 процентов обучавшихся за счёт федерального бюджета.

Станет ли образование локомотивом для села? На наших глазах открывается новая страница в истории российского агропромышленного комплекса. Президент Владимир Путин обозначил государственную позицию: сельское хозяйство, наша продовольственная безопасность и независимость – важнейший приоритет для страны и россиян. Курс на импортозамещение обнадёжил аграриев. Отечественные сельхозпроизводители взволнованы: удастся ли им занять освободившиеся рыночные ниши? Оценка специалистами потенциального объёма замещения привозной продукции в среднесрочной перспективе довольно оптимистична.

Но для государства вопросы звучат более остро и глубоко: что необходимо, для того чтобы в дальнейшем избежать зависимости от недружественных действий стран-партнёров, способно ли сельское хозяйство России обеспечить продовольственную безопасность страны и главное – кто это будет делать? На сегодня село, как никакая другая отрасль, слабо укомплектовано специалистами, а потому одна из важнейших позиций, требующая внимания, – кадровая составляющая аграрного кластера. В основе её должно находиться качественное образование, соответствующее высочайшим требованиям к современному производству продукции и её хранению.

Нынешний кадровый состав сельскохозяйственной отрасли стареет в целом. За последние годы в предпенсионный возраст вступила значительная часть работников массовых профессий, в том числе занятых ручным трудом в растениеводстве, животноводстве и других сферах деятельности. Освобождаемые места непривлекательны для молодёжи. Отпугивает молодых незначительность перспектив как в карьерном, так и социальном планах. Эксперты отмечают, что стратегические цели аграрного образования должны быть тесно увязаны с проблемами решения социальных проблем сельских территорий.

Учитывая растущую потребность на мировых агропродовольственных рынках в продуктах, рост мирового населения и потенциальную возможность вовлечения наших огромных земельных богатств в хозяйственный оборот, задачи развития аграрного образования в России приобретают глобальный характер.

Надо отметить, российские учебные заведения имеют сегодня высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав, опытных специалистов, обладающих научными знаниями и прочными деловыми связями с предприятиями и агрохолдингами. Но наука до сих пор не оправилась от кризисных 90-х годов. Тогда

уровень бюджетных ассигнований для Российской сельскохозяйственной академии не превышал 30 процентов от потребности. В итоге только за 1992-1997 годы численность исследовательских кадров сократилась с 30 до 14 тыс. человек. Особенно значительным оказался отток молодых квалифицированных специалистов. Динамика этих показателей позволяет говорить о трёхкратном сокращении научно-технического потенциала отечественного аграрного сектора.

Сегодня основное внимание уделяется изучению вопросов рыночной экономики и предпринимательства, инновационной и внешнеэкономической деятельности, менеджменту, правовому обеспечению АПК, налогообложению и кредитованию, изучению и созданию современных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий. Учебные заведения осваивают новые образовательные технологии. Но до сих пор остаётся множество проблем, которые негативно сказываются на качестве профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов, кадров массовых профессий, в целом на кадровом обеспечении агропромышленного комплекса. Вопрос вопросов – морально устаревшие и слабо обновляемые материально-технические фонды. Отрасли требуется основательное техническое переоснащение образовательного процесса с одновременным применением новых образовательных технологий.

Нельзя забывать, что образование – это не только высшие учебные заведения. В сельскохозяйственной сфере, как ни в какой другой, очень важна преемственность, если мы хотим, чтобы российская деревня не опустела. Сегодня в отрасли отсутствует системная работа по организации непрерывного обучения, координации повышения квалификации и переподготовки кадров. Несмотря на приход инноваций и глобализацию современного общества, на селе по-прежнему сохраняется много традиционных технологий, где требуются специалисты на уровне начального профессионального образования. Необходимо поднимать престиж крестьянского труда, на котором держится аграрная экономика любого государства. Специалисты считают, что для сохранения преемственности необходимо обеспечить координацию учебных программ образовательных заведений всех уровней. В структуру должна вписаться и сельская школа. И конечно, в идеале ни одно звено этой цепи не должно быть ущемлённым. Пока же можно констатировать, что есть существенная разница в финансировании.

По убеждению специалистов, образование может стать тем локомотивом, который способен вытащить российское село из тяжёлого системного кризиса. Но при нынешнем положении вещей в сельскохозяйственной отрасли и демографическом спаде возникает вполне закономерный вопрос: откуда же возьмутся те производительные силы, которые, получив образование, обеспечат продвижение аграрной науки и экономики?

Ситуацию понимают на самом высоком уровне. Государство всё больше внимания уделяет аграрному сектору экономики, поддерживая село национальными проектами и профинансированными программами. Сельхозпредприятия начали мотивировать специалистов: молодёжь, которая остается жить и работать на селе, поощряют жильём, грантами, надбавками к зарплате. Правительством страны утверждена Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года, которой определены основные цели государственной аграрной политики в долгосрочной перспективе. Документ определяет ключевые проблемы и финансово-экономические, правовые и организационные меры, позволяющие вывести сельские территории на качественно новый уровень развития, обеспечивающий комплексное сбалансированное решение экономических, социальных и экологических задач при сохранении природно-ресурсного и историко-культурного потенциала сельской местности. Основная цель – поднять уровень и качество жизни российской деревни, сделать её более привлекательной. Среди мер названо научное и кадровое обеспечение села.

В принципе, система высшего аграрного образования к этому готова. Министерство сельского хозяйства продолжает работу по её оптимизации. Как отмечают специалисты ведомства, в настоящее время накоплен положительный опыт реорганизации вузов в форме объединения. В течение нескольких лет обсуждается вопрос об объединении отраслевых высших учебных заведений, расположенных в одном субъекте Российской Федерации, с целью создания крупных многопрофильных агротехнологических университетов, что позволит обеспечить комплексность решения образовательных и научных задач, поставленных реалиями времени.

Но аграрным вузам требуются не только структурные изменения. Необходима глубинная модернизация сельскохозяйственного образования, чтобы соответствовать реалиям сегодняшнего дня. Нехватка квалифицированных молодых кадров в агропромышленном комплексе – половина беды. Сегодня селу нужен работник,

обладающий самыми современными знаниями. Грамотные специалисты – залог эффективной работы, дополнительная прибыль и стабильность организации. Особенно профессионалы важны в условиях совершенствования технологий на современных производствах. Нужно учитывать, что спрос большинства работодателей направлен на получение готового высоко-квалифицированного, опытного специалиста. Это ставит перед вузами новые задачи.

Начавшаяся в образовании модернизация призвана снять остроту проблем или устранить их вовсе. Тема эта многогранна и актуальной будет ещё долго. Основными направлениями модернизации аграрного образования являются обеспечение доступности образования для сельской молодёжи, подготовка квалифицированных кадров соответствующего уровня и профиля, конкурентных на рынке труда, способных обеспечить эффективное ведение агропромышленного комплекса. Современная концепция образования включает необходимость выработки кругозора, охватывающего всю систему сетевых взаимоотношений между различными компонентами агросферы.

Модернизацию необходимо рассматривать как комплексный инновационный процесс, включающий решение проблем повышения качества образования и его эффективной организации, существенного повышения уровня учебно-методической работы, материального и информационного процесса. Наиболее масштабные изменения произошли в высшем образовании, где формально завершён переход к уровневой системе, включающей бакалавриат и магистратуру. У студентов должны появиться новые мотивации к получению профессиональных и общекультурных компетенций. Этому способствуют новые технологии обучения, применение активных и интерактивных методов, привлечение к реализации образовательных программ работодателей. Вузам предстоит отладить взаимодействие с работодателями и их объединениями не только в разработке и реализации основных и дополнительных программ, но и в оценке компетенций выпускников. Ещё одно направление в комплексе мер модернизации – повышение статуса нескольких аграрных университетов. На конкурсной основе Минобрнауки РФ определило четыре инновационных вуза – РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Кубанский государственный аграрный университет, Орловский ГАУ и Ставропольский ГАУ, – которым предоставлено государственное финансирование для создания инновационной образовательной среды.

Благодаря областным и федеральным программам, а также приходу частных инвесторов сельское хозяйство развивается, и у молодых специалистов есть хорошие перспективы для самореализации. В вузы стали приходить представители крупных хозяйств, которые хотели бы подобрать себе квалифицированные кадры, и примерно с третьего курса студенты уже могут быть ориентированы на конкретное предприятие и работу там. Руководители заинтересованы в знающей молодёжи, поэтому предоставляют возможность практики во время обучения, иногда осуществляют и стипендиальную поддержку.

Важнейшим аспектом модернизации аграрного образования в России, по мнению специалистов, может стать её международная составляющая. В последнее десятилетие предпринят ряд шагов по содержательной модернизации профессионального образования, повышению его качества, интеграции российского образования в международное образовательное пространство. В первую очередь речь идёт о вхождении России в Болонский процесс, повышении гибкости образовательных программ, преодолении ранней узкой специализации, внедрении федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

Приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований обусловили необходимость решения следующих основных тактических задач в области аграрного образования, а именно, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции:

- создать системы ресурсосберегающих технологических процессов и машин, стабилизирующих показатели технологической адекватности и экологической безопасности пищевого сырья и готовой продукции;

- создать эффективные биотехнологические методы, интенсифицирующие производственные процессы, снижающих энергоёмкость и обеспечивающих высокое качество пищевой продукции, в том числе с применением генной инженерии, мобилизованных ферментов и микроорганизмов с высокой активностью;

- разработать методологии компьютерного проектирования продуктов нового поколения для ординарного, профилактического, лечебного и реабилитационного питания различных возрастных групп населения и спецконтингента;

- создать высокоэффективные процессы производства и применения, в том числе с использованием нанотехнологий, белковых препаратов, композитов и биологически активных добавок с

заданными функциональными свойствами, формирующих качество продуктов переработки сельскохозяйственного сырья;

- разработать и спроектировать технологии производства нового поколения продуктов питания, способствующих улучшению состояния здоровья детей;

- разработать ряд биотехнологических методов повышения эффективности процессов промышленной переработки сельскохозяйственного сырья с учетом реабилитации окружающей среды;

- разработать научные основы технологий и машин для пищевых и перерабатывающих отраслей АПК на базе положений системологии и исследований технологических потоков пищевых производств;

- создать новые технологические процессы и упаковочные материалы для хранения сырья и готовой продукции при отрицательных температурах, в среде инертных газов, при гипо- и гипербарических условиях;

- развить системы стандартизации и сертификации как важнейшего фактора обеспечения качества и безопасности сельскохозяйственного сырья, пищевых продуктов в соответствии с требованиями закона "О техническом регулировании";

- разработать новые экспресс-методы подтверждения соответствия структуры и состава пищевых продуктов;

- создать технологии отечественного производства витаминов, минеральных веществ, микроэлементов и других пищевых добавок в объемах, достаточных для полного обеспечения населения, в том числе путем обогащения ими пищевых продуктов массового повседневного потребления;

- разработать современные технологии для организации крупнотоннажного производства пищевого белка и белковых препаратов, предназначенных для повышения биологической ценности пищевых продуктов;

- совершенствовать систему хранения продовольствия на всем пути продвижения сырья и готовой продукции от поля, фермы до потребителя, обеспечивающих сохранение качества и устранение потерь полезной продукции.

Надо помнить, что исторически Россия всегда являлась аграрной страной, и от эффективного развития сельского хозяйства во многом зависело её благосостояние. Основной задачей развития страны как крупнейшей мировой державы является обустройство территорий, в чём ключевая роль принадлежит аграрному образованию. В начале XXI века, когда агропромышленный комплекс

России вступил в новый период своего развития, от квалификации и компетенции специалистов во многом зависит решение вопросов обеспечения продовольственной безопасности страны, сохранение и возрождение российского села.

Список литературы:

1. Аграрный свет знаний. Изд-во «Аккредитация в образовании», информационно-аналитический журнал, <http://www.akvobr.ru/>.
2. Приказ N 342 МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ от 25 июня 2007 года «Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года». <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=403386#09745004481592592>.
3. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс]/ Горбатенко А.И. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной научно-практической конференции. С. 439-447. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2017.
4. Павленко Т.Г. Образовательные технологии в вузе - новые идеи // В сб.: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2017. С. 434-439.
5. Павленко Т.Г. Актуальные вопросы применения физики в сельском хозяйстве. / Павленко Т.Г. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы международной молодежной научно-практической конференции. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2016. С. 206-209.
6. Павленко А.А. Концепция реструктуризации образовательной деятельности в области строительства. / Павленко А.А., Павленко Т.Г. // В сборнике: Инновационные технологии в образовании сборник статей. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Орловский государственный аграрный университет". Орел, 2008. С. 41-44.
7. Тарасова, М.А. Междисциплинарная интеграция учебных дисциплин –эффективная технология формирования профессионально-деятельной компоненты компетенций /М.А.Тарасова, С.Ю.Гришина // Ученые записки Орловского государственного университета. Научный журнал. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» - 2014 - №5 (61), изд-во ОГУ. – С. 409-412.

8. Гришина, С.Ю. Особенности условий для формирования познавательной потребности// Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Орел, 2017. -С. 28-32.

9. Гришина, С.Ю Развитие познавательной потребности через НИРС // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы естественнонаучного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. - Орел, 2016. - Т. 4. - № 4. - С. 121-124.

ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

**А.И. Горбатенко, ассистент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

INNOVATIONS IN TEACHING COMPUTER GRAPHICS IN AGRICULTURAL HIGHER EDUCATION

**A. I. Gorbatenko, assistant
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: инновационность учебной работы заключается в целенаправленном внедрении в образовательный процесс новых технологий, способствующих эффективному обучению.

Ключевые слова: инновационность образования, компьютерная графика, творческие, интеллектуальные, конструкторские способности.

Abstract: the innovativeness of educational work lies in the deliberate introduction in educational process of new technologies that enhance effective learning.

Keywords: education innovation, computer graphics, creative, intellectual, design skills.

К системе образования в современных условиях выдвигаются весьма высокие требования: она должна готовить специалистов к жизни и деятельности в широком, динамичном, быстро меняющемся мире, где перед человеком постоянно возникают нестандартные

задачи, решение которых предполагает наличие умений и навыков строить и анализировать собственные действия. В современных условиях управлять нужно не личностью, а процессом её развития. Особенно остро стоит эта проблема в работе педагога высшей школы. Инновационность учебной работы заключается в целенаправленном внедрении в образовательный процесс новых технологий, способствующих эффективному обучению. Применение компьютерных технологий в деятельности студентов вузов является важным средством развития их художественных способностей, содействует проявлению творческого и интеллектуального потенциала развивающейся личности. Использование их в учебном процессе вуза требует проведения более глубоких исследований в области методик и преподавания большинства как общепрофессиональных, так и специальных дисциплин. Освоение студентами основ компьютерной графики имеет свою специфику по сравнению с традиционными видами изобразительной деятельности. В этой связи становятся актуальными разработка и совершенствование эффективной технологии обучения компьютерной графике с учетом специфики ее изобразительных средств и технических особенностей. Компьютерная графика, начиная с сороковых годов XX века, прошла сложный путь в своем развитии: от электронных абстракций до сложных композиций, созданных при помощи трехмерной графики. Развитие компьютерной графики на начальных этапах было связано с развитием технических средств и особенно дисплеев. Компьютеры и визуальные возможности изменили способы, используемые для создания и распространения изображений. В процессе обучения студентов технических вузов России особенно заметной становится роль компьютерной графики для автоматизации процесса проектирования, создания чертежей и конструкторской документации.

Область компьютерной графики предполагает творческую направленность процесса создания продукта и, на первый взгляд, не ассоциируется с понятиями «технологичность», «технократичность». Но объекты, элементы компьютерной графики - модели, изображения, коллажи, векторный арт - создаются средствами ИКТ(информационно – коммуникационные технологии) , которые технологичны по своей сути. Поэтому возникает проблема как, используя потенциал ИКТ, реализовать художественные принципы, развивать креативную деятельность и индивидуальность обучаемого, контролируя и управляя этим процессом обучения.

Перечень актуальных учебных задач, требующих пристального внимания на практических занятиях, достаточно большой. Современный студент, зная ситуацию на рынке труда и запросы работодателей, выдвигает высокие требования к проработке содержания и формулирует будущие цели обучения не в плане знания области компьютерной графики, а в плане умения решать определенные задачи в области компьютерной графики (например, разработать дизайн сайта, создать рекламный плакат и др)

В современных условиях кандидатам на замещение вакансий в области компьютерной графики необходимы умения думать, творчески мыслить и наличие портфолио - готовых работ в различных направлениях компьютерной графики. Поэтому практические запросы обучаемых заставляют разрабатывать и вводить новые компоненты в методику обучения компьютерной графике.

Мотивационно-целевой уровень модели методики обучения студентов вуза компьютерной графике включает подготовку конкурентоспособного специалиста, который может достигать поставленных профессиональных целей в разных, быстро меняющихся ситуациях за счет владения методами решения большого класса профессиональных задач, т. е. обладает соответствующими профессиональными компетенциями, и владеет компонентами профессионального творчества в области компьютерной графики.

В ходе обучения целесообразно создавать портфолио — индивидуального портфеля документов (учебных работ в области компьютерной графики), отражающего знания, умения и навыки студента, которые могут быть востребованы на рынке труда. Основное назначение портфолио - помочь будущим выпускникам совершить переход от учебы к трудовой деятельности или продолжению обучения на более высоком уровне и представить работодателям наиболее полные сведения о квалификации, а также об учебных достижениях студентов вуза.

Аксиологический уровень модели методики обучения студентов вуза компьютерной графике ориентирован на систему ценностей, установок и отношений к применению компьютерной графики в будущей профессиональной деятельности. Создание творческо-технологической среды, в которой интегрируются ресурсы социума и индивида, дает возможность для проявления интересов, самоопределения, самореализации в выборе узкосодержательной области компьютерной графики, спецэффекты, векторный арт, моделинг, анимация, текстурирование, визуализация.

Компьютерная графика позволяет не только дать определенные знания в этой области, но и раскрыть творческие, интеллектуальные, проектные, технические, конструкторские, дизайнерские способности, сформировать творческие качества, позволяющие эффективно решать стандартные и нестандартные задачи создания «виртуальных миров». Техническое, конструкторское мышление, формируемое при овладении компьютерной графикой, приобретает общенаучное значение, а умения, навыки и способы деятельности, осваиваемые при ее изучении, имеют общеинтеллектуальный, общеучебный, научный характер, входят в число важнейших компетенций современного человека.

Учебно-методическое обеспечение дисциплин компьютерной графики базируется на блочно-модульном основе и включает в себя следующие блоки-теоретических занятий, практических занятий, самостоятельной работы, контроля, а также пропедевтический и методический блоки.

Теоретический блок, реализованный в форме электронных учебников и презентаций, включает рассмотрение базовых основ и математических аспектов компьютерной графики. Модульная структура предполагает двухуровневое структурирование учебного материала основной уровень (определяемый содержанием государственного образовательного стандарта) и продвинутый уровень, что позволяет проектировать индивидуальные траектории обучаемых. Структурирование материала в модулях идет в соответствии с «методической сеткой».

Практический блок ориентирован на проектное изучение материала, обучаемые выполняют учебные проекты. Под учебным проектом будем понимать совокупность приемов, действий обучаемых в их определенной последовательности для достижения поставленной задачи - решения проблемы, лично значимой для обучаемых и оформленной в виде некоего конечного продукта.

Блок самостоятельной работы. Самостоятельная творческая работа ведется обучаемым параллельно с изучением теории и является одной из контрольных точек дисциплины. Обучаемым предлагается не только создать проект как конечный продукт, но и описать технологию создания проекта.

Блок контроля содержит тесты по теоретическому материалу, а также критерии оценки практических занятий. Оценка проектов, рассматриваемых на практических занятиях, состоит из двух этапов: визуальный просмотр проекта, прослушивание комментариев обучаемого к проекту и ответы на вопросы педагога. Для удоб-

ства работы педагога разработан бланк с примерным перечнем теоретических вопросов по каждому разделу компьютерной графики.

Пропедевтический блок включает рекомендации по изучению стандартного простейшего растрового редактора MS Paint, который изучается в рамках дисциплины «Информатика», с уклоном на концепцию формирования изображения.

Методический блок включает в себя рабочую программу, методические указания для преподавателя по проведению теоретических занятий, лабораторных работ, организации дистанционного обучения.

Методика обучения компьютерной графике основана на личностно ориентированном и компетентностном подходах. Основными дидактическими принципами, составляющими педагогическую основу обучения компьютерной графике, являются принцип научности, принцип наглядности, принцип индивидуализации (принцип индивидуальной образовательной траектории обучаемых).

Принцип научности опирается на закономерную связь между содержанием науки и учебного предмета и он требует, чтобы содержание обучения знакомило обучаемых с научными фактами, понятиями, закономерностями, теориями всех основных разделов соответствующей отрасли науки, в возможной мере приближалось к раскрытию ее современных достижений и перспектив развития в дальнейшем. Принцип научности также требует развития у обучаемых умений и навыков научного поиска.

Принцип индивидуализации (принцип индивидуальной образовательной траектории обучаемых). Дидактический принцип соответствия фундаментальности образования познавательным потребностям обучаемого является важным при использовании информационных технологий. Однако данный принцип выдвигает и определенные критерии психологических потребностей самого обучаемого, среди которых высокая мотивационная потребность обучаемого, направленность личности на достижение поставленной цели, стремление к саморазвитию.

Этот принцип предполагает выполнение обучаемыми творческих самостоятельных работ с достижением «собственных образовательных границ», что позволит не только постигать определенный объем содержания, но и выходить за рамки основного уровня содержания образования в ходе свободного выбора получаемой информации путем структурирования содержания обучения.

Принцип наглядности. Многочисленные психолого-педагогические исследования показали, что эффективность обучения зависит от степени привлечения к восприятию всех органов чувств человека. Чем разнообразнее чувственные восприятия учебного материала, тем более прочно он усваивается. Обратим внимание на то, что наглядность в дидактике понимается более широко, чем непосредственное зрительное восприятие. Она включает в себя и восприятие через моторные, тактильные ощущения, что характерно для процесса обучения компьютерной графике.

Список литературы:

1. А.Ф. Дружкин, Е.А. Вертикова. Интерактивные методы обучения студентов аграрного профиля. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.

2. Забродина Н. А. Роль компьютерной графики в обучении студентов в области художественных специальностей // Молодой ученый. — 2017. — №5. — С. 489-492.

3. Библиотека авторефератов и диссертаций по педагогике <http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-02/dissertaciya-metodika-obucheniya-kompyuternoy-grafike-studentov-vuza#ixzz4yP4U9nwn>.

4. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс]/ Горбатенко А.И. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной научно-практической конференции. С. 439-447. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2017.

5. Тарасова, М.А. Междисциплинарная интеграция учебных дисциплин –эффективная технология формирования профессионально-деятельной компоненты компетенций/М.А.Тарасова, С.Ю.Гришина // Ученые записки Орловского государственного университета. Научный журнал. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» - 2014 - №5 (61), изд-во ОГУ. – С. 409-412.

6. Гришина, С.Ю. Компьютеризация информационно-образовательного процесса в обучении физике // матер. V международной научно-практической конференции. – Орел: Изд-во «ООО Модуль-К», 2013. – 274 с.

7. Гришина, С.Ю. Особенности когнитивного опыта при изучении физики в ВУЗе //Научный альманах – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – С.46-50.

8. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упроч-

нением их режущих поверхностей: дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03 / Виноградов Виктор Владимирович - Воронеж, 2017. - 157 с.

9. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрельчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упрочнением их режущих поверхностей: автореферат дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03 / Воронеж. гос. аграр. ун-т им. императора Петра I. Орел, 2017. - 22 с.

УДК 378.147.88

**ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ
ПОТРЕБНОСТИ ЧЕРЕЗ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ**
С.Ю. Гришина, кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл

**DEVELOPMENT OF THE COGNITIVE NEEDS
THROUGH THE SELF-WORKING WORK**
S.Yu. Grishina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
associate Professor
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel

Аннотация: в настоящей статье обозначена проблема развития и формирования познавательной потребности студентов Вузов через самостоятельную работу. Отмечена связь между самостоятельной деятельностью и познавательной потребностью, роль преподавателя. Представлены некоторые результаты исследований особенностей развития познавательной потребности через самостоятельную деятельность.

Ключевые слова: проблема, развитие, познавательная потребность, самостоятельная работа, высшее образование.

Abstract: in this article the problem of development and formation of the cognitive needs of students of higher educational institutions through independent work is designated. The connection between independent activity and cognitive need, the role of the teacher is noted. Some results of research on the development of cognitive needs through independent activity are presented.

Keywords: problem, development, cognitive need, independent work, higher education.

На современном этапе развития нашего общества в структуре высшего образования происходят различные преобразования [1, 7, 8, 9]. Частично они обуславливают перераспределение учебной нагрузки. Большая часть учебного материала идет на самостоятельное изучение. Перед преподавателем возникает важнейшая задача организации этого процесса. Именно самостоятельное изучение вызывает ряд сложнейших вопросов и проблем. Важным является не только организация самостоятельной деятельности, но и обеспечение при этом процессов, приводящих к развитию личности в целом. Одной из таких актуальных проблем является развитие познавательной потребности через самостоятельную работу. Как отмечено в предыдущих работах [2-5], познавательная потребность развивается именно в процессе деятельности.

Известным является тот факт, что через самостоятельную деятельность включаются процессы мышления. По мнению многих ученых, в частности Сократа, развитие мышления человека может успешно протекать только в процессе самостоятельной деятельности. Такая деятельность доставляет удовольствие и устраняет пассивность. Но процесс самостоятельной деятельности должен организовываться преподавателем и контролироваться без его вмешательства, только с помощью предпосылок. Если студент не готов к процессу, то самостоятельная работа вызовет негативный результат. Подобный эффект обуславливается невозможностью самореализации. Обучающийся с удовольствием проделав ряд операций по выполнению задания, приступив к не понятному ему условию следующего этапа, останавливается. Морально и теоретически подготовленный студент начнет поиск путей выхода из сложившейся ситуации, в то время как неподготовленный не может себя реализовать, он чувствует свое бессилие, это обстоятельство вызывает его отрицательную реакцию к работе в целом, его пассивность. В связи с этим, следует отметить, важность роли преподавателя по формированию самостоятельной деятельности при развитии познавательной потребности.

При использовании самостоятельной работы для формирования и развития познавательной потребности нами отмечаются некоторые особенности. Одной из которых, является, не только углубленное изучение учебного материала, но и создание преподавателем предпосылок для возникновения у студентов познавательной потребности к изучению нового. К предпосылкам могут относиться интригующие факты, вопросы, задания и т.д.

Известна [1-4] важность организации преподавателем увлекательности самого процесса овладения нового учебного материала. Сам процесс должен быть целенаправлен, напряжен и захватывающ. Обеспечение решения этой задачи достаточно затруднительно, учитывая самостоятельность деятельности. Кроме этого, необходим индивидуальный подход самостоятельной работы при развитии познавательной потребности каждого студента. Преподаватель должен учитывать желания, умения, знания и предпочтения студента. При совпадении соответствующих способностей у нескольких обучаемых возможно их объединение в группы. С решением этой задачи позволяет справиться исследовательский метод. Он формирует необходимый объем и уровень знаний, навыков, умений для решения познавательных задач и развития мышления, психологически настраивает на самостоятельную деятельность.

Как показывают результаты наших исследований, учитывая особенности при развитии познавательной потребности студентов через самостоятельную работу можно достичь неплохих результатов в обучении.

Список литературы:

1. Тарасова, М.А. Междисциплинарная интеграция учебных дисциплин –эффективная технология формирования профессионально-деятельной компоненты компетенций/М.А.Тарасова, С.Ю.Гришина // Ученые записки Орловского государственного университета. Научный журнал. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» - 2014 - №5 (61), изд-во ОГУ. – С. 409-412.

2. Гришина, С.Ю. Компьютеризация информационно-образовательного процесса в обучении физике // матер.V международной научно-практической конференции. – Орел: Изд-во «ООО Модуль-К», 2013. - 274 с.

3. Гришина, С.Ю. Особенности условий для формирования познавательной потребности // Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Орел, 2017. - С. 28-32.

4. Гришина, С.Ю. Развитие познавательной потребности через НИРС // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы естественнонаучного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. - Орел, 2016. - Т. 4. - № 4. - С. 121-124.

5. Гришина, С.Ю Особенности когнитивного опыта при изучении физики в ВУЗе // Научный альманах – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – С.46-50.

6. Гришина, С.Ю Аспект развития познавательной потребности студентов // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации в образовании» – Орел: Издательство «Модуль-К», 2016. – С.58-60.

7. Павленко Т.Г. Образовательные технологии в вузе - новые идеи/ Павленко Т.Г.// В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2017. С. 434-439.

8. Павленко Т.Г. Актуальные вопросы применения физики в сельском хозяйстве. / Павленко Т.Г. // В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы международной молодежной научно-практической конференции. Орел: ЭБС Орел ГАУ, 2016. С. 206-209.

9. Павленко А.А. Концепция реструктуризации образовательной деятельности в области строительства. / Павленко А.А., Павленко Т.Г.// В сборнике: Инновационные технологии в образовании сборник статей. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Орловский государственный аграрный университет". Орел, 2008. С. 41-44.

10. Горбатенко А.И. Модель методики обучения компьютерной графике в высшей школе [Электронный ресурс]/ В сборнике: Физика и современные технологии в АПК Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции. 2017. С. 439-447.

УДК 378.147 +378.14.015.62+378.184

**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ КАК ЗАЛОГ
УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА**

**С.Н. Коношина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

**MAIN STAGES AND METHODS OF TEACHING AS THE KEY
TO THE SUCCESSFUL DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL
COMPETENCIES OF FUTURE SPECIALIST.**

**S.N. Konoshina, Candidate of Agricultural Sciences,
associate Professor
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: рассмотрены основные этапы формирования профессиональных компетенций. Указана роль профессиональной ориентации и важность адаптации к учебному процессу. Выделены основные методы обучения, стимулирующие развитие профессиональных компетенций.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, адаптация, активные методы, заочное обучение, воспитательная работа.

Abstract: the main stages of the formation of professional competencies are considered. The role of vocational guidance and the importance of adaptation to the learning process are indicated. The main methods of teaching, stimulating the development of professional competencies, are singled out.

Keywords: professional orientation, adaptation, active methods, distance learning, educational work.

Обучение в вузе начинается задолго до получения студенческого билета. Еще в школе перед выпускником стоит одно из важнейших решений в жизни - выбор профессии, поэтому актуальность профориентационной работы в условиях непрерывного образования обуславливается не только потребностью молодого поколения в самоопределении, в выборе профессии в соответствии с интересами, склонностями в настоящее время, но и дальнейшим развитием творческого потенциала личности. Сделать правильный

выбор призваны помочь учителя школ и преподаватели высших учебных заведений.

В работе по профориентации школьников сотрудникам высших учебных заведений необходимо выделить такие разделы как знакомство со структурой университета, факультетами, получаемыми профессиями, современными достижениях ученых, студенческой научной работе, а также практические вопросы о прохождении производственных практик и дальнейшем трудоустройстве, что позволит правильно сориентировать абитуриента в выборе профессии. Работа с родителями во время родительских собраний в школах, с привлечением сотрудников приемной комиссии, позволяет расширить знания родителей о специальностях и условиях поступления в вуз [7].

При поступлении в вуз вчерашний школьник сталкивается с совершенно новыми условиями и требованиями к обучению, поэтому особенно важна учебная и социальная адаптация первокурсников не только со стороны родителей, но и преподавателей, кураторов, студентов старших курсов [3].

Правильная организация аудиторной и внеаудиторной работы позволяет обучающемуся организовать свое время и рационально его использовать. Увеличение количества учебных часов на самостоятельную работу еще раз доказывает актуальность правильной организации самостоятельной работы, не позволяющей ей превратиться в простое чтение различной литературы.

Умение работать с учебной и дополнительной литературой, составлять конспекты и делать логические выводы позволяет тренировать память, внимание и выделять главное из учебного материала, что в дальнейшем позволит реализовать себя в полной мере на профессиональном уровне [2].

Особенно важно конкретизировать вопросы для подготовки к лабораторным занятиям: какие темы лекционного материала необходимо подготовить, какую литературу из основного и дополнительного списка прочитать, какие задачи решить. Это позволит студенту наиболее эффективно получать знания.

Использование активных методов обучения позволяет расширить кругозор и освоить профессионально значимые знания. В наши дни существует целый арсенал активных и интерактивных способов обучения, среди которых можно выделить следующие: творческие задания, работа в малых группах, дискуссия, обучающие игры (ролевые и деловые игры), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция-

пресс-конференция и так далее. Возможны и внеаудиторные методы обучения, например, системы дистанционного обучения, просмотр и обсуждение учебных видеофильмов и другие виды [2].

Особенно важную роль играет научно-исследовательская работа студентов, которая не только развивает познавательный интерес к обучению, но и позволяет максимально приблизить обучающегося к профессиональной сфере деятельности [6].

Много особенностей в организации учебного процесса при заочной форме обучения. Особенно стоит отметить следующие: небольшое количество аудиторных практических и теоретических занятий не позволяет достаточно полно охватить изучаемые вопросы предмета; обучение на заочной форме обучения предполагает особые навыки самоконтроля и саморегуляции.

Эти недостатки особенно серьезно сказываются в образовательной деятельности вузов, в программах которых имеются сложные для самостоятельного изучения естественнонаучные дисциплины. Практика обучения студентов заочной формы обучения показывает, что на младших курсах высок процент слабоуспевающих студентов по дисциплинам естественно научного цикла, одна из причин этого – низкая базовая теоретическая подготовка студентов. Поэтому особое внимание необходимо уделить правильному распределению учебного материала и выбору методов обучения при изучении предмета.

Для успешного освоения химии преподавателю в первую очередь необходимо ознакомить студентов-заочников с требованием программы по предмету, конкретизировать вопросы, изучаемые на лекционных занятиях в ходе сессии и самостоятельно в течение года. Целесообразно составить календарный план, помогающий выполнять контрольную работу, график индивидуальных консультаций. При изучении курса стоит обратить внимание студента-заочника на те разделы и отдельные вопросы курса, которые больше всего отвечают профилю избранной ими специальности [4].

Как показывает практика, использование активных и интерактивных форм в процессе обучения помогает активизировать познавательный процесс, наладить взаимопонимание с аудиторией, акцентировать внимание на наиболее значимые и трудные для рассмотрения процессы. А для студентов заочного отделения еще и обменяться практическим опытом по тому или иному вопросу, освоение знаний и развитие умений и навыков [1, 5].

Все эти меры могут помочь в формировании нового качественного уровня образования и позволяют готовить высококвали-

фицированных специалистов, способных занять достойное место в сфере инновационной экономики и промышленности.

Список литературы:

1. Коношина С.Н. Заочное обучение как один из важных факторов социально-экономического развития общества. Агротехника и энергообеспечение. 2015. № 3 (7). С. 147-151.

2. Коношина С.Н. Особенности организации самостоятельной работы студентов в аграрных вузах Наука и образование: новое время. 2017. № 6 (23). С. 386-389.

3. Коношина С.Н., Коношин И.В. Особенности учебной адаптация обучающихся в вузе и ее роль в формировании профессиональных компетенций при изучении естественнонаучных дисциплин. Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 2 (15). С. 74-78.

4. Коношина С.Н. Влияние профессиональной направленности при изучении химических дисциплин на формирование молодого специалиста. Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 13. С. 2631-2635.

5. Коношина С.Н. Некоторые особенности организации учебного процесса в высшей школе при заочной форме обучения и способы их решения.

6. Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6-3 (48). С. 41-44.

7. Ромазова Н.В., Коношина С.Н. Научно-исследовательская деятельность студентов как основа формирования профессиональных компетенций. Научно-методический электронный журнал Концепт. 2016. Т. 15. С. 1831-1835.

8. Хилкова Н.Л., Ермакова Л.А., Коношина С.Н. Профоринтационная работа на современном этапе развития высшей школы как условие формирования непрерывного обучения. В сборнике: Наука и инновации в сельском хозяйстве Материалы Международной научно-практической конференции. 2011. С. 179-180.

УДК 66.061

**ВИБРАЦИОННЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Е.В. Мищенко, кандидат технических наук, доцент

А.О. Лаптев

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

VIBRATION MODULE FOR MASS TRANSFER PROCESSES

E.V. Mishchenko, candidate of technical sciences,

associate professor

A.O. Laptev

**Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: в данной статье рассматривается работа лабораторного вибрационного модуля для проведения массообменных процессов.

Ключевые слова: массообмен, экстрагирование, вибропривод, реактор, перемешивающее устройство.

Abstract: in this article, the work of the laboratory vibration module for mass transfer processes is discussed.

Keywords: mass transfer, extraction, vibration drive, reactor, mixing device.

В научной лаборатории кафедры «Инженерная графика и механика» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В.Парахина» была разработана вибрационная лабораторная установка для проведения массообменных процессов, таких как экстрагирование, растворение, а также перемешивание, эмульгирование (рис. 1). Установка представляет собой реактор, который состоит из сосуда и перемешивающего устройства с виброприводом [5].

Реакционные аппараты классифицируют

1. по назначению: емкостные, тепловые, массообменные;
2. по конструктивному материалу: стальные, чугунные, медные, пластмассовые и другие;
3. по способу изготовления: сварные, литые, кованные;
4. по форме: цилиндрические, конические, торовые;
5. по положению в пространстве: вертикальные, горизонтальные, наклонные;

6. по толщине стенки: тонкостенные, толстостенные, футерованные;
7. по организации процесса: периодические, непрерывные.



Рисунок 1 – Лабораторная установки для проведения массообменных процессов

Специфические условия работы емкостных аппаратов на химических, пищевых и перерабатывающих предприятиях предъявляют высокие требования к выбору конструкционных материалов проектируемого оборудования [1].

Материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) достаточная общая химическая и коррозионная стойкость материала в агрессивной среде, а также стойкость против других возможных видов коррозионного разрушения;
- 2) достаточная механическая прочность при заданных давлении и температуре технологического процесса;

3) наилучшая способность материала свариваться с обеспечением высоких механических свойств сварных соединений и коррозионной стойкости их в агрессивной среде;

4) низкая стоимость материала.

Различают виброреакторы, в которых вал мешалки совершает вращательное движение и возвратно-поступательное движение. Для создания возвратно-поступательного движения используются виброприводы, среди которых значительное место занимают электромагнитные приводы.

В виброприводе лабораторной установки якоря всех электромагнитов соединены при помощи болтового соединения с диском. Электромагниты работают синфазно, то есть одновременно движутся вверх и вниз, что обеспечивается электрической схемой включения. Таким образом происходит перемещение диска. Диск, в свою очередь, жестко закреплен на валу мешалки. Следовательно, при перемещении диска будет перемещаться вал мешалки. На валу расположено перемешивающее устройство, в качестве которого используются насадки в виде тарелок с коническими отверстиями.

Основными конструктивными элементами установки являются:

- обечайка (цилиндрической формы, которая получила наибольшее распространение в химическом и пищевом аппаростроении, отличается простотой изготовления, рациональным расходом материала и хорошей сопротивляемостью давлению среды);

- днище (чтобы снизить краевое напряжение в местах сопряжения днища и цилиндрической обечайки, используется коническое днище);

- рубашка (предназначена для наружного нагревания или охлаждения обрабатываемых или хранящихся в аппарате продуктов);

- фланцевое соединение (обеспечивает прочность и герметичность разъемного соединения корпуса и отдельных элементов, состоит из двух фланцев, закрепленных на соединяемых деталях, установленной между ними прокладки, являющейся уплотнительным элементом, и крепежных деталей).

Разработанная лабораторная установка позволяет проводить исследования массообменных процессов, таких как, например, экстрагирование пектиновых веществ из растительного сырья [2-4, 6-8].

Экстракция (экстрагирование) – это разделение смеси жидких или твердых веществ при помощи обработки их различными растворителями. Этот процесс применяется для выделения органических соединений из растительного сырья, растительных и эфирных масел. Пектиновые вещества – полисахариды, образованные

остатками галактуроновой кислоты. Пектиновые вещества присутствуют во всех растениях, а также в некоторых водорослях. Они способствуют поддержанию в тканях тургора, увеличивают засухоустойчивость растений, устойчивость овощей и плодов при хранении. Пектиновые вещества используются в пищевой и фармацевтической промышленности как студнеобразующие вещества. Получают пектиновые вещества из яблочных выжимок, жома сахарной свеклы и т.п.

Разработанная вибрационная лабораторная установка позволяет интенсифицировать процесс экстрагирования за счет поддержания оптимальной температуры, создания хорошей гидродинамической обстановки в аппарате, получения механических колебаний, уменьшающих сопротивление пограничного слоя.

Список литературы:

1. Лашинский, А.А., Толчинский, А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. – Л.: Машиностроение, 2013. – 752 с.

2. Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Моделирование процесса экстракции пектиновых веществ из растительного сырья с применением вибрационного воздействия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Биологические науки. Т. 11, № 5 (2). 2009. – С. 472-474.

3. Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Моделирование процесса экстракции пектиновых веществ из свекловичного жома с применением вибрационного воздействия // Вестник ОрелГАУ. № 3 (30). 2011. – С. 80- 82.

4. Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Вибрационное экстрагирование пектиновых веществ из свекловичного жома // LAP Lambert Academic Publishing. – ISBN 978-3-659-69411-0. 2015. 92 с.

5. Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Новые подходы к проектированию вибрационного технологического оборудования в пищевой и перерабатывающей промышленности // Вестник Брянского государственного технического университета. № 4 (52), 2016. – С. 116-121.

6. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Использование вибрационного воздействия в процессах массообмена // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. №5. 2008. – С. 99-101.

7. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Влияние вибрационного воздействия на процесс экстракции в пищевой про-

мышленности // Известия вузов. Пищевая технология. № 4. 2009. – С. 70-72.

8. Яцун, С.Ф., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В. Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности [Текст]: учеб. пособие / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2009. – 148 с.

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

**Л.Ф. Ставчикова, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный
университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл**

QUESTIONS OF ECOLOGICAL EDUCATION WHEN STUDYING PHYSICS

**L.F. Stavchikova, senior teacher
Orel state agrarian university named after N.V. Parakhin,
Russia, Orel**

Аннотация: физика, являющаяся основой техники и одной из естественнонаучных дисциплин, вносит весомый вклад в решение вопросов экологического образования. В содержание школьного и вузовского курсов физики включены многочисленные специальные понятия, закономерности и теории, применяемые в экологии, сущность которых может быть раскрыта только в ходе изучения различных дисциплин.

Ключевые слова: экологические проблемы, экологическое образование, межпредметные связи, физика, обучение физике.

Abstract: physics is the basis of technology and one of the natural science disciplines, making a significant contribution to addressing issues of environmental education. In the content of school and University physics courses included a number of special concepts, patterns and theories used in ecology, the essence of which can be disclosed only in the course of studying of various disciplines.

Keywords: ecological problems, ecological education, intersubject connections, physics, educating to physics.

В последнее время большое внимание уделяется экологическому образованию. Актуальность создания и развития системы

экологического образования определяется необходимостью пересмотра у молодежи и взрослого населения сложившихся понятий и представлений о безграничности природных ресурсов и преодоления потребительского отношения к природе. В настоящее время экология как отдельная дисциплина в большинстве школ России не изучается. Экологизация общеобразовательной школы - одна из ее методических проблем, которая может быть решена путем синтеза естественных, технических и гуманитарных наук. Однако многие учителя считают, что более продуктивно с точки зрения экономии учебного времени, исключения перегрузки учащихся, формирования единой естественнонаучной картины мира, приближения теоретических знаний к практике, использовать межпредметные связи. Практически в каждом учебном предмете можно найти вопросы, связанные с экологическим образованием и воспитанием.

Выдающийся физик Макс Планк писал, что существует непрерывная цепь от физики к химии через биологию и антропологию к социальным наукам, цепь, которая ни в одном месте не может быть разорвана, разве лишь по произволу.

Логично, что работа по экологическому образованию и воспитанию молодежи, начатая в школе, должна быть продолжена и в вузе, обеспечивая тем самым непрерывность экологического образования. Это может быть сделано при изучении курса физики, так как экология достаточно тесно связана с этими дисциплинами.

Задачи экологизации курсов физики состоит в закреплении, а в некоторых случаях и в формировании, у студентов представлений, знаний и умений о взаимосвязи явлений в природе и их изменении под влиянием антропогенной деятельности; о механизме антропогенного воздействия на природные явления, физических методах моделирования и прогнозирования результатов этого воздействия; о роли физики в совершенствовании существующих и создании альтернативных технологий на основе рационального использования природных ресурсов; о физических методах защиты окружающей среды от загрязнения выбросами техносферы и быта; о жизни выдающихся ученых-физиков и их роли в решении экологических проблем.

Многоаспектное рассмотрение проблемы состоит в том, чтобы показать сложность и многогранность изучаемых явлений, дать студентам факты, на основе которых они смогут сформулировать ответы на поставленные вопросы формировать свое видение проблемы. Роль физики в экологическом образовании связана с рассмотрением таких основных сквозных тем или идей экологического

характера, как энергетика и охрана окружающей среды; их изменение в результате антропогенного воздействия и воздействие этих изменений на человека и живую природу; важнейшие процессы и явления в биосфере, имеющие физическую основу; физические принципы действия приборов контроля за состоянием окружающей среды; физические способы защиты окружающей среды от загрязнения; традиционные, альтернативные и экологически чистые источники энергии; физические принципы их действия; АЭС - их преимущества и опасность экологических катастроф.

Методика изучения экологических вопросов предполагает их органическое включение в учебный процесс на различных его этапах, организацию как учебной, так и самостоятельной деятельности студентов. Например, приложения ядерной физики в химии, биологии и медицине при изучении темы «Свойства ядер. Радиоактивность» связаны главным образом с радиоактивностью ядер, поэтому на занятиях преимущественно излагаются вопросы, относящиеся к радиоактивному излучению. Изучение темы начинается с рассмотрения основных характеристик ядер и строения ядра, рассматривается ядерный магнитный резонанс и методы спектроскопии ЯМР, применяемые в химии, молекулярной физике, биологии, агрономии, медицине, при исследовании природных образований (слюды, янтаря, полудрагоценных камней, горючих минералов и др.). Одним из преимуществ этого анализа является то, что он не разрушает объектов исследования, как это имеет место, например, при химическом анализе. Далее рассматриваются ядерные силы и энергия связи ядер, радиоактивность.

Изложение темы «Радиоактивность» заканчивается рассмотрением некоторых общих закономерностей, характерных для биологического действия ионизирующего излучения.

Значительные биологические нарушения вызываются ничтожно малыми количествами поглощаемой энергии излучения. Ионизирующее излучение действует не только на биологический объект, подвергнутый облучению, но и на последующие поколения через наследственный аппарат клеток. Это обстоятельство, а также его условное прогнозирование особо остро ставят вопрос о защите организмов от излучения. Для биологического действия ионизирующего излучения специфичен латентный период. Разные части клеток по-разному чувствительны к одной и той же дозе ионизирующего излучения. Способность к делению - наиболее уязвимая функция клетки, поэтому при облучении, прежде всего, поражаются растущие ткани. Это делает ионизирующее излучение особенно

опасным для детского организма, включая период, когда он находится в утробе матери. Губительно действует излучение и на ткани взрослого организма, в которых происходит постоянное или периодическое деление клеток: слизистую оболочку желудка и кишечника, кроветворную ткань, половые клетки и т.д. Действие ионизирующего излучения на быстро растущие ткани используют также при терапевтическом воздействии на ткани опухолей.

В то же время на лекции, посвященной радиоактивным превращениям, возникает необходимость отразить положительную роль радионуклидов и нейтронов в промышленном и сельскохозяйственном производствах, в медицине.

При изучении цепной ядерной реакции и ядерных реакторов целесообразно значительную часть времени посвятить проблеме окружающей среды, радиоактивным отходам, проблеме их переработки и захоронения. Здесь желательно проанализировать различные типы реакторов с точки зрения безаварийности и рассмотреть ситуацию, сложившуюся в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Применение ядерной энергии требует знаний о дозах излучения, о воздействии радиации на биологическую ткань, о принципах работы и устройстве дозиметров. Используемые экологические знания отражают две стороны явления - положительную и отрицательную.

Особенно эффективными методами при изучении экологических вопросов в курсе физики является наблюдение за окружающей средой и выполнение лабораторных исследований с экологическим дополнением, на пример, определение запыленности воздуха, исследование радиационного фона грунта, влияние его изменения на рост и развитие растений, влияние электромагнитного излучения на живые организмы и т.д.

В сложившихся в настоящее время условиях последовательное и целенаправленное воздействие физических знаний на формирование экологического мировоззрения представляется наиболее действенным. Однако стоит помнить, что все экологические проблемы комплексные и возникают на стыках общественного, естественного и технического знания, поэтому во всех курсах, изучаемых в вузе, должны рассматриваться и анализироваться экологические проблемы с выдвиганием тех новых путей, которые ведут к гармонизации отношений развивающегося общества и изменяемой природы.

Список литературы:

1. Слостенина, Е.С. Экологическое образование в подготовке учителя: Вопросы теории и практики./ Е.С. Слостенина - М.: Педагогика, 1984. 104 с.
2. Суравегина, И.Т., Как учить экологии./ И.Т. Суравегина, В.М. Сенкевич - М. Просвещение, 2005. 378 с.
3. Пронина, И.И. Экологическое образование при изучении физики. / И.И. Пронина - Экологические системы и приборы. 2017. № 11. С. 45-49.
4. Ставчикова Л.Ф. Организация самостоятельной работы студентов первого курса. /Л.Ф. Ставчикова. - Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Инновации в образовании». – Орел, 2010г. – С.145-149.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

№ п/п	Ф.И.О., звание, должность	Место работы, e-mail	стр.
1	Аксененкова С.Н., магистр	ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева», Россия, г. Орел	254
2	Андреев В.В., кандидат физико- математических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Чувашский госу- дарственный университет име- ни И.Н.Ульянова», Россия, г. Чебоксары andreev_vsevolod@mail.ru	40
3	Анненков Д.А.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	220
4	Асыка А.В., ассистент	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина», Россия, Белго- родская обл., п. Майский bessmertnyhanna@mail.ru	250
5	Багринцев О.О.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл schmelji20@gmail.com	101, 104
6	Баркова М.В., аспирант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл marina.barkova.91@mail.ru	266
7	Бобровский Д.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	236
8	Бородин М.В., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл maksimka-borodin@yandex.ru	157

9	Брусенков А.В., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Тамбовский госу- дарственный технический уни- верситет», г. Тамбов aleksei_brusenkov@mail.ru	109
10	Булгаков Е.А., магистрант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	97
11	Быконя А.Н., аспирант	ФГБОУ ВО «Липецкий госу- дарственный технический уни- верситет», Россия, г. Липецк loseroff@mail.ru	127
12	Вендин С.В., доктор технических наук, профессор	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрных университет имени В.Я.Горина», Россия, Белго- родская обл., п. Майский elapk@mail.ru	162
13	Виноградов В.В., кандидат техниче- ских наук, старший преподаватель	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл vinogradov-ogau@yandex.ru	117, 258
14	Волкова И.Л., старший преподава- тель	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл alecha2010@yandex.ru	166, 263
15	Воронкова М.В., кандидат сельскохо- зяйственных наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл voronkova-m78@yandex.ru	168
16	Гольцова Л.И., старший преподава- тель	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл lara.goltsowa@yandex.ru	266
17	Горбатенко А.И., ассистент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина»,	268, 277

		Россия, г. Орёл 38angi2017@mail.ru	
18	Гришина С.Ю., кандидат физико- математических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл svetlana.grischina@rambler.ru	283
19	Димов А.А., инженер- конструктор	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл alexdimov91@gmail.com	9, 17, 27
20	Добычина И.С., аспирант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	44, 48, 97
21	Доманов С.С.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	101
22	Ермакова Н.В., кандидат биологиче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл chemistrysend@yandex.ru	170
23	Замятин Н.Н.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	101
24	Илюшина Л.Н., аспирант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл Lilya.777Ilyshina@mail.ru	174
25	Итченко О.С., аспирант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл olga_i83@inbox.ru	140
26	Капустин В.П., доктор технических	ФГБОУ ВО «Тамбовский госу- дарственный технический уни-	109

	наук, профессор	верситет», г. Тамбов prof@yandex.ru	
27	Коломейченко А.В., доктор технических наук, профессор	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл kolom_sasha@inbox.ru	104
28	Кондрашов В.И., кандидат физико- математических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	52
29	Коношина С.Н., кандидат сельскохо- зяйственных наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл konoshina2011@yandex.ru	287
30	Кузнецов И.С., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В.Парахина», г. Орёл Ivan-654@yandex.ru	122
31	Лабусова Т.А., аспирант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл tatyana.labusova.83@mail.ru	27
32	Лаптев А.О.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	89, 291
33	Леонов В.В., магистрант	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	97
34	Ли Р.И., доктор технических наук, профессор	ФГБОУ ВО «Липецкий госу- дарственный технический уни- верситет», Россия, г. Липецк	127, 131, 135
35	Лопатин Л.А., аспирант	ФГБОУ ВО «Вятская государ- ственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Киров lopatin.la@mail.ru	177

36	Лукиенко Л.В., доктор технических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Тульский госу- дарственный педагогический университет имени Л.Н.Толстого», Россия, г. Тула lukienko_lv@mail.ru	150
37	Мавлюбердинов Д.В., соискатель	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	17
38	Макаренко А.Н., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрных университет имени В.Я.Горина», Россия, Белго- родская обл., п. Майский makarbelg@mail.ru	182
39	Малинин В.В., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	9, 17
40	Малинин В.Г., доктор физико- математических наук, профессор	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл malinin.mvg@yandex.ru	9, 17
41	Малинина Н.А., доктор технических наук, профессор	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл malinina2006@yandex.ru	9, 17, 27, 140
42	Малюгин В.А., аспирант	ФГБОУ ВО «Липецкий госу- дарственный технический уни- верситет», Россия, г. Липецк vavankos@mail.ru	131
43	Мамонтов А.Ю., аспирант	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрных университет имени В.Я.Горина», Россия, Белго- родская обл., п. Майский elapk@mail.ru	162

44	Мартынова И.В., ассистент	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина», Россия, Белго- родская обл., п. Майский ivm-rus@mail.ru	182
45	Махиянова Н.В., старший преподава- тель	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл mahnatvital@mail.ru	186
46	Мищенко Е.В., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ «Орловский госуда- рственный аграрный универси- тет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл art_lena@inbox.ru	77, 291
47	Моисеенко А.М., доктор технических наук, профессор	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл puare54@yandex.ru	52
48	Нижник Е.Б., инженер- конструктор	ООО НПО «ЭкоВодИнжини- ринг» Россия, г. Курск evgeniy_nizhnik@mail.ru	189
49	Ноздрачев Р.А.	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	216
50	Осадчук П.И., кандидат техниче- ских наук, доцент	Одесский государственный аграрный университет, г. Одес- са, Украина petrosadchuk@ukr.net	77
51	Павленко Т.Г., старший преподава- тель	ФГБОУ ВО «Орловский госуда- рственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл pavtat@mail.ru	194, 202
52	Павлова Т.А., кандидат техниче- ских наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский госу- дарственный аграрный универ- ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл pavlova_tatyana-@mail.ru	207, 211

53	Паяков Станил Иванов, магистр	Организация «Медикус», г. София, Болгария medicushom@abv.bg	83
54	Полохин А. М., кандидат технических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл polohin.am@yandex.ru	89, 93, 216, 220
55	Псарев А.И., старший преподаватель	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл alpsaryv@yandex.ru	223
56	Пчельников А. В., аспирант	ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Россия, г. Липецк lime-ebay@rambler.ru	153
57	Русинко Андрей, PhD, Associate Prof.	Обудский университет, г. Будапешт, Венгрия ruszinko.endre@bgtk.uni-obuda.hu	34
58	Рыженков М.А., магистрант	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	97
59	Семенихин Д.С.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	93
60	Семенов А.Е., старший преподаватель	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл semenov.ae@yandex.ru	228
61	Семешина Е.Н., магистр	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл alena_alenka_91@mail.ru	44, 122
62	Сенин С.В., магистрант	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный универ-	97

		ситет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	
63	Серебряков М.И.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	101
64	Сингатулин Р.С., старший преподаватель	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г.Шухова, Россия, г. Белгород roma882007@yandex.ru	232
65	Ставчикова Л.Ф., старший преподаватель	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл zubilo96@yandex.ru	295
66	Титов Н.В., кандидат технических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	104
67	Тютин В.А., кандидат технических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н.Толстого», Россия, г. Тула	150
68	Уваров Д.В., кандидат экономических наук	Заместитель Генерального директора ООО «Орелтурист», Россия, г. Орёл	236, 240, 245
69	Уварова М.Н., кандидат экономических наук, доцент	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл uvarovamn@mail.ru	207
70	Харин М.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	240, 245
71	Ховрин А.Н.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	216

72	Царьков И.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	240, 245
73	Чехунов О.А., кандидат технических наук, доцент	ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, Россия, Белгородская обл., п. Майский olegbelgorod@mail.ru	250
74	Шманев Н.Д.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	220
75	Яшузакова Ш.	ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орёл	211