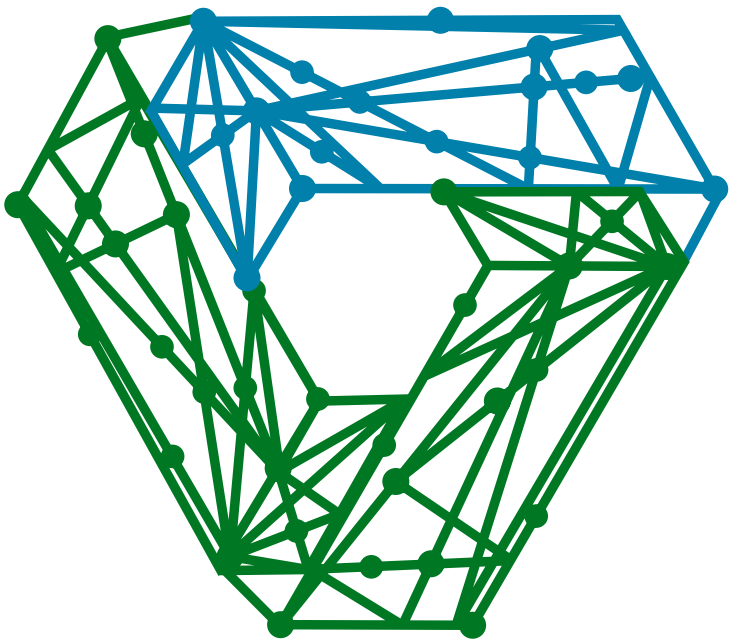
БЕЛОРУССКО-УЗБЕКСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

14–15 марта 2023



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

БЕЛАРУСЬ-УЗБЕКИСТАН: ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Минск
БНТУ
2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Республиканское инновационное унитарное предприятие
«Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

БЕЛАРУСЬ-УЗБЕКИСТАН: ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сборник материалов
научно-практической конференции

(Минск, 14–15 марта 2023 г.)

Минск
БНТУ
2023

УДК 082 (476+575.1) (06)
ББК 74.58я43
Б43

В сборник включены материалы Научно-практической конференции «Беларусь-Узбекистан: формирование рынка инновационной продукции» по направлениям: инженерия поверхности, новые материалы, металлургические процессы; медицина, медицинская техника и оборудование, фармация и промышленные биотехнологии; информационно-коммуникационные технологии, электроника, робототехника, приборостроение, цифровизация; механизмы развития различных технологических областей и стимулирование инновационного предпринимательства.

ISBN 978-985-583-895-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ, НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»

Адаменко В. М., Мрочек Ж. А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО ТЕПЛА ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК В ПРОЦЕССЕ ШТАМПОВКИ..... 16

Ажар А. В., Колесников Л. А., Мухиддинов З. И., Яцкевич О. К.
СТРУКТУРА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОСЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ 19

Алексеев Ю. Г., Витязь П. А.
КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОЛСТОСТЕННЫХ ДЛИННОМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ..... 21

Анисович А. Г., Маркевич М. И., Журавлева В. И., Асанов Д. Ж., Камалов А. Б.
ЛАЗЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ФОСФИДА ИНДИЯ..... 24

Антонов А. С., Струк В. А., Авдейчик С. В., Лесун А. Н., Клочко П. В., Нахват Д. В., Рискулов А. А.
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОКОМПОНЕНТАМИ..... 27

Арибжонова Д. Э., Саидова М. С., Бекназарова Г. Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СПОСОБОВ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 30

Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т., Исомиддинов О. Н.
БЕНТОНИТОВЫЕ ГЛИНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ..... 32

Баранцева С. Е., Климош Ю. А., Азаренко И. М., Курилович М. А.
ТЕХНОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ МАГМАТИЧЕСКИХ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 34

Бердиев Д. М., Тошматов Р. К., Комилова Г. М.
УСОВЕРШЕСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕКОЙ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ..... 37

Бердиев Д. М., Умарова М. А.
ВЫБОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛЕЙ И ИХ РЕЖИМ ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ 40

Бердиев Д. М., Юсупов А. А., Абдуллаев А. Х.
ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ 44

Воронова Н. П., Березовский Н. И., Шамсидинов А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО ТОПЛИВА 47

Ганиев Б. Ш., Авезов К. Г., Мардонов У. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АЗКАМАР» МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛИЗА И ИК-СПЕКТРОСКОПИИ 49

Горох Г. Г., Тураходжаев Н. Д., Лозовенко А. А., Федосенко В. С., Худайкулов Ш. У.
МАТРИЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ С ПОВЫШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ 52

Гущин С. В.
ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ-ЗАМЕДЛИТЕЛЯ ТВЕРДЕНИЯ НА ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ БЕТОНА 55

Долгий Л. П., Михальцов А. М., Раков И. Г.
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СВЯЗУЮЩИЕ ЭНДОГЕННОЙ ПРИРОДЫ С ТЕРМОСТОЙКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДЛЯ ПРОПИТКИ СЕТЧАТОЙ ОСНОВЫ ФИЛЬТРОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ 58

Дормешкин О. Б., Гаврилюк А. Н., Мохорт М. С., Бышик А. А., Халмуратова Н. Е.
НОВЫЕ ВИДЫ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЕЛАРУСИ И УЗБЕКИСТАНА 60

Ешбаева У. Ж.
БУМАГА С ВВЕДЕНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ 63

Желтухин А. В.
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РЕЖУЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ 66

Желтухин А. В., Мухиддинов З. Н., Яцкевич О. К.
ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ И АЗОТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ 69

Зыгмант А. В., Анушко Р. А., Гриншпан Д. Д., Савицкая Т. А., Цыганкова Н. Г., Минь В. С., Тран Д. Л.
КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕАГЕНТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД 72

Ибрагимов Ш. Б., Ташев Б. Ж., Иноятов С. С.
ПРЫЖКОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ В СОЕДИНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ..... 75

Исмайлов Б. К., Кенжаев З. Т., Курбанова У. Х., Холмонов Р. У., Торениязова Н. С.
ГЕТТЕРИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА КЛАСТЕРОВ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ НИКЕЛЯ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ КРЕМНИЯ 78

Казакбаева С. И., Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т.
ОЧИСТКА ФОСФОГИПСА ОТ ФТОРИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ 80

Калиниченко В. А., Андрушевич А. А.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ И МЕДИ..... 83

Калиниченко М. Л.
ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ПЛАСТИЧНЫХ МАСС ... 86

Каримова Н. К., Эгамбердиев И. П., Очилов У. Ю., Мамадияров А. Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕМПФИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ВО ВРЕМЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ..... 89

Каримова Н. К., Эгамбердиев И. П., Очилов У. Ю., Мамадияров А. Ж.
СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС 92

Кенжаев З. Т., Мавлонов Г. Х., Ковешников С. В., Исмайлов Б. К., Олламбергенов Ш. З.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРЕМНИЕВОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ЛЕГИРОВАННОГО НИКЕЛЕМ 95

Кичкайло О. В.
УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ..... 98

Комаров Ф. Ф., Константинов С. В., Чижов И. В., Зайков В. А.
ТВЕРДЫЕ НИТРИДНЫЕ И КАРБОНИТРИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ TIALCUN, TIALCUCN: СТРУКТУРА И СВОЙСТВА..... 100

Королёв А. Ю., Нисс В. С., Алексеев Ю. Г., Паршуто А. Э.
ПОЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
В УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМАХ ЭЛЕКТРОЛИТНО-
ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ 103

Королёв А. Ю., Нисс В. С., Алексеев Ю. Г., Паршуто А. Э., Сорока Е. В.
ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МИКРОДУГОВОГО
ОКСИДИРОВАНИЯ ТИТАНА НА СТРУКТУРУ ФОРМИРУЕМЫХ
ПОКРЫТИЙ..... 105

Королёв А. Ю., Нисс В. С., Сенченко Г. М., Янович В. А.
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЧЕРНЫХ МДО-ПОКРЫТИЙ
НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ 108

Королёв А. Ю., Нисс В. С., Сенченко Г. М., Алексеев Ю. Г.,Иванов А. И.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА
ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВА ПРИ
МОДИФИЦИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ..... 110

Кот П. И., Белоцерковский М. А., Кришталь С. А.
ЗАЩИТА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ РАДИО
И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ
ПОКРЫТИЯМИ 113

Кудышкин В. О., Абрарова З. М., Бозоров Н. И., Жумартова У.,
Рашидова С. Ш.
ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ ХИТОЗАНА
И АКРИЛОВЫХ МОНОМЕРОВ..... 116

Левицкий И. А., Дяденко М. В., Кучерова Д. В., Арипова М. Х.,
Бабаханова З. А.
ВЛИЯНИЕ ОКСИДА МЕДИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ГЛАЗУРЕЙ 119

Ловчая В. А., Борисейко В. В.
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГОРНОЙ ПОРОДЫ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ
ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ 121

Мамаев А. В., Цыганкова Н. Г., Савицкая Т. А., Макаревич С. Е.,
Гриншпан Д. Д.
ВЫСОКОАКТИВНЫЙ МЕЗОПОРИСТЫЙ
АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ ИЗ ОПИЛОК..... 123

Мамаев А. В., Гриншпан Д. Д.
ЭФФЕКТИВНОЕ УДОБРЕНИЕ ИЗ НАВОЗА БЕЗ ЗАПАХА 126

Махмудова Д. А., Каюмов Д. А.
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА 128

Мирзажанова С. Б., Баходирова Н. К.
ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ 130

Носирхужаев С. К., Маткаримов С. Т., Бердияров Б. Т., Гаибназаров С. Б.
ЗАЩИТЫ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ ОТ РАЗРУШЕНИЯ 133

Овчинников Е. В., Чекан Н. М., Акула И. П., Михайлов В. В.
СВЕРХТВЕРДЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПО АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ 136

Овчинников Е. В., Возняковский А. П., Возняковский А. А., Эйсымонт Е. И., Кузнецова Е. В.
НАНОДИСПЕРСНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ МЕТОДОМ СВС ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ 139

Оспанов Р. С., Сафаров Ш. Ш.
СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ МЕТРОПОЛИТЕНА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ НОВОЙ ВЕТКИ МЕТРО. ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ПОДЗЕМНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН 142

Оспанов Р. С., Сафаров Ш., Алимбаев А.
ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ В МОСТОВЫХСООРУЖЕНИЯХ СНИЖАЮЩИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА 144

Оспанов Р. С.
ХИМИКОУСТОЙЧИВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГОРНЫХ ПОРОД-БАЗАЛЬТОВ 147

Оспанов Р. С., Оспанова С. С.
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 150

Оспанов Р. С.
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ТАВРОВЫХ БАЛОК МОСТОВ 153

Оспанов Р. С.
ОЦЕНКА СРОКОВ СЛУЖБЫ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ

ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ 156

Пантелеев К. В., Воробей Р. И., Гусев О. К., Микитевич В. А., Самарина А. В., Свистун А. И., Тявловский А. К., Тявловский К. Л., Жарин А. Л.
КОМПЛЕКС ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ 159

Плетенев И. В.
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ТЕРМОДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ НА МЕДИ 162

Поспелов А. В., Касач А. А., Курило И. И., Цыганов А. Р.
ПОЛУЧЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ И ФОСФАТСОДЕРЖАЩИХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЛЕГИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СПЛАВАХ МАГНИЯ 165

Садовская А. В., Вага И. И.
ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ СОХРАННОСТИ ЯГОД ВИНОГРАДА 168

Саидова М. С., Арибджонова Д. Э., Бекназарова Г. Б.
ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ СУЛЬФИДНО-ЦИНКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ПЕЧАХ КС 171

Самуйлов Ю. Д., Батяновксий Э. И.
БЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО 3D-БЕТОНИРОВАНИЯ 174

Солиев М. И., Кучкарова Д. И.
ВИДЫ НАТУРАЛЬНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ И ИХ ПЕРЕРАБОТКА 177

Федорович П. Л., Батяновский Э. И.
О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЕСКОВ В КОНСТРУКЦИОННОМ БЕТОНЕ 179

Хорошко Л. С., Борисенко В. Е., Максимов С. Е., Евсейчик М. А., Рузимурадов О. Н., Нурманов С. Э.
ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И ГЕТЕРОСТРУКТУР TIO_2/G-C_3N_4 183

Чикулаев Г. С.
ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА И МАРКИ СТАЛИ НА ФЕРРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА АРМАТУРЫ 186

Чуйко А. А., Ковшар С. Н.
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕТОДИКЕ УСКОРЕННОЙ ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ТЯЖЁЛОГО БЕТОНА 188

Элмуротова Д. Б., Рахимов И. Т., Шакаров Ф. К., Эсонова М. Д., Ялгашева Э. Б., Жураева Н. Ж.
ВЛИЯНИЕ РОСТА ZnO НА ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ZnSe 191

Юнусов Х. Э., Сарымсаков А. А., Туракулов Ф. М., Юркштович Т. Л., Соломевич С. О., Бычковский П. М.
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА 194

СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНА, МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ, ФАРМАЦИЯ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ»

Абдихаликов С. П., Магрупов Т. М.
МОБИЛЬНОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО..... 197

Абидов И., Хошимов Ф. Ф.
КОНТРОЛЬ БЕНЗИМИДАЗОЛОНОВ В СОСТАВЕ NP УДОБРЕНИЙ..... 200

Абидов И., Хошимов Ф. Ф.
ПОЛУЧЕНИЕ АММОФОСА СОДЕРЖАЩЕГО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ..... 202

Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т., Исомиддинов О. Н.
ВЛИЯНИЕ МАГНИЯ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ 204

Безносик Т. В., Савицкая Т. А., Кимленко И. М., Цыганкова Н. Г., Макревич С. М., Гриншпан Д. Д., Лан Ф. Т., Хань Л. Т. М., Тран Д. Л.
СЪЕДОБНЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ТРАНСМУКОЗАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ 207

Бутрим С. М., Бильдюкевич Т. Д., Бутрим Н. С., Юркштович Т. Л.
МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАССАСЫВАЮЩИХСЯ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННОЙ ХЛОПКОВОЙ И РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗ..... 210

Бычковский П. М., Юркштович Т. Л., Грачев Ю. Н., Ревтович М. Ю., Красный С. А., Веевник Д. П., Федулов А. С.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ХИМИОТЕРАПИИ: ЦИСПЛАЦЕЛ, ТЕМОДЕКС, ПРОСПИДЕЛОНГ 212

Кондрашева К. В., Мандрик-Литвинкович М. Н.
ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНДОФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ФАРМАЦЕВТИКЕ 214

Кузич А. А., Огородников В. Э., Бычковский П. М.
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ..... 217

Кузнецов О. Е.
СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИКЕ И ПРОФИЛАКТИКЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ 219

Кучкарова Н. А., Магрупов Т. М.
МЕДИЦИНСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЭПИЛЕПСИИ У ДЕТЕЙ..... 222

Ленько К. А., Ясинская Н. Н., Лисовский Д. Л., Рафиков А. С.
БИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТВАРКИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ К КРАШЕНИЮ 225

Магрупов Т. М., Талатов Ё. Т., Гаибназаров С. С.
СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКГ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЙ ССС 228

Максудов А. А.
ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА 231

Мандрик-Литвинкович М. Н., Пилипчук Т. А., Шмыга Е. Ю.,
Коломиец Э. И.
МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И РЕГУЛЯЦИИ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВ 234

Огородников В. Э., Едчик А. В., Барановская А. В., Пристромова Ю. И.,
Сарымсаков А. А., Юнусов Х. Э., Юркштович Т. Л., Соломевич С. О.,
Бычковский П. М.
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ФОСФАТОМ ДЕКСТРАНА, В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ДОСТАВКИ ДОКСОРУБИЦИНА 237

Охундадаев А. К.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СИНТЕЗ ВИНИЛОВЫХ ЭФИРОВ ФРУКТОВЫХ КИСЛОТ 238

Проскурнина И. А., Сверчкова Н. В., Коломиец Э. И.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ 241

Семашко Т. В., Шепшелев А. А.
МИКРОБНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ, СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 244

Солиев М. И., Парпиева Г. М.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНОГО ЭКСТРАКТА ИЗ ГРУШИ 248

Хакимова Олия
МЕСТНЫЕ ВЛИЯНИЯ АРТЕРИОВЕНОЗНОЙ ФИСТУЛЫ 250

Хожиев А. А.
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ГОССИПОЛА ДО НУЛЯ 252

Элмуротова Д. Б., Рахимберганова З. М., Юсупова Н. С.
РАСПОЗНАВАНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ 255

Юнусов Х. Э., Сарымсаков А. А., Мирхолисов М. М., Агабеков В. Е., Игнатович Ж. В.
ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЙ БИОМАТЕРИАЛ, СОДЕРЖАЩИЙ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА 258

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРОНИКА, РОБОТОТЕХНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ»

Абдихаликов С. П., Хайдаров А. Х., Туйчиев Ф. Ф.,
РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕИНВАЗИВНОГО ГЛЮКОМЕТРА НА ОСНОВЕ МЕТОДА NIR С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА PIC16F876A 261

Абдурашидова М. С.
РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 263

Балохонов Д. В., Сернов С. П.
МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СЛИЧЕНИЯ ПРИ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 266

Бектурдеив Санжарбек
ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНСКИХ ЗАПИСЯХ ПАЦИЕНТОВ 269

Ганчеренок И. И., Муллахметов Р. Г., Конопацкий Д. А., Карпович С.С.
СОВМЕСТНЫЕ ПРОГРАММЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРОСЛЫХ КАК МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА 272

Гринцевич Л. В.
РАЗВИТИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН 275

Довнар С. С.
КОНЦЕПЦИЯ УСИЛЕНИЯ И ВИРТУАЛЬНЫЕ МКЭ-ИСПЫТАНИЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ПОРТАЛЬНОГО СТАНКА 278

Дубовик А. В., Гулай А. В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ МАССИВОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК..... 281

Зайнитдинова Л. И., Жураева Р. Н., Лазутин Н. А., Мавжудова А. М., Бекмухамедова Н. К.
СОЗДАНИЕ ОЦИФРОВАННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ КОЛЛЕКЦИИ ПОЛЕЗНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОИЗВОДСТВА 284

Каримова Н. К., Мухиддинов З. Н.
ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТОКАРНОГО СТАНКА 286

Лойко А. И.
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ..... 289

Махамадалиев А. Ш., Алимова Н. Б.
ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКООРДИНАТНОГО МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА 291

Семченко А. В., Хахомов С. А., Сидский В. В., Гайшун В. Е., Коваленко Д. Л., Маевский А. А., Данильченко К. Д.
ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СЛОИ НА ОСНОВЕ ITO ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ..... 293

Стригельская И. В.
ВИЗУАЛЬНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗНАКОВЫЕ СИСТЕМЫ
В ДИЗАЙНЕ КАК ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ 296

Тявловский К. Л., Воробей Р. И., Гусев О. К., Самарина А. В., Свистун А. И.,
Сороко Ю. Д., Шадурская Л. И.
ПРИБОРНЫЙ РЯД МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ
НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ С ГЛУБОКИМИ МНОГОЗАРЯДНЫМИ
ПРИМЕСЯМИ 300

СЕКЦИЯ «МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ И СТИМУЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА»

Абдурашидова М. С.
ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН 303

Аслонова Ф. С., Ганиев Б. Ш.
ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ АНТИПИРЕНОВЫХ СВОЙСТВ
ПРОИЗВОДНЫХ ЦИАНУРОВОЙ КИСЛОТЫ 306

Бобоев Д. Ш., Файзибаев Ш. С., Мухамедова З. Г.
ПРАКТИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ
ТРАНСПОРТИРОВОК 308

Бровка Г. М., Судиловская В. А.
ТАМОЖЕННО-ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЕАЭС ПРИ ТОРГОВЛЕ
С РЕСПУБЛИКОЙ УЗБЕКИСТАН 311

Вага И. И., Барановский И. В., Садовская А. В.
ВНЕДРЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ УПАКОВКИ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА 314

Вечерский М. В.
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ
СТРАТЕГИЙ 317

Войтешонок М. А., Дудко Н. А., Юхневич О. А.
РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ
МОЛОДЕЖНОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
В СИСТЕМЕ МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НА БАЗЕ ПОРТАЛА РАЗРАБОТОК МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
WWW.STUDENT.ICM.BY 320

Грунтович Н. В., Узбеков М. О., Насретдинова Ф. Н., Умурзакова Г. Р.
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ 323

Грунтович Н. В., Жобборов Т. К., Исмоилов И. К.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ВНУТРИ БАКА СИЛОВОГО МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА 326

Дудко Н. А., Войтешонок М. А., Юхневич О. А.
СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ И УДАЛЕННЫХ ЛАБОРАТОРИЙ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 329

Желтухин А. В., Мифтахов Н. Д., Галиев Т. Р.
ИНДУСТРИЯ 4.0 И МЕТАЛЛУРГИЯ 331

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н., Курбанов Б. М., Холиков К. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВОЙ СТРУКТУРИРОВАННОЙ ДВУХСЛОЙНОЙ ТРИКОТАЖНОЙ ТКАНИ, ПОЛУЧЕННОЙ РАЗМЕЩЕНИЕМ СПИЦ ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ В РЕЗИНОВОМ УСТРОЙСТВЕ 333

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н., Курбанов Б. М., Холиков К. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА, ПОЛУЧЕННОГО НА ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЕ 336

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н., Курбанов Б. М., Холиков К. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА НОВОЙ СТРУКТУРЫ НА ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЕ 339

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н., Курбанов Б. М., Холиков К. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА НОВОЙ СТРУКТУРЫ, ПОЛУЧЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЕМ СПИЦ ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ В РЕЗИНОВОМ УСТРОЙСТВЕ 342

Карлибаева Р., Курбанов Х., Бекимбетова М.
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН 345

Кучкорова Д. У., Ихтиярова Г. А., Исомитдинова Д. С.
ХИТОЗАН И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ И ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ 347

Мирсаидова Ш. А.
МЕХАНИЗМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ 351

Узаков Г. Н., Базаров О. Ш., Давланов Х. А., Тошматов Б. М.
НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ КАРШИНСКОГО ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ 353

Ху Минцзюнь, Устинович И. В.
ОСВОЕНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИННОВАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 356

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ, НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО ТЕПЛА ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК В ПРОЦЕССЕ ШТАМПОВКИ

Адаменко В. М.[1], Мрочек Ж. А.[2]
[1)] Филиал БНТУ «Борисовский государственный политехнический колледж»,
[2)] Белорусский национальный технический университет
bgpk@bntu.by

Аннотация. Работа относится к машиностроению, преимущественно к термической обработке цилиндрических заготовок, поковок после их штамповки на кривошипных горячештамповочных прессах с использованием остаточного штамповочного тепла, при этом обеспечиваются наиболее высокие показатели использования электроэнергии, расходуемой на нагрев цилиндрических заготовок для пластической деформации, повышение качества. В основе предлагаемой методики использована плотность теплового потока от горячей поковки к заготовке, непрерывность использования остаточного тепла поковки для предварительного нагрева заготовок, термической обработки, в частности отпуска, нормализации поковок и которые могут быть использованы на промышленных предприятиях.

Annotation. The work relates to mechanical engineering, mainly to the heat treatment of cylindrical workpieces, forgings after their stamping on crank hot-stamping presses using residual stamping heat, while providing the highest indicators of the use of electricity consumed for heating cylindrical preparations for plastic deformation, quality improvement. The proposed methodology is based on the density of the heat flow from hot forging to the workpiece, the continuity of the use of the residual heat of forging for preheating workpieces, heat treatment, in particular tempering, normalization of forgings and which can be used in industrial enterprises.

Проблема использования остаточного тепла является актуальной для специалистов, занимающихся технологией изготовления поковок методом горячей объемной штамповки. Нагрев заготовки до температуры ковки (1180–1300 °С) – процесс, который качественно характеризуется тепловым излучением, а количественно-полным потоком, плотностью потока и зависит от температуры [1].

Расчет суммарной плотности теплового потока от горячей поковки к заготовке и температуру предварительно нагретой заготовки осуществляем на примере детали рейка-поршень рулевого управления 4310-3401411.

Суммарная плотность теплового потока от горячей поковки к заготовке с учетом площади поверхности поковки определяется из выражения [2]:

$$Q = qF = \varepsilon_{\text{П}} C_0 [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] F_1/F_2, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{П}} = 1 / (1 / \varepsilon_1 + 1 / \varepsilon_2 - 1)$ – предельная степень черноты двух тел;

$\varepsilon_1 = 0{,}87$ – степень черноты нагретой поковки;

$\varepsilon_2 = 0{,}94$ – степень черноты заготовки;

$C_0 = 5{,}77$ Вт/(м^2·К^4) – коэффициент излучения абсолютно черного тела;

T_1, T_2 – абсолютные температуры тел, К;

F_1 – площадь поковки, м^2;

F_2 – площадь заготовки, м^2.

Так как площадь поковки приблизительно равна площади заготовки, принимаем $F_1 / F_2 = 1$.

Таким образом, нагрев заготовки составляет 434 °С.

Распределение теплоты нагрева заготовки в процессе формообразования поковки, ее количество в процентах, а также области использования во времени и интервалах температур представлено на рисунке 1.

Анализ результатов исследований показал, что на формообразование поковки затрачивается около 29 % общей тепловой энергии, что указывает на невысокую эффективность процесса получения поковки, в связи с этим основное направление дальнейших исследований состоит в эффективном использовании остаточного штамповочного тепла.

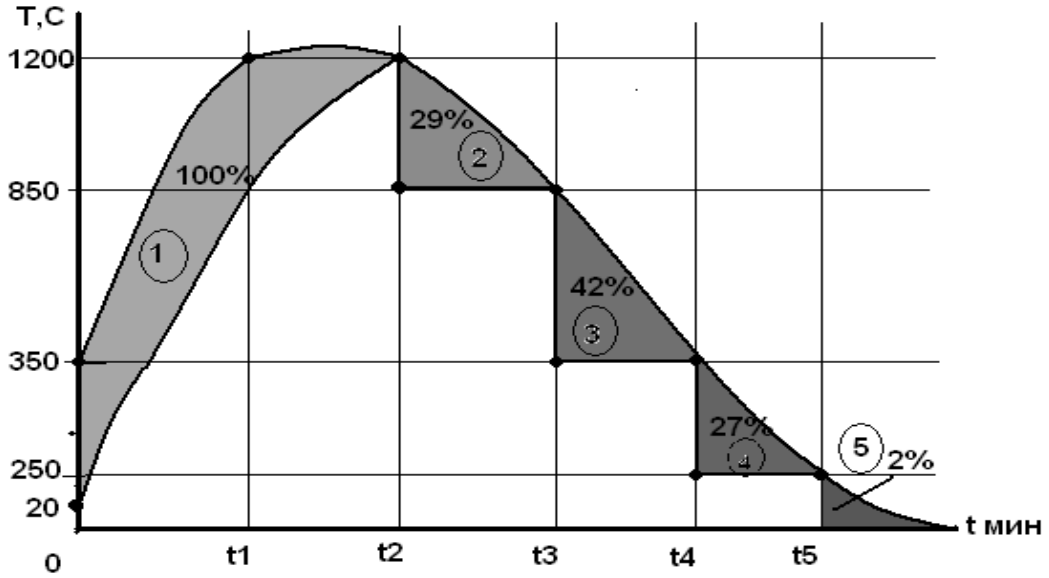


Рисунок 1 – Распределение использования остаточной теплоты поковки по времени и температуре (поковка массой 7,2 кг детали рейка-поршень, изделие завода ОАО «АГУ»): *1* – область предварительного нагрева заготовки; *2* – область формообразования; *3* – область отбора теплоты поковки после формообразования для последующего использования; *4* – область самоотпуска с использованием остаточной теплоты; *5* – область использования остаточной теплоты для технологических целей

Для предварительного нагрева заготовок за счет теплового излучения горячештампованных поковок предлагается конструкция устройства [3], принципиальная схема которого представлена на рисунке 2.

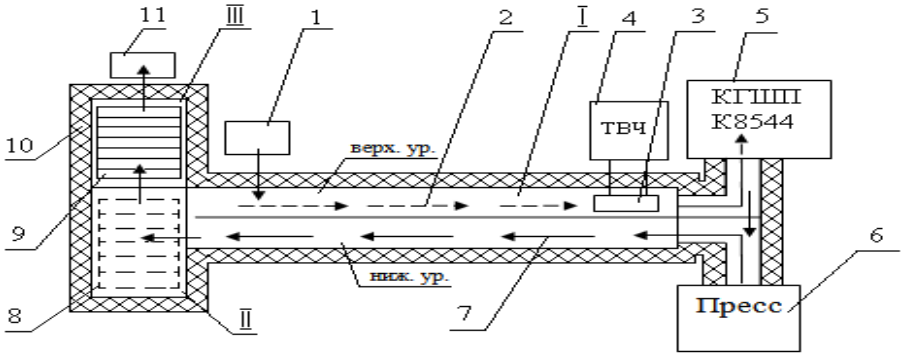


Рисунок 2 – Схема устройства замкнутого цикла использования остаточного штамповочного тепла горячештампованных поковок: *I* – камера предварительного нагрева; *II* – камера выдержки; *III* – камера охлаждения; *1* – бункер с заготовками; *2* – конвейер для заготовок; *3* – индуктор; *4* – ТВЧ; *5* – пресс КГШП; *6* – пресс для обрубки облоя; *7* – конвейер для поковок; *8* – качающийся рольганг; *9* – рольганг наклонный; *10* – корпус футерованный; *11* – тара

На основании проведенных исследований предложена функциональная модель безлюдной технологии изготовления горячештампованных поковок, общий вид которой показан на рисунке 3.

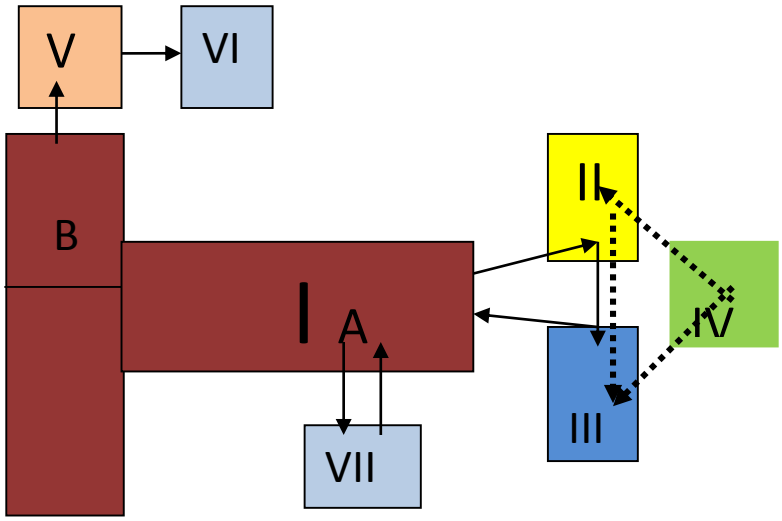


Рисунок 3 – Модель безлюдной технологии изготовления горячештампованных поковок: *I* – устройство для предварительного нагрева цилиндрических заготовок и отпуска и нормализации поковок в процессе штамповки (патент № 23024); *А* – камера предварительного нагрева; *Б* – камера выдержки; *В* – камера охлаждения; *II* – кривошипный горячештамповочный пресс К8544; *III* – обрезной пресс К9534; *IV* – программируемый робот манипулятор «Циклон 5»; *V* – голтовочный барабан с дробеструйным устройством; *VI* – технологическая тара; *VII* – автоматизированная система управления

Следует отметить, что предлагаемые решения являются эффективными в условиях производства.

Список использованных источников

1. Адаменко В. М. Технические решения процессов энергосбережения в условиях машиностроительного производства / В. М. Адаменко, Ж. А. Мрочек // «Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки»: тезисы докл. междун. науч.-техн. конф. (Минск, 5 апреля 2017 г.) – Минск: Бизнесфосет, 2017. – 237 с.

2. Задачник по теплопередаче / Е. А. Краснощеков, А. С. Сукомел: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. – 288с., ил.

3. Пат. №23024 BY, МПК C21D 1/10, C21D, C21D 9/08. Устройство для предварительного нагрева цилиндрических заготовок и отпуска и нормализации поковок в процессе штамповки. / В. М. Адаменко, Ж. А. Мрочек; заявитель и патентообладатель Белорусский национальный технический университет. – № a20180022 заявл. 23.01.2018 // Официальный бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2020. – № 3.

СТРУКТУРА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОСЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Ажар А. В.[1], Колесников Л. А.[1], Мухиддинов З. И.[2], Яцкевич О. К.[1]
[1)] Белорусский национальный технический университет
[2)] Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан
mtools@bntu.by

Аннотация. Рассмотрен процесс обработки осевым инструментом на станке с ЧПУ. Показано, что вспомогательное время существенно превышает основное (время резания). Для повышения фактической производительности предложено шире использовать комбинированный инструмент.

Annotation. The process of machining with an axial metal cutting tool on a CNC machine is considered. It is shown that the auxiliary time significantly exceeds the main time (cutting time). It is proposed to use the combined metal cutting tool more widely to increase the actual performance.

При оптимизации процессов механообработки в качестве целевой функции традиционно выбирают производительность собственно механической обработки. Пока стоимость станков и инструментов была сравнительно низкой, такой подход был приемлем. Но при обработке современными осевыми инструментами на станках с ЧПУ в себестоимости изготовления начинает превалировать доля стоимости оборудования и оснастки. В первом приближении, это стоимость амортизации, или штучное (основное и вспомогательное) время обработки. Оценим соотношение основного и вспомогательного времени на примере обработки твердосплавным осевым инструментом типовой детали (рисунок 1) из серого чугуна (НВ 180, kc = = 600 Н/мм^2). Обработка заключается в сверлении 12 цековок ∅32×10; 12 отверстий ∅18×30 мм и фаски 2×45^o на этих отверстиях; 12 отверстий ∅16×50 мм и

фаски 1,6×45° на этих отверстиях. Принимаем режимы резания V = 120 м/мин, S = = 0,25 мм/об. Скорость быстрых перемещений V_{XX} = 15 м/мин, безопасное расстояние – 50 мм от плоскости обработки, вне зависимости от реальной формы детали, расстояние подвода инструмента на рабочей подаче – 6 мм.

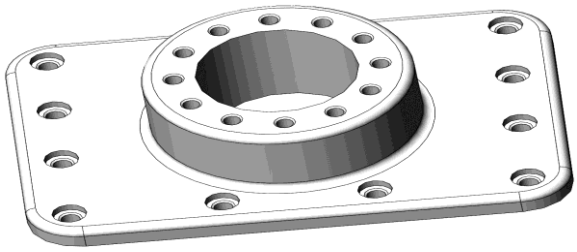


Рисунок 1 – Пример типовой детали при обработке осевым инструментом

Время обработка *i*-й поверхности одного размера (цековки, фаски) для каждого отверстия детали на станке с ЧПУ включает следующие этапы: Вспомогательное время: подвод инструмента по координатам отверстия + подвод по нормали к детали на скорости быстрых перемещений (44 мм) + подвод по нормали к детали на рабочей подаче (6 мм) + вывод инструмента из детали на рабочей подаче + отвод по нормали от детали на рабочей подаче (6 мм) + отвод на безопасное расстояние на скорости быстрых перемещений (44 мм).

Основное время: время резания.

Расчетные составляющие времени при различных видах обработки приведены в таблице 1 и на диаграмме (рисунок 2). Результаты наглядно показывает, что при обработке на станке с ЧПУ основные временные затраты приходятся не на сам процесс резание материала, а на вспомогательные движения (подвод и отвод инструмента, в меньшей степени – позиционирование). Особенно заметна эта особенность при обработке поверхностей с малым ходом инструмента – фасок, цековок.

Таблица 1 – Составляющие времени при различных видах обработки

Расчетные параметры	Цековка ∅32×10	Отверстие ∅18×30	Фаска 2×45°	Отверстие ∅16×50	Фаска 1.6×45°
Рабочая подача, м/мин	0,298	0,531	0,434	0,597	0,455
Время подвода к детали с безопасного расстояния на V_{XX}, мин	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Время подвода к детали на рабочей подаче, мин	0,02	0,011	0,014	0,01	0,013
Время резания, мин	0,0335	0,0565	0,0047	0,0838	0,0035
Время вывода инструмента из детали на рабочей подаче, мин	0,0335	0,0565	0,0047	0,0838	0,0035
Время отвода от детали на рабочей подаче, мин	0,02	0,011	0,014	0,01	0,013
Время отвода от детали на безопасное расстояние на V_{XX}, мин	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Время обработки, мин	0,113	0,14	0,0434	0,1936	0,039
Доля времени резания, %	**29,6**	**40,4**	**10,8**	**43,3**	**9**

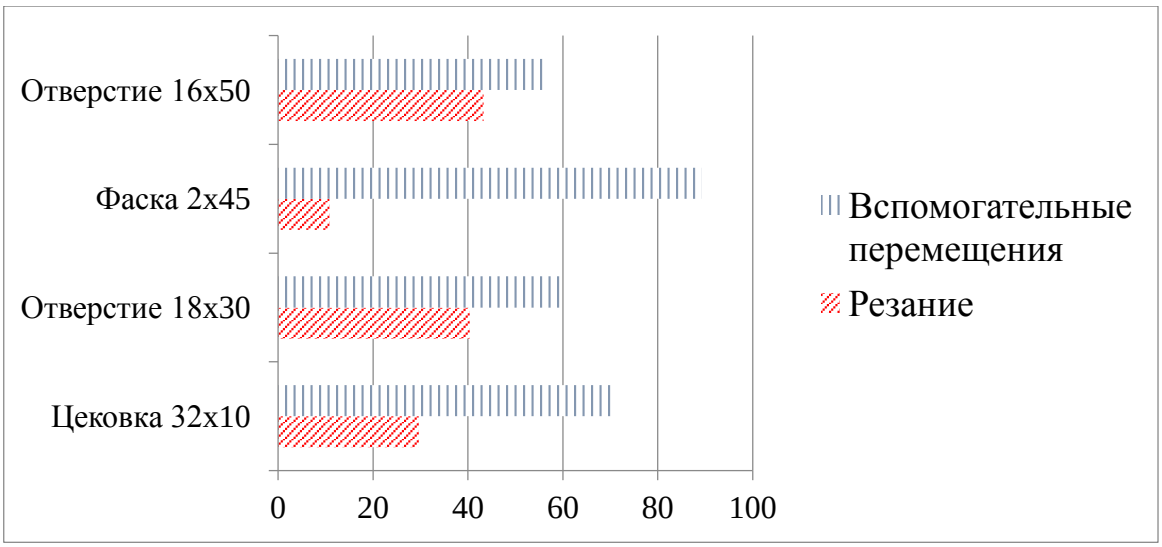


Рисунок 2 – Доля составляющих времени обработки (в процентах), приходящаяся на процесс резания и на вспомогательные перемещения для различных видов обработки

В примере не учтены затраты станочного времени на установку и выверку заготовки, а также снятия детали со станка. Учет этих потерь времени, когда дорогой станок не работает, еще в большей степени сокращает долю времени создания добавочной стоимости – собственно механообработку.

В сокращении всех этих потерь времени лежит существенный резерв повышении реальной производительности. Один из наиболее простых способов – использование комбинированных инструментов, позволяющих за один подвод обеспечить обработку сразу нескольких поверхностей, а также загрузка / выгрузка деталей с использованием паллет.

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОЛСТОСТЕННЫХ ДЛИННОМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Алексеев Ю. Г.[2], Витязь П. А.[1]
[1)] Аппарат НАН Беларуси;
[2)] ОДО «Номакон»
y.g.aliakseyeu@gmail.com

Аннотация. Внедрение комбинированных технологических процессов, совмещающих в одном процессе обработки заготовки несколько традиционных методов, позволяет повысить эффективность существующих технологий и решить ряд новых технологических задач. К таким технологическим процессам относятся способы сварки взрывом с одновременным деформационным и ударным упрочнением и термической обработкой материалов, в частности получение толстостенных длинномерных биметаллических трубных изделий. В работе предлагаются варианты изготовления трубных изделий на основе высокопрочной стали 38ХН3МФА и эрозионностойкого кобальтового сплава ЭП-131.

Annotation. The introduction of combined technological processes, combining several different methods in one process, makes it possible to increase the efficiency of using technologies and solve a number of new technological problems. Such technological processes include explosion welding with simultaneous deformation and impact hardening and heat treatment of materials, in particular, the production of thick-walled long-length bimetallic pipe products. The paper considers optionsfor manufacturing tubular products based on high-strength steel 38ХН3МФА and erosion-resistant cobalt alloy ЭП-131.

Изготовление биметаллических труб из стали 38ХН3МФА и кобальтового сплава ЭП-131 сваркой взрывом осуществлялось с использованием схемы наружного метания кольцевым зарядом взрывчатого вещества (ВВ) [1, 2]. Разработан следующий вариант реализации данного способа, позволяющий в зависимости от вида последующей обработки и условий эксплуатации в широком диапазоне управлять структурой и свойствами материала [3]. Стальную и кобальтовую трубы устанавливают коаксиально с зазором друг к другу и размещают с дополнительным зазором к оправке [4]. Метание стальной трубы осуществляют зарядом ВВ, который располагают на наружной поверхности стальной трубы.

Скорость метания трубы определяется толщиной заряда ВВ, исходя из скорости детонации, которая достигает предельного значения 4500 м/с при толщине заряда в радиальном направлении 60 мм. Изменение сварочного зазора и толщины стенки трубы сказывается на скорости метания. На больших зазорах и толщинах труб наблюдается снижение скорости за счет влияния сопротивления металла высокоскоростной деформации. В момент соударения стальная труба должна обладать скоростью, обеспечивающей пластическую деформацию свариваемых материалов, что возможно при создании давления в точке контакта, равного пределу текучести. Необходимость получения в биметалле максимально возможной толщины стенки стальной трубы требует установить оптимальные сварочные зазоры на предельных толщинах зарядов ВВ, обеспечивающие достаточную скорость соударения.

Увеличение сварочного зазора приводит к повышению вероятности искривления фронта метания, что нарушает устойчивость процесса и снижает качество сварного соединения. Анализ результатов исследований показал, что при сварке по данному варианту максимально возможной толщины трубы стали 38ХН3МФА (15 мм) в пластичном состоянии (после отжига или нормализации) скорость соударения, обеспечивающая прочность соединения 1000 МПа, составляет 160 м/с. Граница зоны соединения близка к прямолинейной, что свидетельствует о незначительной деформации приконтактных слоев.

Наличие зазора между трубами и оправкой приводит к обжатию труб после соединения. Высокоскоростная деформация способствует дополнительному упрочнению компонентов биметалла и зоны соединения. Исследование влияния степени деформации на структуру и свойства биметалла показало, что предложенная схема обеспечивает возможность воздействовать пластической деформацией на слоистый композиционный материал, изменяя его свойства в требуемом

направлении. Для зоны сварки с промежуточным слоем наличие сдвиговой деформации (смещение профиля) повышает прочность соединения до 1100 МПа. Наличие зазора между свариваемыми трубами и оправкой требует предусмотреть удаление оправки из биметаллической трубы. Оправка может удаляться механическим путем сверлением с последующим растачиванием либо выдавливанием на прессе. Отсутствие схватывания трубы с оправкой предлагается осуществлять путем размещения в деформационном зазоре жидкости (например, воды) либо путем заполнения зазора смазкой и пористым материалом, пропитанным водой, для труб большого диаметра [5].

Для толстостенных (свыше 15 мм) стальных труб максимальные толщины заряда и сварочный зазор не позволяют достигнуть необходимой скорости соударения. В этом случае предлагается осуществлять нагрев труб перед сваркой. Нагрев сопровождается уменьшением динамического предела текучести материала, увеличением значения допустимых степеней деформации, что позволяет повысить скорость метания толстостенных труб. При этом за счет повышения активации поверхностей и пластичности материала достигалось снижение требуемой скорости соударения. Совместное воздействие температуры и высокоскоростной деформации в процессе сварки взрывом формирует термостабильную субструктуру и стабилизирует свойства материала относительно последующего термического воздействия в процессе эксплуатации биметаллического изделия. Сварка взрывом нагретых до высоких температур труб требует изготовления теплоизоляционного контейнера, обеспечивающего защиту заряда ВВ от теплового воздействия.

Деформационный зазор к оправке и связанная с ним сдвиговая деформация зоны соединения для сварки длинномерных труб позволили предложить принципиально новую схему сварки взрывом. Трубы на верхнем начальном участке предварительно соединены резьбой, а на нижнем участке собраны с зазором друг другу [6]. В этом случае в процессе нагрева до 850 °С в соединенных резьбой стали 38ХН3МФА и кобальтового сплава ЭП-ІЗІ происходит образование контакта и схватывание компонентов, так как коэффициент термического расширения кобальтового сплава выше. Последующая сдвиговая деформация при обжиме труб на оправку приводит к разрушению первоначальных контактов с активированием поверхностей, а объемная пластическая деформация и интенсивное пластическое течение в зоне контакта способствует формированию прочного соединения. Прохождение ударных волн и интенсивной высокоскоростной пластической деформации во всем объеме свариваемых труб и зоны соединения обеспечивает протекание диффузионных процессов со скоростью как минимум на порядок превышающей скорость диффузии при известных схемах диффузионной сварки, что увеличивает прочность соединения труб. Прочность соединения компонентов составляет 0,85 от прочности соединения, полученного при сварке на участке сборки труб с зазором. Такое решение, частичная сборка труб по резьбе, увеличивает длина изготавливаемого биметаллического изделия на длину резьбового соединения и позволяет избежать потери устойчивости процесса в зазоре сварки, связанной с увеличением длины свариваемых труб.

Список использованных источников

1. Kovalevsky V.N., Alekseev Yu.G., Senchenko G.M. To the problem of theory of explosion welding of pipes // Welding and related technologies. Minsk, Republ. Interdept. Transact. – 2001. – С. 37-39.

2. Kovalevsky V.N., Alekseev Yu.G., Sagarda E.V. Cladding of thick-wall pipes by explosion energy // Application of explosion energy in welding engineering. Ed. by VM Kudinov. Kiev, PWI. – 1985. – С. 103-108.

3. Ковалевский, В.Н., Алексеев, Ю.Г., Сагарда, Е.В., Фомихина, И.В. Повышение вязкости разрушения эрозионностойких слоистых материалов, полученных сваркой взрывом // Литье и металлургия. – 2013. – №. 2 (70). – С. 135-140.

4. А.С. 1552481 СССР, МКИ^3 В 23 К 20/08. Способ получения слоистых труб сваркой взрывом / Ковалевский В.Н., Алексеев Ю.Г., Нисс В.С. и др. - № 4468063/31 – 27; заявл. 29.07.88 г.

5. А.С. 1394584 СССР, МКИ^3 В 23 К 20/08. Способ получения биметаллических труб сваркой взрывом / Ковалевский В.Н., Сенченко Г.М., Алексеев Ю.Г. и др. – 4116443/31 – 27; заявл.16.06.1986 г.

6. А.С. 1374602 СССР, МКИ^3 В 23 К 20/08. Способ сварки взрывом труб / Ковалевский В.Н., Алексеев Ю.Г. и др. – 4076526/31 – 27; заявл. 15.10.87 г.

ЛАЗЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ФОСФИДА ИНДИЯ

Анисович А. Г.[1], Маркевич М. И.[2], Журавлева В. И.[3], Асанов Д. Ж.[4], Камалов А. Б. [4]

[1)] Институт прикладной физики НАН Беларуси,

[2)] Физико-технический институт НАН Беларуси,

[3)] Военная академия Республики Беларусь,

[4)] Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

anna-anisovich@yandex.ru[1], a.chaplanov@gmail.com[2], dauranbek83@list.ru[4]

Аннотация. Представлены экспериментальные результаты исследований процессов микро- и наноструктурирования поверхности фосфида индия при прямом воздействии коротких лазерных импульсов. Акцент сделан на исследование морфологии поверхности фосфида индия в водной среде при воздействии сфокусированным излучением наносекундного лазера на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующий в двухимпульсном режиме, и получении наноструктурированной поверхности. Полученные результаты могут использоваться при микро- и наноструктурировании поверхности фосфида индия.

Annotation. Experimental results of studies of the processes of micro- and nanostructuring of the surface of indium phosphide under the direct action of short laser pulses are presented. The emphasis is on studying the surface morphology of indium phosphide in an aqueous medium under the action of focused radiation from a nanosec-

ond yttrium aluminum garnet laser (LS-2134D) with a wavelength of 1064 nm, generating in a two-pulse mode, and obtaining a nanostructured surface. The results obtained can be used for micro- and nanostructuring of the surface of indium phosphide.

Развитие технологий микро и наноструктурирования поверхности полупроводниковых материалов является актуальной задачей для различных приложений науки, техники – при изготовлении приборов наноэлектроники, медицины и др. Полученные структуры после лазерного воздействия обладают уникальными свойствами и приводят к улучшению физических свойств. Разрабатываемые лазерные технологии структурирования поверхности материалов основаны на физических процессах образования структур нанометровых размеров при непосредственном воздействии на них импульсов различной длительности и интенсивности. В процессе воздействия лазерного импульса энергия излучения поглощается электронами в узкой области проникновения излучения в вещество, а потом передается вглубь материала за счет процессов теплопроводности.

В процессе модификации поверхности возможно применение различного количества импульсов, что позволяет контролировать размер образующихся структур. Следует отметить, что морфология поверхности после импульсного лазерного воздействия определяются одновременно как плотностью энергии и длительностью импульса, так и физическими свойствами самого материала.

Цель работы – модификация поверхности фосфида индия при воздействии лазера на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующего в двухимпульсном режиме в водной среде.

В качестве мишени использовали монокристаллический фосфид индия (пластины из монокристаллов, легированные Zn, диаметром 50,8 мм, толщиной 350 мкм), а в качестве среды, в которой находились мишени, применяли дистиллированную воду. Жидкость принудительно не перемешивали. Для обработки материала использован лазер на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующий в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс, частота следования импульсов 10Гц, энергия одиночного импульса ~ 0,05 Дж).

Образованная в результате испарения материала мишени под действием первого импульса абляционная плазма создает в приповерхностном слое область с повышенной температурой и пониженной плотностью частиц материала, что приводит к более полному использованию энергии второго импульса для лазерной абляции. Образцы InP обрабатывали лазерным излучением с вложенной энергий 2400 Дж при времени экспозиции 40 мин.

Исследования образцов проводились на растровом электронном микроскопе S-4800 (фирма «HITACHI», Япония).

Поверхность кратеров фосфида индия после многоимпульсного наносекундного лазерного воздействия (рисунок 1) представляет собой сложную структуру. Отчетливо наблюдается измененная поверхность вследствие перераспределения расплавленного материала, происходит образование макромасштабных структур впадин и подъемов. Такая сложная структура, возможно, образуется из-за наличия

водной среды над поверхностью фосфида индия. Вода над поверхностью мишени (более плотная среда, чем воздух) приводит к усилению импульса давления на мишень и возрастанию толщины выносимого слоя материала [1 – 3]. Изучение абляционных кратеров дает возможность уточнять механизм лазерной абляции.

На рисунке 1 приведена морфология внутренней поверхности кратеров после воздействия.

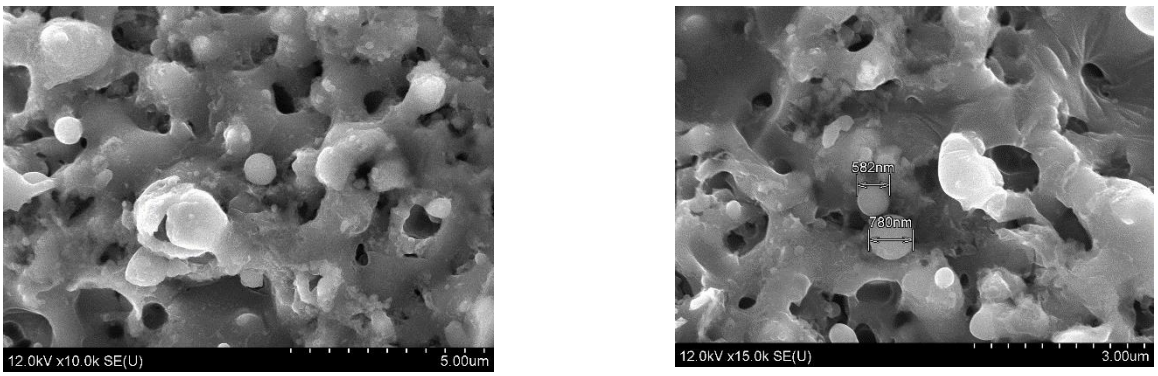


Рисунок 1 – Морфология поверхности кратера в фосфиде индия после лазерного воздействия при различных увеличениях: вложенная энергия 2400 Дж, время воздействия 40 мин

Как видно из рисунка 1 поверхность фосфида индия изменена, наблюдаются микро и наномасштабные структуры из расплавленного материала. Рельеф поверхности кратера большей частью состоит из микро- и наноотверстий. Возможно, что такая морфология поверхности могла образоваться после взрывного кипения, что создает базу для формирования наночастиц в результате отрыва от струй (неустойчивость Рэлея-Тейлора) [4].

Данные результаты для лазерного воздействия показывают возможность получения микромасштабных структур, а также возможность использования лазерных технологий в различных областях науки.

Список использованных источников

1. Железнов, В.Ю. Модификация поверхности германия при воздействии излучения наносекундного ультрафиолетового лазера /В.Ю. Железнов, Т.В. Малинский, С.И. Миколуцкий, В.Е. Рогалин, С.А. Филин, Ю.В. Хомич, В.А. Ямщиков, И.А. Каплунов, А.И. Иванова // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. – 2020. – 23(3). – С. 203–212.

2. Гончаров, В.К. Возможности получения наночастиц никеля в водной среде с помощью лазерного воздействия / В.К. Гончаров, К.В, Козадаев, М.И. Маркевич, М.В. Пузырев, Д.Л. Славашевич, А.М. Чапланов // Инженерно-физирческий журнал. – 2008. – Т. 81, №2. – С. 206–210.

3. Казилин, Е.Е. Исследование коллоидных растворов селена, созданных по лазерной технологии / Е.Е. Казилин, М.И. Маркевич, С.В. Конкин, А.М. Чапланов, Г.Э. Фолманис, Л.И. Иванов, Л.В. Коваленко // Перспективные материалы, 2008. – № 3. – С. 60–63.

4. Ivanov, D.S. Molecular-dynamics stady of the mechanism of short-pulse laser ablation of single-crystal and polycrystalline metallic targets / D.S. Ivanov, V.P. Lipp, B. Rechfeld, M.E.Garcia // J.Opt.Technol.-2014.- V.81.-P.250.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОКОМПОНЕНТАМИ

Антонов А. С.[1], Струк В. А.[1], Авдейчик С. В.[2], Лесун А. Н.[1], Клочко П. В.[1], Нахват Д. В.[1], Рискулов А. А.[3]
[1)] Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
[2)] Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
[3)] Ташкентский государственный транспортный университет
antonov.science@gmail.com[1]

Аннотация. Рассмотрены механизмы формирования структуры композиционных материалов на основе полимерных смесей с различной термодинамической совместимостью компонентов. Разработаны составы нанокомпозиционных материалов на основе смесей термопластов для изготовления изделий и покрытий, используемых в конструкциях автокомпонентов, технологической оснастки, ленточных конвейеров, крепежных элементов, элементов дорожных и строительных конструкций.

Annotation. The mechanisms of formation of the structure of polymer blends with different thermodynamic compatibility of components are considered. Nanocomposite materials based on thermoplastics blends have been developed for the manufacture of products and coatings used in the construction of automobile components, technological tool, belt conveyor, fastening elements, elements of road and construction structures.

В прикладных направлениях машиностроения особое место занимают композиционные материалы на основе смесей промышленно выпускаемых материалов. При совмещении компонентов с близким строением молекулярной цепи и молекулярной массой одного порядка определяющее значение в формировании структуры композита с необходимыми и достаточно стабильными параметрами эксплуатационных характеристик имеют реологические характеристики матричного и модифицирующего полимера. Различие в вязкости приводит к образованию гетерофазной структуры различного типа. При введении высоковязкого полимера (СФД, ДСТ, ТПУ, ПЭНД, АБС) в низковязкий (ПА6, ПП) образуется гетерогенная структура с выраженным разделением фаз легирующего компонента в матричном связующем [1]. Дисперсные фрагменты расплава модификатора под действием напряжений сдвига при вращении шнека смесителя распределяются в низковязкой матрице с образованием характерной структуры. При таком совмещении образование межфазных слоев на границе раздела «матрица – модификатор» носит фрагментарный характер и не определяет значения параметров служебных характеристик ($\sigma_р$, УУВ, $\sigma_{сж}$). Дисперсные фрагменты модифи-

цирующего полимера с размером 10–150 мкм выполняют функцию армирующего (СФД, АБС) или структурного модификатора, снижающего остаточные напряжения в образце композита благодаря выраженной гибкости цепи и более низкой температуре плавления (ТПУ, ДСТ, ПЭНД). Степень диспергирования легирующего полимера в матричном определяется преимущественно параметрами смешения (температура, время, интенсивность (скорость) движения шнека) и соотношением компонентов. При соотношениях матричный полимер: модификатор 1,0 : 0,01–0,10 формируется достаточно гомогенная гетерофазная структура с повышенными параметрами служебных характеристик [2].

При введении в высоковязкую матрицу (ТПУ, ДСТ, МПЭУ) относительно низковязкого модификатора (ПА6, СФД, АБС) формируется гетерофазная структура с высокой степенью гомогенности, характерной чертой которой является образование модифицирующих элементов различной формы и размеров. Относительно вязкие модификаторы (АБС, СФД) образуют в матричном связующем (ТПУ, ДСТ, МПЭУ) фрагменты в размерном диапазоне 1–120 мкм с выраженной локализацией. Эти фрагменты, размер которых зависит от соотношения матричного и легирующего компонентов, имеют преимущественно сферическую форму, обусловленную, очевидно, корреляцией температур плавления (перехода в вязко-текучее состояние). Интенсивность термомеханического воздействия на смесь ДСТ – ПА6 существенно влияет на параметры деформационно-прочностных и теплофизических характеристик [3].

Смеси термодинамически несовместимых полимеров ПА6 – СФД, ПА6 – ПЭНД, ПА6 – ДСТ, ТПУ – СФД, ТПУ – АБС, ПЭНД – АБС, ПЭНД – СФД в области соотношений матричного и легирующего компонентов 1,0 : 0,01–0,10 мас. ч. характеризуются гетерофазной структурой с достаточно высокой макрогомогенностью, которая определяет повышенные значения параметров их деформационно-прочностных, триботехнических, адгезионных характеристик [4].

При термомеханическом совмещении матричного и легирующего компонентов с близким строением молекулярной цепи и величиной молекулярной массы – алифатических полиамидов (ПА6, ПА6.6, ПА12, ПА11), полиолефинов (ПП, ПЭНД, ПЭВД, СЭВА), фторопластов (ПТФЭ, УПТФЭ, фторсодержащие олигомеры) – формируется гетерофазная структура с повышенной гомогенностью.

При совмещении алифатических полиамидов с различными теплофизическими параметрами ($T_{пл}$, $T_{ок}$, $T_{д}$) и близким молекулярным строением – полиамидов ПА6, ПА6.6 с ПА12, ПА11 – возможна реализация двух характерных особенностей. Легирование высокоплавкого полиамида (ПА6, ПА6.6) низкоплавким (ПА11, ПА12) позволяет снизить остаточные напряжения в образце (или покрытии) благодаря сохранению жидкофазного состояния легирующего компонента после кристаллизации матричного. Например, в системе ПА6 (ПА6.6) – ПА11 (ПА12) процессы кристаллизации матрицы протекают в диапазоне температур (180–200) °С при сохранении фазы расплава легирующего компонента. Экспериментально рассмотренный механизм влияния низкоплавкого модификатора в системе ПА6 (ПА6.6) – ПА11 (ПА12) подтверждается повышением параметров деформационно-прочностных характеристик композита по сравнению с характеристиками

матричного полимера при введении в состав компонента с заведомо более низкими значениями параметров $\sigma_р$, $\sigma_{сж}$, E. Аналогичные эффекты отмечены для композиций ПА6.6 – ПА6, ПП – ПЭНД, ПП – ПЭВД, ПЭНД – ПЭВД [4].

При введении в матричный полимер с более низкой температурой плавления высокоплавкого модификатора с близким строением молекулярной цепи благодаря термомеханическому совмещению в диапазоне температур, превышающих температуру плавления модификатора, формируется система, в которой легирующий компонент выполняет функцию армирующей добавки. Композиты ПЭВД – ПЭНД, ПЭВД – ПП, ПЭНД – ПП, СЭВА – ПП, ПА6 – ПА6.6, ПА11 (ПА12) – ПА6 (ПА6.6) превосходят по параметрам $\sigma_р$, $\sigma_{сж}$, HB матричные связующие благодаря армированию компонентов с повышенной прочностью. Низкоразмерные частицы, проявляющие наносостояние, выполняют функцию регуляторов реологических характеристик вследствие формирования как внутри, так и межмолекулярных связей, в том числе межмолекулярных связей в граничном слое [5].

Рассмотренные аспекты механизмов формирования структуры композиционных материалов на основе полимерных смесей с различной термодинамической совместимостью компонентов позволили разработать гамму машиностроительных материалов для изготовления конструкционных и триботехнических изделий и покрытий, используемых в конструкциях автокомпонентов (карданных валов, тормозных камер, автомобильных амортизаторов), технологической оснастки (токарных патронов), ленточных конвейеров для транспортирования сыпучих и кусковых материалов (металлополимерных роликоопор), крепежных элементов (дюбелей), элементов дорожных и строительных конструкций (указательных и обозначающих элементов, бордюрных элементов, элементов напольных и грунтовых покрытий) [6]. Разработана нормативная правовая и техническая документация, регламентирующая процессы изготовления и переработки композиционных материалов на основе полимерных смесей с различной термодинамической совместимостью компонентов.

Список использованных источников

1. Конструкционные и электротехнические материалы : учеб. пособие / В. А. Гольдаде [и др.] ; под ред. В. А. Гольдаде, В. А. Струка. – Минск : РИВШ, 2022. – 536 с.

2. Гольдаде, В. А. Ингибиторы изнашивания металлополимерных систем / В. А. Гольдаде, В. А. Струк, С. С. Песецкий. – М. : Химия, 1993. – 240 с.

3. Кравченко, В. И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, В. А. Струк ; под ред. В. А. Струка. – Минск : Тэхналогія, 2006. – 410 с.

4. Антонов, А. С. Композиционные материалы на основе смесей термопластов для повышения эксплуатационного ресурса элементов технологического оборудования : дис. ... канд. техн. наук : 05.16.09 / А. С. Антонов. – Минск, 2018. – 200 с.

5. Авдейчик, С. В. Фактор наносостояния в материаловедении полимерных нанокомпозитов : монография / С. В. Авдейчик, В. А. Струк, А. С. Антонов. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Acad. Publ., 2017. – 468 с.

6. Абдуразаков, А. А. Композиционные материалы в конструкциях ленточных конвейеров повышенного ресурса : монография / А. А. Абдуразаков, С. В. Авдейчик, А. С. Антонов ; под науч. ред.: В. А. Струка, В. Я. Прушака. – Ташкент : Vneshinvestprom, 2019. – 360 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СПОСОБОВ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Арибжонова Д. Э., Саидова М. С., Бекназарова Г. Б.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
dildoraaribjonova@gmail.com

Аннотация. В настоящее время появилось энергетико экологическое качество производства, и производители технологических процессов, технологического оборудования, систем управления и менеджеры разного уровня, отвечающие за бизнес-процессы в сфере экологической безопасности, пытаются улучшить экологическую безопасность в металлургии.

Annotation. At present, the energy-ecological quality of production has appeared, and manufacturers of technological processes, process equipment, control systems and managers of various levels responsible for business processes in the field of environmental safety are trying to improve environmental safety in metallurgy.

Такие вопросы, как экологическая безопасность и энергопотребление, попрежнему актуальны в металлургических процессах. Применение современных высокотехнологичных автоматизированных процессов в металлургической промышленности рассматривается как одно из решений этих проблем.

Это можно сделать в двух основных случаях. Во-первых, сами самые современные средства вычислительной техники и построенные на их основе системы автоматизации и управления способны решать указанные выше задачи, если они определяются особыми критериями эффективности [1].

Во-вторых, промышленное внедрение различных новых технологических процессов, машин, агрегатов и комплексов, в том числе автоматизированных систем, отвечающих экологическим требованиям малой энергетической затраты производства на сегодняшний день.

В настоящее время появилось энергетико экологическое качество производства, и производители технологических процессов, технологического оборудования, систем управления и менеджеры разного уровня, отвечающие за бизнес-процессы в сфере, пытаются его улучшить.

Стремительный рост цен на энергоресурсы заставляет рассматривать энергосбережение как сильный резерв повышения конкурентоспособности металлопродукции [2].

В условиях кризиса значительно возрастает роль управления и организации производства. В результате повышения уровня управления в условиях стабильной экономики эффективность энергосбережения различными экспертами оценивается от 5–10 процентов до 30 процентов, а в настоящее время, по заключению экспертов, 75 процентов избыточного энергопотребления. соответствует сложным процессам управления [3].

Возрастает роль средств автоматизации и компьютерно-информационных систем для принципиально обновленных систем и технологий, обеспечивающих экологичность и низкое энергопотребление производства и обработки стали.

Опыт показывает, что использование компьютерных моделей, отражающих специфику технологических процессов, позволяет разрабатывать эффективные подходы к созданию систем управления, направленных на энергосбережение в числе важнейших задач [4–5].

В частности, этот опыт был применен к управлению энергосберегающими технологиями, к процессам производства готовой продукции из продуктов, выходящих из плавильной печи.

Современные металлургические комбинаты и разработчиков проектов для них необходимо внедрять в системы, работающие на основе комплекса программ моделирования. Эти системы включают в себя процессы производства металла, от плавки металла до выпуска готовой продукции, и эта система позволяет исследовать эффективность предлагаемых решений с точки зрения энергосбережения и экологической безопасности [6].

Список использованных источников

1.Шульц Л.А., Жученко В.И. Энерго-экологическое качество производства. Сталь, №8, 1998.

2. Арибжонова Д.Е., Бекназарова Г.Б., Каримжонов М.М. Возможности расширения сырьевой базы Алмалыкского горно-металлургического комбината на базе использования местных вторичных техногенных образований// Central Asian jornal theoretical and applied sciences, Volume: 02, Issue: 03, March 2021, P. 231 – 237.

3. Khojiev Sh.T., Yusupkhodjaev A.A., Aribjonova D.Y., Beknazarova G.B. Depletion of Slag from Almalyk Copper Plant with Aluminum Containing Waste // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Volume-9, Issue-2, December 2019. P. 2831 – 2837.

4. Aribjonova D.E., Matkarimov S.T., Abdjalova H.T., Mamanazarov A. Technology Of Receiving Sulfate Of Bivalent Iron From Secondary Technogenic Formations Of Copper Production // International Journal of Advanced Research and Publications, Volume 3 - Issue 06, 2019, P. 192-194

5. Yusupkhodjayev A.A., Aribjonova D.E., Beknazarova G.,B. Po’lat ishlab chiqarish texnologiyasi. T: «Shafoat Nur Fayz» 2020, 168-170 c.

6. Vlasov S.A.,.Genkin A.L. Automation of Metallurgical Processes and Possible Solutions With Distriduted Control System Approach Seminar @ Workshop “Performance is Reality”, TYAZHPROMEXPORT, 1999.

БЕНТОНИТОВЫЕ ГЛИНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Арисланов А. С.[1], Шамшидинов И. Т.[2], Исомиддинов О. Н.[1]
[1)] Наманганский инженерно-технологический институт,
[2)] Наманганский инженерно-строительный институт
arislanov2019@gmail.com[1], israiljon2010@mail.ru[2],
oisomiddinov808@gmail.com[1]

Аннотация. В статье представлены сведения о бентонитовой глине, ее типах и месторождениях. Исследованы физико-химические показатели бентонитовой глины и получение коагулянта-сульфата алюминия из местных алюмосиликатов, а также ее использование в народном хозяйстве.

Annotation. The article presents information about bentonite clay, its types and deposits. The physical and chemical parameters of bentonite clay and the production of a coagulant-aluminum sulfate from local aluminosilicates, as well as its use in the national economy, have been studied.

Своевременные реформы, проведенные правительством Узбекистана, направленные на разгосударствление и модернизацию существующих предприятий, разработка и реализация стратегических мероприятий по созданию и развитию частного бизнеса, созданные реальные условия для широкого привлечения иностранных инвестиций в виде современных технологических мощностей способствовала за относительно короткое время существенно перестроить и переориентировать промышленность Узбекистана на местное доступное сырье.

По данным Государственного баланса полезных ископаемых Республики Узбекистан на территории Узбекистана открыто 1764 месторождений, в том числе 648 строительных материалов различного назначения. Из них 877, в том числе 267 месторождений открыто в годы Независимости.

Среди минерального сырья особое место занимают глинистые материалы, это в основном каолины, бентониты и бентонитоподобные глины, общие запасы которых исчисляются миллиардами тонн. До начала нашего столетия минерально-сырьевая база бентонитовых и бентонитоподобных глин Узбекистана была известна как источник доступного сырья в основном для получения бентонитовых глинопорошков для буровых растворов, формовочных смесей в литейном производстве, в производстве керамзита, частично пластифицирующей добавки в керамические массы [1].

В настоящее время в мире с каждым годом растёт производство сульфата алюминия, наиболее распространенного коагулянта, который находит широкое применение в промышленности при очистке производственных и сточных вод,

водоподготовке, в целлюлозно-бумажной промышленности, а также при дублении кожи и крашении тканей. В связи с этим обеспечение различных отраслей промышленности эффективными коагулянтами является одной из основных задачей химической промышленности. Коагулянты способствуют повышению эффективности очистки не только сточных вод, но и широко используются при очистке воды на водозаборах питьевой воды, воды для ТЭЦ и промышленных целей. Поэтому обеспечение предприятий высококачественными коагулянтами является приоритетной задачей химической промышленности Узбекистана.

На территории Узбекистана геологами обнаружены более 200 проявлений бентонитовых и бентонитоподобных глин, разведочные запасы которых по предварительным данным, составляют ориентировочно более 2 млрд тонн. Массовое формирование глинистых образований высокого качества происходило в юрской, меловой и палеогеновой периоды. На сегодняшний день из них в промышленном масштабе разрабатываются только месторождения Навбахор, Азкамар, Каттакурган, Лагон и Шорсу. Общее количество добываемых и перерабатываемых бентонитовых глин из этих месторождений составляют пока всего 30–40 тыс. т в год [2].

Технология производства [3–5] коагулянта-сульфата алюминия из бентонита состоит в следующем: содержащее бентонит сырье сжигается в печи; в процессе сжигания отделяется летучая фракция и изменяется кристаллическая структура бентонита; спек после сжигания подается в реактор, где разлагается 60 %-ным раствором серной кислоты при 80–90 °С в течение 1 часа; смесь нагревается за счет теплоты реакции; с целью поддержания на заданном уровне температуры смесь перемешивается и туда направляется перегретый пар с температурой 110 °С; образовавшаяся горячая пульпа подается на вторую ступень процесса реактор -нейтрализатор; туда для разбавления раствора подается оборотная вода и пар с температурой 110 °С; излишнее количество серной кислоты нейтрализуется подачей мела $CaCO_3$ и двуокиси углерода, в процессе нейтрализации соединения железа осаждаются, что приводит к улучшению качества продукции; пульпа после нейтрализации отфильтровывается, осадок при температуре 60 °С промывается водой, фильтрат и раствор после первой промывки подаются в испаритель, фильтрат после повторной второй промывки осадка выполняет роль оборотного раствора для поддержания на заданном уровне отношения между жидкой и твердой фазами; путем охлаждения в кристаллизаторе раствора после выпаривания получается готовый продукт – соль сульфата алюминия, образовавшийся после промывки шлам рекомендуется использовать в производстве строительных материалов. Процесс получения коагулянтов из каолиновых глин мало отличается от процесса получения продуктов из бентонитовых глин.

При обработке бентонитовых глин для увеличения выхода полезных компонентов мы проводим предварительный обжиг сырья. Обжиг бентонитовых глин является важной операцией при получении коагулянтов сульфата алюминия. Проведенные расчеты показали, что для промышленных предприятий и водоочистительных сооружений Республики ежегодно требуется 100 тыс. тонн коагулянта-сульфата алюминия. Удовлетворение потребностей Республики в сульфате алюминия за счет налаживания технологии его производства из местных сырьевых ресурсов позволит

снизить в 3 раза его себестоимость по сравнению с ценой коагулянта, ввозимого пока из-за рубежа. Это позволит также сохранить запасы свободно-конвертируемой валюты Республики.

Таким образом, внедрение технологии производства коагулянта из местных алюмосиликатов и комплексное использование образующихся отходов является экономически эффективным и экологически выгодным.

Список использованных источников

1. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Сабиров Б.Т. [и др.]. 2020. № 8(77).). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/10621 – С. 76.

2. Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т., Мамаджонов З. Н., Рустамов И.Т. Рациональное использование местных бентонитов. Научно-технический журнал Наманганского- инженерно-технологического института. 2020 г. №2

3. Мамаджонов З. Н. Исследование процессов сернокислотной переработки местных алюмосиликатов и получение коагулянтов на их основе. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Т.: 2018.

4. Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т., Мамаджонов З. Н., Рустамов И.Т. The method of producing aluminum sulfate from local bentonites. XIX Специализированная конференция с выходом электронного сборника: «International scientific review of the problems of natural sciences and medicine / Международный научный обзор проблем естественных наук и медицины». Boston. USA.2020 Conference site: https://scientific-conference.com.

5. Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т., Мамаджонов З.Н. Мухиддинов Д. Способ получения сульфата алюминия из местных алюмосиликатов**.** Международной научно-практической конференции **«**Инновационные исследования: теоретические основы и практическое применение**»,** состоявшейся 24 мая 2020 г. в г. Саратов.

ТЕХНОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ МАГМАТИЧЕСКИХ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Баранцева С. Е., Климош Ю. А., Азаренко И. М., Курилович М. А.
Белорусский государственный технологический университет
svetbar@tut.by

Аннотация. Приведены результаты исследования, подтверждающие инновационный подход к решению актуальных задач использования ранее не применяемого минерального сырья Республики Беларусь, в частности магматических и осадочных пород, для получения теплоизоляционных пористых заполнителей,

широко используемых в промышленном и гражданском строительстве. Разработанные материалы по комплексу эксплуатационных характеристик соответствуют требованиям нормативно-технической документации, предъявляемым к материалам аналогичного назначения. Установлено, что использованные породы – гранитоиды, базальты, диабазы и глауконитсодержащие вскрышные отложения являются перспективным кремнийсодержащим сырьевым компонентом для получения пористых керамических материалов, а их масштабное использование внесет вклад в улучшение экологической ситуации регионов, прилегающих к соответствующим месторождениям.

Annotation. The results of the study are presented, confirming an innovative approach to solving urgent problems of using previously unused mineral raw materials of the Republic of Belarus, in particular igneous and sedimentary rocks, to obtain heat-insulating porous aggregates widely used in industrial and civil construction. The developed materials for the complex of operational characteristics meet the requirements of regulatory and technical documentation for materials of a similar purpose. It has been established that the used rocks – granitoids, basalts, diabases and glauconite-containing overburden deposits are a promising silicon-containing raw material component for the production of porous ceramic materials, and their large-scale use will contribute to improving the ecological situation of the regions adjacent to the corresponding deposits.

Мотивацией для проведения настоящей научно-исследовательской работы являлось отсутствие производства пористых теплоизоляционных керамических материалов из сырьевых композиций, в качестве основного компонента которых используются магматические и осадочные горные породы. Другой важнейшей частью мотивации является решение задач уменьшения экологической напряженности регионов, непосредственно прилегающих к горнодобывающим предприятиям и соответствующим месторождениям за счет утилизации некондиционных отсевов дробления пород, образующихся в процессе производства дорожного щебня, а также освобождения земель, занимаемых отсевами и превращения их в полезные сельскохозяйственные площади. Еще одной частью мотивации для проведения работы является решение проблемы расширения минерально-сырьевой базы республики за счет использования полезных ископаемых новых потенциально-перспективных месторождений.

Целью настоящего исследования является разработка рецептуры сырьевых композиций, технологических рекомендаций и научных основ получения пористых теплоизоляционных заполнителей, широко используемых в легких бетонах, для изготовления блоков «Термокомфорт», а также в качестве самостоятельной теплоизоляционной засыпки в гражданском и индивидуальном строительстве, на основе магматических и осадочных пород Республики Беларусь.

Основными компонентами сырьевых композиций пористых теплоизоляционных материалов являлись отечественные магматические породы разрабатываемых и перспективно-потенциальных месторождений магматических пород (гранитоиды, базальты и габбро-диабазы) и осадочных вскрышных пород (глауконитсодержащие пески, алевриты и алевролиты), представленных на рисунке 1.

Рисунок 1 – Месторождения строительного камня юга Республики Беларусь

Сырьевой базой гранитоидов служит промышленно разрабатываемое месторождение строительного камня «Микашевичи», запасы которых составляют 518,380 млн м^3, количество некондиционных отсевов составляет около 25 % от общего количества производимого щебня.

Исследуемым сырьевым компонентом являются также диабазы перспективно-потенциального Диабазового месторождения Нагорновского комплекса Житковичского района Гомельской области, слагающие дайки (самая крупная мощностью 250 м).

По результатам поисково-оценочных работ и разведки Новодворского месторождени базальтов и туфов (Пинский р-н, Брестская обл.) предварительно-оцененные запасы и прогнозные ресурсы этих пород составляют 203,83 млн т. Полезным ископаемым на месторождении являются базальты и сапонитсодержащие туфы, попутные полезные ископаемые представлены вскрышными осадочными глауконитсодержащими породами – песками, алевритами и алевролитами, их запасы составляют 77,098 млн м^3.

Основными компонентами сырьевых композиций пористых теплоизоляционных материалов являлись вышеприведенные породы, дополненные пластифицирующей добавкой – глиной, порообразователем – карбидом кремния. В качестве добавки наряду с гранитоидами использовались отходы сталеплавильного производства Жлобинского металлургического завода – пыль газоулавливающих установок (ПГУ). Для обеспечения формовочной влажности вводится вода в определенном экспериментально количестве.

Процесс изготовления образцов пористых теплоизоляционных материалов из всех вышеуказанных пород состоял из следующих технологических стадий:

подготовка керамической массы → формование сырцовых гранул методом окатывания→ сушка при комнатной температуре в течение суток → обжиг по двухступенчатому режиму (600 °С – 10 мин, 1210–1230 °С – 10 мин) → инерционное охлаждение → разделение на фракции → упаковка.

Фотографии образцов разработанных пористых материалов приведены на рис 2.

Основные компоненты сырьевых композиций				
гранитоиды, глина	диабаз, глина	базальт, глина	глауконитсодержащая порода, глина	гранитоиды, глина, пыль ПГУ

Рисунок 2 – Фотографии образцов разработанных пористых материалов

Теплоизоляционные пористые заполнители наиболее востребованной фракции (14–16 мм) разработанных материалов имеют следующие показатели физико –химических свойств: объемная плотность – 650–780 кг/м^3, насыпная плотность – 420–470 кг/м^3, механическая прочность при сжатии – 2,1–2,3 МПа, коэффициент теплопроводности – 0,070–0,078 Вт/м·К, водопоглощение – 7,4–8,2 %, коэффициент вспучивания – 2,6–2,9. Разработанные рецептуры сырьевых композиций, содержащих в качестве основного компонента магматические и осадочные породы вышеуказанных месторождений, защищены патентами Республики Беларусь (РБ № 23209; РБ № 23615; РБ № 23904).

Таким образом, установлено, что использованные породы являются перспективным сырьевым компонентом для получения пористых теплоизоляционных заполнителей, а их масштабное использование может внести весомый вклад в улучшение экологической ситуации регионов, прилегающих к месторождениям и горнопромышленным предприятиям.

УСОВЕРШЕСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕКОЙ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

Бердиев Д. М., Тошматов Р. К., Комилова Г. М.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
berdiyev_mf@mail.ru

Аннотация. На основании исследований характера износа инструмента для холодной штамповки установлена целесообразность применения термической обработки закалкой с промежуточным отпуском. Учитывая, что плотность дислокации мало изменяется при 1100÷1150 ºС, было решено рекомендовать для

термической обработки именно этот интервал температур. Промежуточный отпуск при 450 ºС наиболее предпочтителен, так как обеспечивает не только стабилизацию дислокационной структуры, но в большей степени снижает внутренние напряжения после первой закалки. Данная обработка повышает стойкость штампового инструмента в 2–3 раза.

Annotation. Based on the study of the nature of tool wear for cold stamping, the expediency of using heat treatment by quenching with intermediate tempering has been established. Considering that the dislocation density changes little at 1100÷1150 ºC, it was decided to recommend this temperature range for heat treatment. Intermediate tempering at 450 ºC is most preferable, as it provides not only stabilization of the dislocation structure, but to a greater extent reduces internal stresses after the first hardening. This treatment increases the durability of the stamping tool by 2–3 times.

При холодной штамповке рабочий инструмент (штамп) испытывает очень высокие контактные напряжения (3÷5 кПа) [1], поэтому материалы, из которых изготовляют штампы, должны обладать определенными физическими свойствами, характеризуемые комплексам таких показателей, как твердость, вязкость, предел прочности [1].

Только высокая твердость материала не обеспечивает требуемый ресурс инструмента, так как материал, например, с низкой вязкостью склонен к хрупкому разрушению. Эффективная работа инструмента обеспечивается сочетанием высокой твердости, достаточной вязкостью и прочностью.

Низкий отпуск стали (150÷200 ºС) после закалки на мартенсит приводит к небольшому снижению твердости (до *HRC* = 60) материала, но при этом повышает его вязкость.

Штамповый инструмент изготовляют из углеродистой стали, которую закаляют, нагревая на 30÷50 ºС выше критической температуры Ac_1, с отпуском при температурах T_o = 180÷200 ºС, что повышает износостойкость и прочность инструмента [2]. Однако иногда этого недостаточно [1], поэтому применяют различных способы дополнительного упрочнения: химико-термическую обработку, лазерную [2], что сопряжено со значительными затратами.

Наиболее эффективный метод упрочнения основан на использовании нестандартных режимов термической обработки [1–2], повышающие предел текучести стали в результате эффекта структурного наследования, при котором в материале создается максимальная дефектность кристаллической решетки [2].

Исследования зависимостей между параметрами структуры стали и ее износостойкостью показали, что эксплуатационные свойства стали во многом определяются тонкой структурой материала [1]. Поэтому при оптимизации термической обработки использовали рентгеноструктурный и металлографический анализы. Для этих целей исследовали эвтектоидную углеродистую сталь У8 (ГОСТ 8559–75) промышленной выплавки.

Чтобы сохранить мелкое зерно в структуре при окончательной термической обработке и исключить отпуск, сталь нагревали в соляных ваннах, а закалку осуществляли в селитровой ванне при температуре 180 ºС.

Образцы нагревали до разных температур $T_{з1}$ = 820; 900; 1000; 1100; 1150; 1200; 1260 ºС; время нагревания составляло 5 мин. Для образования мартенситной структуры после первой закалки образцы охлаждали в воде, а затем в масле.

Закаленные образцы подвергали промежуточному отпуску при температурах $T_{п.от}$ = 200; 300; 350; 450 ºС. Образцы нагревали в соляной ванне до температуры 820 ºС и выдерживали в течение 5 мин. При охлаждении образцов по границам зерна аустенита выделялась сетка троостита.

Вторая закалка при $T_{з2}$ = 820 ºС после промежуточного отпуска при $T_{п.от}$ = 450 ºС обеспечивает получение мелкоигольчатого мартенсита. Причем наиболее мелкий мартенсит получают при $T_{з1}$ = 1100 ºС. При этом нерастворившихся частиц цемента не обнаружено, что указывает на полный переход углерода в твердый раствор.

Результаты рентгеновских исследований приведены на рис. 2. Установлено увеличение плотности дислокации при предварительной закалке с температур 1100÷1200 ºС. Наиболее устойчивые результаты в этом интервале температур показали образцы, прошедшие после первой закалки промежуточный отпуск при $T_{п.от}$ = 450 ºС. Оптимальная температура нагревания при предварительной закалке $T_{з1}$ = 1100÷1150 ºС, так как она обеспечивает растворение тугоплавких примесей: нитридов, оксидов, оксисульфидов. Химическая однородность в аустените приводит при закалке к дроблению блоков и повышению микронапряжений. Дальнейшее повышение температуры сопровождается гомогенизацией аустенита, а при закалке плотность дефектов кристаллической решетки фазы уменьшается.

Растворение примесных фаз при высокой температуре обеспечивает их фиксацию в твердом растворе после закалки. При этом атомы примесей переходят на дислокации и закрепляют их.

Таким образом, в отличие от представленных в работе [13] данных было установлено, что максимальная дефектность кристаллического строения (при принятой технологии термической обработки) приходится на те же температуры, при которых она наблюдалась при первой закалке. Смещения максимума дефектности кристаллического строения в зону более высоких температур не наблюдается. Следовательно, с позиций максимального повышения сопротивления стали пластическому деформированию при трении оптимальными температурами предварительной закалки являются $T_{з1}$ = 1100÷1150 ºС, а для промежуточного отпуска $T_{п.от}$ = 200 и 450 ºС.

Поскольку полумартенситная зона в присутствии остаточного аустенита при большой дисперсности структуры не является пределом прокаливаемости инструментальных сталей, прокаливаемость определяли по толщине закаленного слоя с мартенситной структурой, т. е. по толщине слоя с твердостью *HRC* = 60. Предварительная закалка образцов независимо от температуры первого нагревания не вносит существенных изменений в прокаливаемость стали У8 при повторной закалке. Результаты показали, что прокаливаемость по мартенситной зоне составляет ≈ 3 мм, что соответствует реальному критическому диаметру (10 мм) при охлаждении в воде.

Промежуточный отпуск при $T_{п.от}$ = 450 ºС наиболее предпочтителен, так как обеспечивает не только стабилизацию дислокационной структуры, но в большей степени снижает внутренние напряжения после первой закалки.

Для оценки влияния закалки с промежуточным отпуском на деформацию инструмента в производственных условиях инструмент измеряли до и после термической обработки.

Были изготовлены матрицы просечного инструмента ШМС−12709 (АО «Узметкомбинат») для отверстия с диаметром 6 мм. Допуск на диаметр определяли по последней операции – развертке отверстия. Пуансоны просечного инструмента ШМС−12709 изготовили с припуском по диаметру под окончательную шлифовку.

После термообработки изменение диаметра пуансона не превышало 0,02 мм, изменение диаметра матрицы составило не более 0,08 мм, что не превышает допустимые границы деформации при одинарной термической обработке (нагревание на 30÷50 ºС выше критической температуры Ac_1, с отпуском при температуре T_o = 180÷200 ºС).

Стойкость обработанных в стандартном режиме штампов составляла 6÷10 тыс. штамповок. Стойкости просечного инструмента, обработанного закалкой с премежеточным отпуском, составили: 27÷34 тыс. штамповок для матрицы с твердостью *HRC* = 60÷62, 16÷30 тыс. штамповок для матрицы с *HRC* = 58÷60.

Таким образом, стойкость инструмента из инструментальных сталей, обработанных закалкой с промежуточным отпуском, в 2–3 раза выше стойкости сталей, прошедших стандартную термообработку.

Список использованных источников

1. Berdiev D. M., Umarova M. A., Toshmatov R. K. Phase and structural transformations of structural steels in nontraditional heat treatment // Russian Engineering Research. 2021. Vol. 41. N. 1. pp. 46–48.

2. Бердиев Д.М., Юсупов А.А. Повышение износостойкости стальных изделий методом нестандартных режимов термической обработки // Литьё и металлургия. 2021. № 2. С. 100–104.

ВЫБОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛЕЙ И ИХ РЕЖИМ ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ

Бердиев Д. М., Умарова М. А.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
berdiyev_mf@mail.ru

Аннотация. Установлены связи между параметрами структуры термически обработанных сталей и их абразивной износостойкостью. Всех температурах окончательного отпуска закаленной стали наблюдается прямая связь между ее

параметрами структуры (количеством элементов в твердом растворе, плотностью дислокаций, размерами частиц цементита и межцементитного расстояния) и износостойкостью при трении скольжения о незакрепленные абразивные частицы. Разработана компьютерная программа для выбора химический состав марки стали и способов термического упрочнения с целью обеспечения требуемой износостойкости.

Annotation. The relationships between the parameters of the structure of heat-treated steels and their abrasive wear resistance are established. At all temperatures of the final tempering of hardened steel, there is a direct relationship between its structure parameters (the number of elements in a solid solution, the density of dislocations, the size of cementite particles and the inter-cementite distance) and wear resistance when sliding friction against loose abrasive particles. A computer program has been developed to select the chemical composition of the steel grade and methods of thermal hardening in order to ensure the required wear resistance.

Абразивное изнашивание является основной причиной выхода из строя металлических деталей. Изготовление деталей из быстроизнашиваемого материала часто не обосновано и, как правило, обусловлено инертностью производства [1–2]. В ремонтном производстве данная тенденция часто связана с отсутствием или недостатком необходимых износостойких марок сталей, что может привести к преждевременному выходу из строя при эксплуатации отремонтированных узлов. Выбор сталей для изготовления ответственных деталей должен основываться на показателях их износостойкости [1].

Задачи настоящего исследования: выполнение подготовительной термической обработки на экстремальных режимах с завершающей термической обработкой, установление связей между параметрами структуры сталей и их абразивной износостойкостью, создание программы выбора материалов и способов упрочнения для достижения требуемой износостойкости изготовляемых деталей.

Исследовали углеродистые стали (от технического железа до У8) и малолегированную сталь 65Г. Для определения закономерностей структурообразования предварительную нормализацию сталей выполняли при разных температурах (выше Ac_3 (или Ac_1) + 30÷50 °С до 1200 °С). Была установлена экстремальная температура нормализации (1100 °С), при которой после (γ-α)-превращения формируется ферритная фаза с максимальной плотностью дислокаций.

Испытания на изнашивание показали, что, несмотря на некоторое повышение твердости и неравновесности структуры, с повышением температуры нагревания для нормализации наименьшее изнашивание наблюдается при температуре 1100 °С.

Степень этого влияния можно установить по разнице ΔQ износов, т. е. между износом закаленного и отпущенного при температуре 200 °С технического железа (содержание углерода C_C = 0,15 %) и износами железа в нормализованном состоянии при равной плотности дислокаций. Разница износов в результате твердорастворного упрочнения феррита углеродом составила $\Delta Q_{тв.р} = \xi C_C$ [1] (C_C, % – содержание углерода в твердом растворе α-фазы;

ξ, мг/% – коэффициент упрочнения и снижения износа при вводе в твердый раствор феррита атомов углерода (ξ = 6,2 мг/%).

После повторной фазовой перекристаллизации аустенитные зерна сталей была примерно одинаковые не зависимо от температуры предварительной нормализации, количество остаточного аустенита было минимальным. Однако состояние тонкой структуры в зависимости от температуры предварительной нормализации менялось по экстремальному закону. Плотность дислокаций была максимальной, если предварительную нормализацию осуществляли при температуре 1100 °С, что свидетельствует о наследовании элементов исходной субмикструктуры при повторной фазовой перекристаллизации. При повторной закалке значительная часть атомов углерода уходит на дислокации, поэтому при экстремальной температуре предварительной нормализации тетрагональность решетки мартенсита минимальная. Аналогичные результаты имели место при непосредственной закалке при температуре 1100 °С. В частности, сталь 30 (содержание углерода C_C = 0,28 %) после резкого закалочного охлаждения имела структуру мартенсита, но содержание углерода в тетрагональной решетке не превышало 0,15 %, а при закалке при температурах 1100 и 1150 °С в тетрагональной решетке углерода не обнаруживалось.

Повышенная плотность дислокаций в закаленной стали, которая наблюдается при предварительной нормализации с экстремальной температурой, существенно влияет на износостойкость стали при трении скольжении о незакрепленные абразивные частицы [1].

Ранее в опубликованных работ [2] представлены зависимости разницы износов ΔQ образцов из низкоотпущенных сталей 30, 45, 55, У8 и 65Г от относительной плотности $\sqrt{\rho}$ дислокаций. Полученные зависимости линейные. Для всех исследованных сталей справедлива зависимость $\Delta Q_д = \alpha\Delta\sqrt{\rho}$, где $\alpha = 0{,}4$. Однако у каждой стали есть отличительная особенность, обусловленная дополнительным структурным параметром. Для однофазной мартенситной структуры это может быть только твердорастворное упрочнение.

В работе [1] показаны значения относительных ΔQ износов сталей 30, 45, 55, 65Г и У8 от содержания C_C углерода в мартенсите и аппроксимирующая их кривая, которая имеет нелинейный характер и описывается уравнением $y = ax^b$, т.е. $\Delta Q = a(\Delta C_C)^b$. Задавая содержание углерода в стали и имея экспериментальные значения ΔQ, можно найти коэффициенты a и b, тогда получим: $\Delta Q_{тв.р} = 1{,}06\Delta C_C^{0{,}78}$.

Для углеродистых и низколегированных доэвтектоидных и эвтектоидных сталей, закаленных на мартенсит и низкоотпущенных, можно записать обобщенную зависимость износа от параметров структуры:

$$Q = Q_{0Ст30} - 0{,}4\Delta\sqrt{\rho} - 1{,}06\Delta C_C^{0{,}78}, \qquad (1)$$

где $Q_{0Ст30}$ = 2,2 мг – износ эталонного образца из стали 30 с C_C = 0,28 % после закалки с температуры 890÷900 °С и отпуска при температуре 200 °С; $\Delta\sqrt{\rho}$ – разница между плотностями дислокаций в исследуемой и эталонной сталях; ΔC_C – разница содержаний углерода в исследуемой и эталонной сталях.

Данные представлены на исследование [2] указывают на то, что снижение износа в результате дислокационного упрочнения в целом соответствует выражению (1), однако выпадают данные по стали 30 после закалки без отпуска:

$$Q = Q_{0Ст30} - 0{,}4\Delta\sqrt{\rho} - \Delta Q_{д.у} - 1{,}06\Delta C_C{}^{0{,}78} = 2{,}2 - 0{,}4\Delta\sqrt{\rho} - 0{,}5 - 1{,}06\Delta C_C{}^{0{,}78}, \quad (2)$$

где $\Delta Q_{д.у}$ – разница износов в результате деформационного упрочнения, обусловленный процессом трения, неотпущенной стали.

Далее вычисляем плотность дислокаций низкотпущенной стали при разном содержании углерода для заданного износа по формуле (1).

Последовательность (без ограничений области существований и сочетаний структурных параметров) выбора материала и способов его упрочнения для обеспечения требуемой износостойкости [2].

С помощью разработанной программы можно определить состав стали и режим термического упрочнения в зависимости от требуемой износостойкости.

Для проверки полученных результатов проведены натурные испытания лемехов плуга, изготовленных из стали 30, лезвия которых были закалены с температуры нагревания до 1100 °С без отпуска. В качестве контрольных образцов использовали лемех плуга из стали Л53 производства ОАО «Бахтсельмаш».

Таким образом, износостойкость серийных лемехов незначительно превышает износостойкость лемехов, изготовленных из стали 30, лезвия которых закалены с температуры 1100 °С без отпуска.

Список использованных источников

1. Бердиев Д.М., Умарова М.А., Юсупов А.А. Выбор химического состава сталей и их режим термического упрочнения с помощью компьютерной программы // Литьё и металлургия. 2021. №4. С. 59 - 65.

2. Бердиев Д.М., Умарова М.А., Юсупов А.А. Установление влияния параметров структуры сталей на их абразивную износостойкость // Вестник машиностроения, №9. 2021. С. 50 - 54.

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Бердиев Д. М., Юсупов А. А., Абдуллаев А. Х.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
berdiyev_mf@mail.ru

Аннотация. Усовершенствована технология термоциклической обработки мелкомодульных зубчатых колес, позволяющая повысить их износостойкость на 30÷40 %. Зубчатые колеса подвергали предварительному циклическому нагреванию и последующей импульсной закалке. Во всех случаях закалку образуется мартенситная структура, обеспечивающая высокую жесткость материала. Размеры мартенситных пластинок зависят от температуры нагревания при закалке. При циклическая термооработку до температуры 450 °С размеры аустенитных зерен и мартенситных пластинок не зависили от температуры.

Annotation. The technology of thermocyclic treatment of fine-module gears has been improved, which makes it possible to increase their wear resistance by 30–40 %. Gears were subjected to preliminary cyclic heating and subsequent impulse hardening. In all cases of hardening, a martensitic structure is formed, which provides high rigidity of the material. The sizes of martensitic plates depend on the heating temperature during quenching. During cyclic heat treatment up to a temperature of 450 °C, the sizes of austenite grains and martensite plates did not depend on temperature.

Предприятия сельскохозяйственного машиностроения Республики Узбекистан постоянно увеличивают выпуск хлопкоуборочных машин. При эксплуатации данной техники в результате абразивного изнашивания выходит из строя таких деталей как зубчатые колеса и вал-шестерени, в результате чего ежегодно расходуется большое количество металла для изготовления запасных частей. С каждым годом машиностроительная техника становится более сложной, и для обеспечения ее эффективного использования необходима мощная ремонтная база.

Работоспособность зубчатых колеса во многом определяет долговечность их зубьев. Зубчатые колеса, как правило, изготовляют из низкоуглеродистой стали (содержание углерода 0,1÷0,25 %) и подвергаю их термической обработке – цементация, закалка и низкий отпуск. Сокращение времени обработки обеспечивает цементация в газовой среде. При этом расходуется много электроэнергии и газообразного углеводорода.

В настоящей работе исследования направлены на повышение износостойкости зубьев мелкомодульных зубчатых колес из низколегированной стали 65Г применением ЦТО без изменения химического состава материала зубчатых колес. Положительные результаты достигнуты изменениями структуры материала в результате физических и химических процессов.

При ЦТО интенсифицируются диффузионные превращения в результате повторного ускоренного нагревания и охлаждения в стадии незаконченной перекри-

сталлизации аустенита и еще несформированного роста зерен. Данный способ обработки основан на получении устойчивого аустенита путем размельчения структурных зерен и перераспределения дислокаций при высоких температурах, достигаемых индукционным нагреваванием (ИН). В результате накопления структурных преобразований и фазовых превращений получали структуру стали, которую нельзя получить традиционными способами термообработки.

Эффективность ЦТО зависит от последовательности операций, числа циклов, скорости нагревания и охлаждения, химического состава стали. Применения ЦТО с полиморфными превращениями и в условиях их отсутствия показали, что при нагревании и охлаждении сталей имеют место фазовые превращения. Для повышения износостойкости низколегированных сталей необходимо оптимизировать режимы ЦТО. Для этох целей исследовали структуры сталей и определяли износостойкость в условиях трения после предварительной ЦТО и последующей ИН образцов.

При ЦТО образцы диаметром 20 мм и высотой 7 мм нагревали высокочастотным током продолжительность от нескольких до 20 с. Для нагревания использовали устройство Л3107, для определения температуры –термопары. Образцы нагревали до температур T = 450, 550 и 700 °С, после чего их охлаждали. Для этого подавали охлажденный воздух. Повторная фазовая перекристаллизация сталей достигалась нагреванием до температуры Ac_3 + (30÷50) °С. Окончательное нагревание осуществляли при температуре T = 900 °С. Далее сталь охлаждали в масле и нагревали до температуры T = 180 °С, затем охлаждали подачей воздуха. Окончательное охлаждение стали обеспечивает формирование пластинчатой структуры [1].

Анализ состояния структуры предварительно термически обработанной стали 65Г с помощью ИН при разных температурах (в пределах докритической) после ЦТО показал, что дефектность кристаллической структуры стали мало зависит от температуры и числа циклов [1]. Установлено, что при нагревании выше критической температуры Ac_1 и при охлаждении подачей воздуха формировались примерно одинаковые структуры, при этом дефектности были разные.

Ранее в опубликованных работах [2] приведены значения показателя дефектности β, среднее значение $\beta_{ср}$ и твердость *HRC* образцов из стали 65Г после ЦТО, индукционной закалки и отпуска при T = 180 °С. Лучшие результаты получены при температуре 450 °С и числе циклов нагревания N = 3÷5. При других температурах (550 и 700 °С) дефектность кристаллического строения была неустойчивой или низкой. Хорошие результаты при T = 450 °С можно объяснить микропластической деформацией в результате быстрого теплообмена при циклическом нагревании. Образование второй фазы обусловлено микропластической деформацией зерен. В результате имело место интенсификация возникновения дислокаций, при этом высокая температура приводит к полигонизации структуры, что обеспечивает ее стабильность, в результате кристаллическая структура материала имеет невысокую дефектность.

Повторное нагревание выше температуры образования одноразовой полигонной структуры при высокой плотности дислокаций обеспечивает образование требуемой структуры. При ЦТО сталей при температуре до 450 °С происходит интенсивная перекристаллизация структуры, при этом полигонная структура не образуется.

Сравнение результатов после ЦТО при температуре 450 °С и окончательной закалке ИН с результатами традиционной закалки ИН показало, что плотности дислокаций в первом случае повышаются незначительно. При одинаковой твердости (59÷60 *HRC*) разница ширины рентгеновских линий составила $\Delta\beta_{ср} = 5 \cdot 10^{-3}$ рад [2].

В работу [1] представлены результаты испытания на износостойкость образцов из стали 65Г после термических обработок на разных режимах.

Установлено, что после трех циклов ЦТО при $T =$ 450 °С, охлаждении воздухом, ИН при $T = 900$ °С и отпуске при $T = 180$ °С в течение 60 мин износостойкость стали 65Г на 25÷30 % выше по сравнению с износостойкостью образцов, подвергнутых другими видами термической обработки.

Полученные результаты сравнивали с показателями образцов из стали 18ХГТ, прошедших нитроцементацию и термообработку.

Экспериментально был определен оптимальный режим термической обработки зубцов мелкомодульных зубчатых колес из стали 65Г:

1. Циклическое нагревание (число циклов $N = 3$) при $T = 400 \div 500$ °С, охлаждение подачей воздуха до температуры 80÷100 °С; при напряжении на аноде $V_a = 6{,}5$ кВ и силе тока $I_a = 5{,}5$ А сила тока составила $I = 0{,}55$ А, зубья нагреались до $T = 450$ °С, время нагревания составило $t = 3 \div 4$ с; время охлаждения воздухом до температуры $T =$ 80÷100 °С составляло 140 с.

2. Закалка при напряжении на аноде $V_a = 9$ кВ и силе тока $I_a = 8{,}5$ А сила тока составила $I = 0{,}8 \div 1{,}8$ А, зубья нагреались до $T = 900$ °С, время нагревания 7 с, охлаждающая среда – масло.

3. Нагревание в селитровой ванне до 180÷200 °С в течение 60 мин, отпуск на воздухе.

Зубья зубчатых колес из стали 65Г, прошедшие ЦТО и ИН, имели износостойкость в 1,3–1,4 раза выше изностойкостьи зубчатыз колес с термообработкой традиционным ИН и в 1,2–1,3 раз выше износостойкости зубцов из нитроцементированной стали 18ХГТ.

Список использованных источников

1. Бердиев Д. М., Юсупов А. А. Повышение износостойкости зубьев зубчатых колес циклической закалкой с индукционным нагреванием // Вестник машиностроения. 2020. № 3. С. 50–53.

2. Бердиев Д. М., Юсупов А. А. Повышение износостойкости стальных изделий методом нестандартных режимов термической обработки // Литьё и металлургия. 2021. № 2. С. 100–104.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО ТОПЛИВА

Воронова Н. П., Березовский Н. И., Шамсидинов А.
Белорусский национальный технический университет
vm3_ftk@bntu.by

Реформирование структуры теплотехнологий на основе торфяного топлива производится с учетом корректировки расчета горения торфа. Для этого необходимо решать задачи экспериментального и теоретического обоснования рациональных режимов процесса [1].

Расчет горения торфа, как и любого твердого топлива состоит в основном в исследовании процентного состава торфа, теплоты сгорания и параметров горения в виде количества воздуха, необходимого для горения и состава и объема продуктов сгорания.

Рабочая масса торфа соответствует составу на время добычи торфа. В результате транспортировки до места переработки торф теряет влажность и соответственно требуется пересчет его элементарного состава.

Средняя рабочая масса торфа на предприятии ПРУТП «Усяж» в процентном соотношении состоит из влаги W_1 = 44 %; золы A_1 =7 %; углерода C_1 = 28,2 %; азота N_1 = 1,22 %; кислорода O_1 = 16,3 %; серы S_1 =0,18 %. Произведем пересчет состава при изменении влажности с W_1 на W_2 = 30 %.

Известно [2], что формула пересчета при изменении влажности осуществляется по формуле

$$x_2 = x_1 \cdot \frac{100 - W_2}{100 - W_1}, \qquad (1)$$

где x_1 и x_2 – начальное и пересчетное содержание компонент торфа. Тогда в результате пересчета получим:

$$\frac{100 - W_2}{100 - W_1} = \frac{100 - 30}{100 - 44} = 1,25,$$

$$A_2 = 7 \cdot 1,25 = 8,75,$$

$$C_2 = 28,2 \cdot 1,25 = 35,5,$$

$$H_2 = 3,1 \cdot 1,25 = 3,875,$$

$$N_2 = 1,22 \cdot 1,25 = 1,525,$$

$$O_2 = 16 \cdot 1,25 = 20,375,$$

$$S_2 = 0,18 \cdot 1,25 = 0,225.$$

Важной характеристикой топлива является теплота сгорания Q (Дж/кг), т. е. теплота, выделяемая при полном сгорании 1 кг топлива. Теплота сгорания топлива зависит от его процентного состава. Эмпирическая формула для определения теплоты сгорания (формула Менделеева [3]) имеет вид:

$$Q = 339C + 1256H - 109(O - S) - 25(9H + W) \text{ Дж/кг}. \quad (2)$$

В соответствии с формулой Менделеева для рассматриваемого состава торфа с учетом пересчета теплота сгорания равна

$$Q = 339C_2 + 1256H_2 - 109(O_2 - S_2) - 25(9H_2 + W_2) =$$
$$= 339 \cdot 35,25 + 1256 \cdot 3,875 - 109(20,375 - 0,225) - 25(9 \cdot 3,875 + 30) =$$
$$= 12998,525 \text{ (кДж/кг)} = 12998,525\,(\text{кДж/кг}) \approx 13\,(\text{МДж/кг}).$$

В результате пересчета процентного соотношения компонент торфа получено более точное значение теплоты сгорания, а, следовательно, более рациональный режим процесса переработки торфа.

Список использованных источников

1. Воронова Н.П. Математическое моделирование и управление теплотехнологическими процессами промышленных производств: монография Н.П. Воронова. – Минск: БНТУ, 2009. – 260с.

2. Березовский Н.И. и др. Использование местных видов топлива и вторичных энергетических ресурсов в производстве пористых строительных материалов /Н.И. Березовский, Н.П. Воронова, С.М. Грибкова, Б.В. Лесун. –Минск: БНТУ, 2014. –129с.

3. Тимошпольский В.И. и др. промышленные технологии: Методики и инженерные расчеты оборудования высокотемпературных теплотехнологий машиностроительного и металлургического производства: Учеб./ В.И. Тимошпольский, А.П. Несенчук, И.А. Трусова: Под общ. ред. А.П. Несенчука, В.И. Тимошпольского. – Мн.: Высш. шк., 1998. – 422с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АЗКАМАР» МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛИЗА И ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Ганиев Б. Ш., Авезов К. Г., Мардонов У. М.
Бухарский государственный университет
b.sh.ganiyev@buxdu.uz, avezovkg@mail.ru, uktammardonov2020@gmail.com

Аннотация. В данном сообщении приведены результаты кислотной переработки Азкамарской глины (АГ) и изучения составно-структурных особенностей их продуктов. Структурного состава было изучена методами ИК-спектроскопии и рентгенофазовой дифракций, наиболее информативными с точки зрения составно-структурных особенностей являются интервал 650–1150 $см^{-1}$ спектров глины месторождения «Азкамар».

Annotation. This report presents the results of the acid processing of Azkamar clay (AG) and the study of the compositional and structural features of their products. The structural composition was studied by IR spectroscopy and X-ray phase diffraction, the most informative from the point of view of compositional structural features are the range of 650–1150 cm^{-1} of the spectra of clay from the Azkamar deposit.

Введение. В целях более рационального использования местного минерального сырья и получения на его основе продуктов многоцелевого назначения нами проводятся исследования по разработке способов переработки глины Азкамарского месторождения Бухарской области.

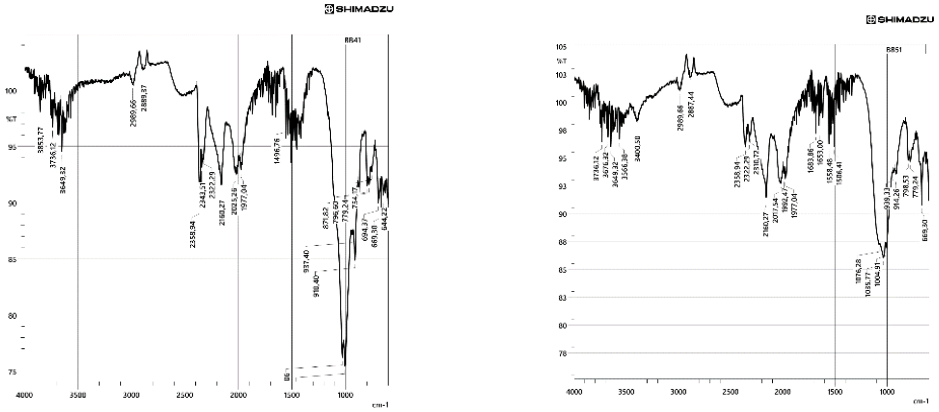
Экспериментальный часть. В данном сообщении приведены результаты кислотной переработки Азкамарской глины (АГ) и изучения составно-структурных особенностей их продуктов.

Для переработки по 20 г исходных красно-коричневого цвета образцов АГ подобраны кислотные (по 60 мл 32 %-ный HCl, 60 %-ный HNO_3 растворы и их смеси 40 мл 32 %-ный HCl + 20 мл 60 %-ный HNO_3) реагенты. Переработки проведены при pH = 1–12, Т:Ж = 1:3, t^o = 70–80 ^oC, t^1 = 60–120 мин. При смешивании образцов АГ с реагентами переработки в всех случаях вначале образовались красно-коричневые суспензии, цвет которых по ходу переработки изменились до белого. После переработки просветлившиеся суспензии фильтровали и разделили на жидкие и твердые фазы соответственно: АГ1-исходная глина, АГ2-азотно-солянокислотно, АГ3-азотнокислотно, АГ4-солянокислотно переработанные образцы. Растворы темно желтого цвета содержат ионы K, Na, Mg, Ca, Al, Fe, Sn в значительно большем (0,190 – 1,880 г/л) количестве и Cu, Cr, Mn, Pb, Ti, Ag, V в малом (1,42–42,6 мг/л) количестве.

Для изучения состава и строение составных частей, выделенных твердых образцов сняты и анализированы ИК-спектры и рентгенофазовые спектры. Идентификацию образцов проводили на основе дифрактограмм, которые снимали на диффрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Japan), управляемый компьютером. ИК-спектроскопический анализ были определены на инфракрасном спектрометре «IR Tracer-100» Fure (Shimadzu, Japan), длины волн спектрального диапазона

4000÷400 см$^{-1}$, отношение чувствительности сигнал/шум – 60,000:1, скорость сканирования 20 спектров в секунду.

Результаты и их обсуждение. В ИК-спектрах кислотно переработанных образцов АГ обнаружены четыре интервала характерных полос поглощения. Первый интервал 3500–3750 см$^{-1}$, в основном, охватывает области валентных колебаний ОН-группы, связанной различными структура образующими фрагментами силикатных минералов. Более высокочастотные полосы при 3649,32; 3736,12 см$^{-1}$ (рис. 1, *а*) и 3676,32; 3736,12 см$^{-1}$ (рис. 1, *б*) относятся к валентным колебаниям ОН-группы каолинита в составе изученных образцов. Полосы с некоторыми заниженными частотами 3649,32 и 3566,38 см$^{-1}$ в спектрах обоих образцов вызваны $\nu_{(OH)}$ содержащиеся в образцах смешанных групп каолинита, монтмориллонита и мусковита. Полосы при 3400,5 и 1653 см$^{-1}$ отнесены к $\nu_{(OH)}$ и $\delta_{(HOH)}$ кристаллизационным молекулам воды в составе АГ3 (рис. 1, *а*).



а б

Рисунок 1 – *а* – ИК-спектр образца АГ3; *б* – ИК-спектр АГ4

Полосы в виде дублета при 2990 и 2890 см$^{-1}$, относящиеся к $\nu_{a(CH)}$ и $\nu_{s(CH)}$ в обеих спектрах, указывают на присутствие компонентов органического происхождения. О наличии таких неожиданных составных частей в изученных образцах АГ свидетельствуют группа средне интенсивных полос в интервале 1970 – 2360 см$^{-1}$ в спектрах. Исходя из того, что появление этих полос, обычно, обусловливаются $\nu_{(C\equiv C)}$ или $\nu(A\equiv B)$, пришли к выводу о содержания твердых углеводородных компонентов в составе АГ. Кроме того, в объяснении появления этих полос предполагалось, что эти полосы могут быть вызваны $\nu_{(O=C=O)}$ молекулы CO_2, содержавшегося в окружающей среде при снятии ИК-спектров или являются обертонными полосами, как результат слиянии некоторых среднечастотных полос.

Наиболее информативными с точки зрения составно-структурных особенностей являются интервал 650–1150 см$^{-1}$ спектров. Подробное изучение этой области спектров показало, что интенсивные дублет/триплетные полосы с частотами 1076,28; 1002,4/1076,28; 1035,77 и 1004,91 см$^{-1}$ вызваны валентными колебаниями связей O-Si-O в кремнекислородных тетраэдрах силикатов и полосы со средней интенсивности при 871,82, с некоторыми расщеплением на компоненты 779–796,

754,17 $см^{-1}$ указывают на присутствие кольца из тетраэдрных фрагментов, содержащие связей Si-O-Si в SiO_4. Полосы с частотами 937,40, 910,40 и 939,33, 914,26 $см^{-1}$ соответствуют $\nu_{(Al\text{-}O\text{-}H)}$ и низко частотные полосы при 694,37, 669,30, 644,22 $см^{-1}$ (рис. 1, а), одинокая полоса при 669,30 $см^{-1}$ (рис. 1, б) указывает на существование связей Si-O-Al в составе изученных образцов кислотно переработанной АГ [1].

Из предоставленных результатов изучения кислотной переработки и их продуктов.

Таблица 1 – Результаты рентгенографических анализов образцов Азкамарской глины

Образцы	Составные части и их содержания, %										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	ППП	CaO
АГ1	58,62	0,78	16,67	5,20	–	2.72	2.84	2.08	0.17	10.84	0,84
АГ2	72,6	2,0	–	–	0,4	–	15,1*	0,6	0,7**	–	–
АГ3	63	1,8	3,0	9,5	–	1,4	1,0	11,7	5,0	–	3,6
АГ4	30,3	22,4	7,8	5,7	–	13,5	–	–	11,9	–	8,5

* – $NaNO_3$, ** – Cl.

Из таблицы видно, что в зависимости от состава кислотных реагентов продукты переработки отличаются как по составу, так и по содержанию. В случае образца АГ2 содержание SiO_2 повышается за счет уменьшение количества оксидов Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO и K_2O при переработке. Аналогичная картина наблюдается для образца АГ3 из-за уменьшения содержания Al_2O_3, Na_2O. Среди изученных образцов особое внимание заслуживает образец АГ4, который получен солянокислотной переработкой АГ1. В АГ4 содержание SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O значительно уменьшены, но пропорционально этому резко повышено содержание TiO_2, т. е. относительно исходного образца в 28,7 раз обогащенный по оксиду титана продукт получен.

Выводы. В заключении необходимо отметить, что в результате кислотной переработки образцов АГ в перспективе можно получить неорганические пигментные материалы для лакокрасочного производства и отделочных работ в строительстве, адсорбентов анионов из водных растворов и многофункциональные катализаторы для нефтехимической и химико-технологической отрасли.

МАТРИЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ С ПОВЫШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Горох Г. Г.[1], Тураходжаев Н. Д.[2], Лозовенко А. А.[1], Федосенко В. С.[1], Худайкулов Ш. У.[2]

1) Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

[2)] Ташкентский Государственный Технический Университет

gorokh@bsuir.by

Аннотация. Приведены результаты исследований трибомеханических характеристик при помощи наноиндентирования и скретч-тестирования поверхностного слоя композитных покрытий на алюминиевых сплавах на основе анодированных систем Ta/Al, импрегнированных поливинилиденфторидом. Полученные данные показали высокую механическую прочность композитных пленок. Показана нелинейная зависимость силы трения, коэффициента трения, глубины проникновения кантилевера от прикладываемой нагрузки.

Annotation. Methods have been developed for forming a nanocomposite on aluminum plates based on an anodized Ta/Al system impregnated with polyvidene fluoride. The results of studies of tribomechanical characteristics using nanoindentation and scratch testing of the surface layer are presented. The obtained data showed high mechanical strength of composite coatings.

Нанотехнологические подходы, развиваемые при создании упрочняющих и защитных покрытий, позволяют создавать в микроструктуре наноразмерные частицы и зерна с размерами менее 100 нм, приводящие к появлению уникальных физико-химических свойств, не характерных для массивных материалов [1]. Особое внимание уделяется при этом модификации наноструктурированных поверхностей полимерными материалами, которые наделяют получаемые композиты высокими физико-химическими свойствами [2]. В работе описываются результаты исследований триботехнических параметров тонкопленочных наноструктурированных матричных покрытий на алюминиевых сплавах на основе анодированной системы Ta/Al, представляющей собой плотно упакованный массив столбиковых структур из анодного оксида тантала в матрицах анодного оксида алюминия (АОА), импрегнированной поливинилиденфторидом (ПВДФ). ПВДФ обладает механической, физической, химической устойчивостью, а также обеспечивает оптимальные рабочие характеристики и термическую стабильность до 140 °С.

В качестве исходных образцов использовали литейные изделия произвольной формы из алюминиевого сплава, которые были первоначально подвергнуты механической обработке и электрохимической полировке. На подготовленные изделия были нанесены в вакууме тонкопленочные биметаллические системы Ta/Al. Электрохимическое анодирование образцов осуществляли в две стадии в 0,4 М растворе щавелевой кислоты при 60 В, и реанодировали в 0,1 М растворе лимонной кислоты

при 210 В. В результате последовательного электрохимического анодирования тонкопленочной системы Ta/Al и высоковольтного ее реанодирования был сформирован АОА, заполненный в нижней части столбиковыми структурами высотой 400 нм. Затем в селективном травителе была удалена верхняя часть АОА, незаполненная столбиками, так чтобы верхняя часть столбиков возвышалась над поверхностью АОА на 50–100 нм. Электронно-микроскопическое изображение сформированной структуры показано на рис. 1, а. В качестве импрегнирующего наполнителя мы использовали раствор ПВДФ марки Ф2МД в диметилформамиде в пропорции 1:3, который наносили на матрицу окунанием. После центрифугирования при $\nu \approx 3000$ об/мин в течение 20 с образцы подвергали многостадийной сушке и термообработке. Морфологию поверхности и поперечные сколы полученных структур (рис. 1, б) изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-806 при ускоряющем напряжении 20 кВ.

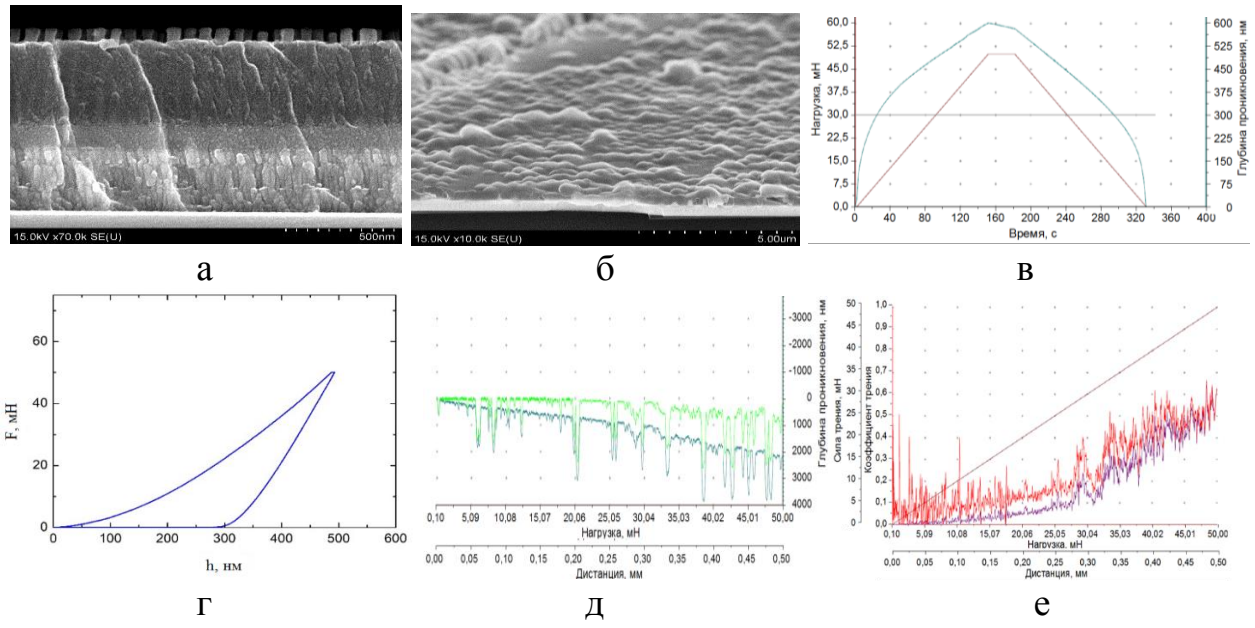


Рисунок 1 – СЭМ изображения скола анодированной системы Ta/Al (*а*); поверхность анодированной системы Ta/Al, импрегнированная ПВДФ (*б*); кинетика индентирования и диаграмма увеличения нагрузки анодированной системы Ta/Al, импрегнированной ПВДФ (*в*); кинетическая диаграмма микровдавливания индентора (*г*); зависимость глубины проникновения кантилевера от приложенной нагрузки после шестого прохода (*д*); зависимость силы трения и коэффициента трения от приложенной нагрузки после шестого прохода (*е*)

Трибологические и механические свойства композитных пленок проводили с использованием Nano Scratch Tester (NST) и Ultra Nano Hardness Tester (UNHT) CSM Instruments. Скретч-тестером путем линейного царапания кантилевером ST-322 с алмазным наконечником радиусом 2 мкм, двигающимся вдоль поверхности структуры со скоростью 0,01 мм/с при возрастающей нагрузке на конце кантилевера скречтестера от 0,1 до 50 мН со скоростью 1 мН/с, проводили измерения зависимостей силы трения, коэффициента трения, устойчивости поверхности, глубины проникновения кантилевера относительно исходной толщины

пленки от нагрузки. Наноиндентирование осуществлялось с применением трехгранных алмазных инденторов Берковича. Опыты проводились при максимальных нагрузках P_{max} 10, 30 и 50 мН. Процедура заключалась в нагружении индентора до P_{max} со скоростью 20 мН/мин и выдержке в течение 30 с и последующей разгрузке. Для каждого значения P_{max} выполнялось по 5 уколов для определения среднего значения микротвердости и модуля упругости. Анализ диаграмм наноиндентирования проводили по методике Оливера-Фарра [3].

Работа сил упругой и пластической деформаций поверхности после каждого прохождения кантеливера существенно увеличивается. Релаксационная способность уменьшается с 38,91 до 34,85 %. На рис. 1, *в* представлены полученные в процессе испытаний графические интерпретации диаграммы увеличения нагрузки $F = f(h)$ и кинетические диаграммы, которые дают информацию о работе индентора F_{pl} на преодоление сопротивления материала и работе материала F_{el} на восстановление своих свойств. По этим данным определялась степень пластичности по формуле $\varepsilon_{pl} = (F_{pl} - F_{el})/F_{pl}$ и контактная жесткость S. Измерения проведены в десяти характерных участках поверхности исследуемого композита до и после проведения трибологических испытаний. Рис. 1, *г* представляет графический вид кинетической диаграммы непрерывного микровдавливания индентора в исследуемый нанокомпозит, характеризующий процесс нагрузки (площадь под ветвью нагрузки) и разгрузки (площадь под ветвью разгрузки). Диаграммы дают возможность определять микромеханические свойства поверхностного слоя материала при динамической индентации. Исследования, проведенные скретч-тестером путем линейного царапания анодированной матрицы Ta/Al, импрегнированной ПВДФ, показали высокую механическую прочность композитных пленок: при максимальной нагрузке 50 мН глубина проникновения алмазной иглы диаметром 2 мкм не превысила 20 % от 1,5 мкм пленки после первого прохода и 50 % после шестого прохода (рис. 1, *д*). Показана нелинейная зависимость силы трения, коэффициента трения, глубины проникновения кантилевера от прикладываемой нагрузки, при этом коэффициент трения слабо изменяется при нагрузках до 20 мН (рис. 1, *е*).

Возможными применениями нового материала будет создание упрочняющих покрытий легких конструкций небольших деталей авиационной техники, судостроении и автомобилестроении. Это могут быть детали силовых установок, двигателей, подшипники скольжения, скользящие электрические контакты.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований (договор № Ф21УЗБГ-003).

Список использованных источников

1. Юров В.М., и др. Некоторые вопросы механических свойств наночастиц и наноматериалов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-2. – С. 349-353.

2. Горох Г.Г., Шилько С.В., Лозовенко А.А., Иджи М.М., Рябченко Т.В., Захлебаева А.И. Полимерсодержащие нанокомпозитные покрытия для изделий машиностроения // Труды международной научно-технической конференции “Машиностроение и техносфера XXI века”. – 2020. – Р. 45-49.

3. Improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments / W. C. Oliver, G. M. Pharr // Journal of materials research – 1992. – № 6. – P. 1564-1583.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ-ЗАМЕДЛИТЕЛЯ ТВЕРДЕНИЯ НА ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ БЕТОНА

Гущин С. В.
Научно-исследовательская испытательная лаборатория бетонов и строительных материалов филиала БНТУ «Научно-исследовательский политехнический институт»
gushchin@bntu.by

Аннотация. Целью работы являлась оценка влияния добавки-замедлителя твердения на тепловыделение бетона.

Объектом исследования являлась бетонная смесь.

В процессе исследований изучена величина тепловыделения бетона с применением добавки по сравнению с бетоном контрольного состава (без добавки).

Полученные данные позволяют сделать выводы о возможности применения добавки при изготовлении массивных бетонных конструкций с учетом исключения возможности образования температурных трещин. Достичь этого можно за счет снижения температуры тепловыделения бетонной смеси и интенсивности гидратационных процессов в первые сутки твердения бетона.

Annotation. The aim of the work was to evaluate the effect of the hardening retarder additive on the heat release of concrete.

The object of the study was the concrete mixture.

In the process of research, the value of heat release of concrete with the use of additives was studied in comparison with concrete of the control composition (without additives).

The data obtained allow us to draw conclusions on the possibility of using the additive in the manufacture of massive concrete structures, taking into account the exclusion of the possibility of thermal cracks. This can be achieved by reducing the heat release temperature of the concrete mixture and the intensity of hydration processes in the first day of concrete hardening.

Для проведения исследований была использована разработанная в БНТУ установка. Принцип проведения испытаний аналогичен определению теплоты гидратации цемента термосным методом. Однако от классической установки остается только один принцип – измерение кинетики изменения температуры, вначале обычно возрастающей, а затем плавно снижающейся. Бетонная смесь помещается в пластмассовые стаканчики, которые устанавливаются в специальные гнезда в основании установки (термокассеты). Само основание и крышка выполнены из пенополистирола низкой плотности. Это обеспечивает малые тепловые потери в окружающую среду и получение по этой причине ярко выраженного эффекта саморазо-

грева твердеющей бетонной смеси, определяемого количеством теплоты, выделенной при экзотермических реакциях в замкнутом объеме. Число гнезд для испытаний может быть любым (в данном случае использовали по три гнезда для каждого состава). Для фиксации изменяющейся температуры использованы малогабаритные беспроводные датчики DS1921L-F50 системы «Термохрон».

В испытаниях была принята схема расстановки датчиков по варианту над бетонной смесью по причине удобства и получения достаточно точных результатов.

В данной работе также интерес составляло влияние добавки на тепловыделение бетонов с использованием разных вяжущих (портландцемент I 42,5 Н и портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н). Составы бетонных смесей, выбранных для проведения экспериментов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы бетонных смесей и характеристики применяемых материалов

Наименование состава	Расход составляющих, кг на 1м^3 бетонной смеси					
	Цемент ЦЕМ I 42,5 Н	Цемент ЦЕМ II/А-Ш 42,5 Н	Песок	Щебень	Вода	Добавка
Состав № 1 Контрольный (без добавки) ОК=П5	400	–	920	960	245	0
Состав № 2 Контрольный (без добавки) ОК=П5	–	420	900	960	250	0
Состав № 3 Основной (с добавкой) ОК=П5	–	420	900	960	190	5,9 (1,4 % от массы цемента*)
*Дозировка добавки в жидком виде						

Характеристики материалов для приготовления бетонных смесей:

Вяжущее – портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2020 ОАО «Белорусский цементный завод».

Вяжущее – портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2020 ОАО «Красносельскстройматериалы».

Мелкий заполнитель – песок 1 класса Мк=2,67 по ГОСТ 8736-2014, ОАО «Нерудпром».

Крупный заполнитель – гранитный щебень фр. 5-10 мм по ГОСТ 8267-93, РУПП «Гранит».

Вода для затворения бетонной смеси – водопроводная по СТБ 1114-98 и питьевая по СТБ 1188-99.

Химическая добавка – «SikaPlast® Е-4», производства ООО «БелИНЭКО» – предоставлена Заказчиком.

Предварительно изготовленные бетонные смеси (контрольный и основной составы) укладывают в форму и уплотняют. На верхнюю поверхность уплотненной бетонной смеси укладывают жесткий диск, выполненный из пластмассы толщиной 1,0–1,5 мм, нижняя поверхность которого покрыта консистентным антиадгезионным

составом. На верхнюю поверхность диска устанавливают датчик, (предварительно уложенный в резиновый чехол во избежание возможного контакта с бетонной смесью или водой). Датчики предварительно программируются на необходимую частоту замеров температуры. Каждую форму накрывают крышкой и устанавливают в отдельное гнездо основания установки. Испытания проводят в течение 168 часов, поддерживая температуру в помещении в пределах 20±3 ºС.

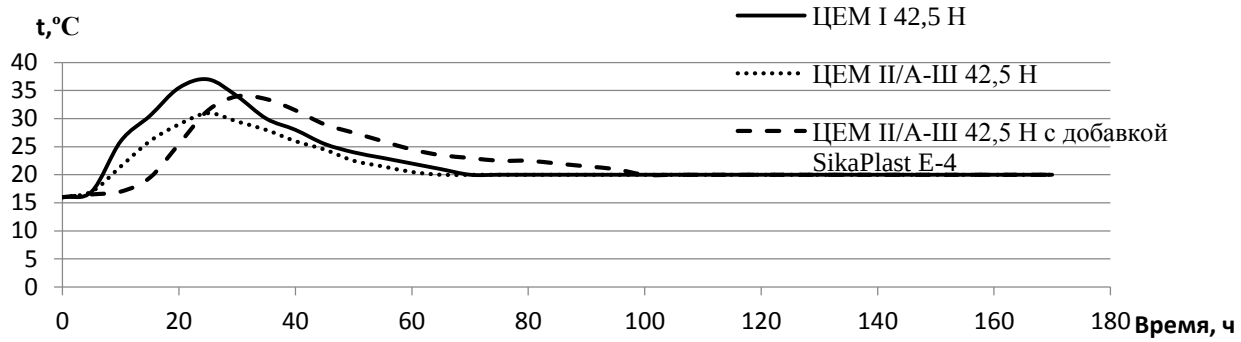


Рисунок 1 – Изменение температуры во времени при твердении бетонной смеси

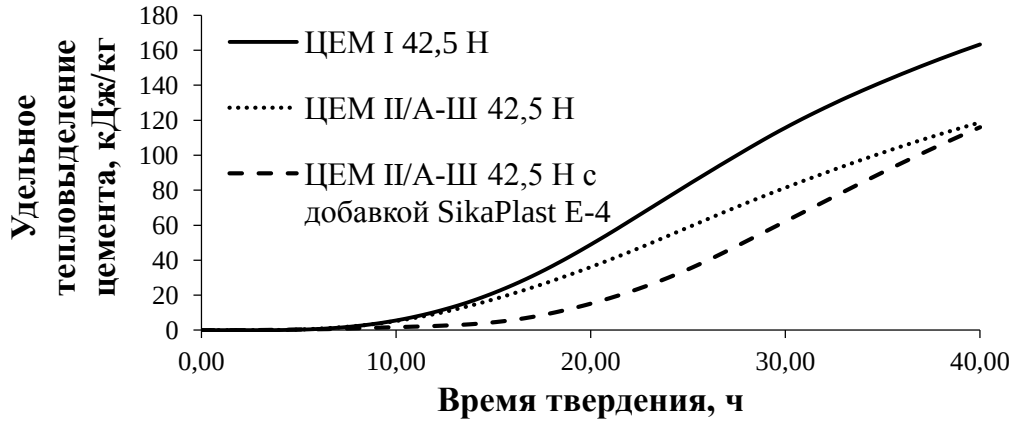


Рисунок 2 – Удельное тепловыделение вяжущего во времени при твердении бетонной смеси

Анализ рисунков 1 и 2 показывает, что введение химической добавки пластифицирующей I группы «SikaPlast® E-4» для бетонов в количестве 1,4 % от массы цемента позволяет существенно замедлить изменение температуры тепловыделения бетонной смеси в первые сутки твердения. В дальнейшем величина удельного тепловыделения бетонной смеси с добавкой выравнивается с величиной удельного тепловыделения бетонных смесей без добавки.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СВЯЗУЮЩИЕ ЭНДОГЕННОЙ ПРИРОДЫ С ТЕРМОСТОЙКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДЛЯ ПРОПИТКИ СЕТЧАТОЙ ОСНОВЫ ФИЛЬТРОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

Долгий Л. П., Михальцов А. М., Раков И. Г.
Белорусский национальный технический университет,
филиал БНТУ «Научно-исследовательский политехнический институт»
metspl@tut.by

Аннотация. В работе представлены результаты по различным способам нанесения защитных покрытий на основу фильтра – сетчатые стеклоткани. Подобраны неорганические термоупрочняющие и связующие компоненты для обработки. Проведены натурные испытания фильтрующих элементов на термостойкость.

Annotation. The paper presents the results of various methods of applying protective coatings to the filter base – mesh fiberglass. Inorganic thermo-strengthening and binding components for processing have been selected. Full-scale tests of filter elements for heat resistance were carried out.

Неметаллические включения, неизбежно присутствующие в металлах и сплавах существенно снижают пластичность, прочность, усталостные характеристики получаемых изделий. Для удаления неметаллических включений из жидких металлов используют способы, которые условно можно объединить понятием рафинирование расплавов. Одним из способов очистки расплавов от неметаллических включений является процеживание их через специально подготовленные фильтры. В зависимости от конструкции, различают фильтровальные сетки, штампованные экструдированные, пенокерамические фильтры [1, с. 30].

Для очистки цветных сплавов и чугуна часто используют сетчатые фильтры на основе стекловолокна, скрученного в жгуты и с помощью ткацких станков объединенные в сетку.

Для придания сеткам необходимой технологической прочности и жёсткости используют специальные связующие пропитки (лигносульфонат, резольные смолы и другие органические связующие).

При контакте с расплавом металлов органические связующие разрушаются, сетки утрачивают жесткость, а образующаяся газовая фаза негативно сказывается на внешнем виде отливок, ухудшает экологическую ситуацию на участке заливки. В литейном производстве наряду с органическими связующими используются и неорганические в значительной мере свободные от указанных недостатков. Возможность использования таких неорганических связующих как металлофосфатные связки и этилсиликат для упрочнения сеток не изучена ввиду манипулятивной сложности процессов их получения и нанесения. Вместе с тем их использование, возможно, позволит также повысить термостойкость изготавливаемых фильтров.

Перспективным направлением совершенствования технологических процессов изготовления фильтрующих элементов является использование шлаков

алюминиевых сплавов с высоким содержанием керамических, преимущественно, алюмооксидных фаз.

Присутствие в составе шлака сравнительно большого количества нитрида алюминия открывает возможность разработки технологических маршрутов изготовления шлако-водной суспензии с высокой реакционной способностью образования фосфатных связующих при использовании в качестве вспомогательного реагента ортофосфорной кислоты.

В настоящей работе выполнена оценка возможности получения сетчатых фильтрующих элементов с использованием шлаков металлургической переработки алюминиевых сплавов.

При приготовлении суспензии молотого шлака в концентрированной ортофосфорной кислоте (1:1) протекает бурная реакция с выделением теплоты и образованием большого количества пены. После окончания реакции образуется суспензия серого цвета, pH которой существенно ниже 7. В полученной суспензии смачивали стеклоткань, которую затем подвергали сушке при 120 °С. После сушки ткань приобретала прочность достаточную для простановки ее в полость литейной формы.

Для снижения гигроскопичности металлофосфатные покрытия рекомендуется подвергать прокаливанию при температурах выше 300 °С.

Полученный результат свидетельствует о том, что стеклосетки разрушаются при действии на них кислых (pH < 7) связующих. Это, однако, не исключает возможность использования опробованного подхода и материалов при разработке объемных пенокерамических фильтров.

Интерес с точки зрения термической устойчивости представляют этилсиликатные связующие, используемые для изготовления оболочек литейных форм при литье по выплавляемым моделям. В этом качестве, прежде всего, рассматриваются этилсиликаты марок 32, 40, 50. В исходном состоянии этилсиликаты не обладают связующими свойствами, они не растворимы в воде.

Для придания этилсиликатам связующих свойств, необходимо их гидролизовать, то есть, присоединить воду. С этой целью используют растворители: этиловый спирт, ацетон, соляную кислоту. Процесс многооперационный и достаточно дорогой из-за высокой стоимости этилсиликата. Для снижения расхода этилсиликата и исключения из процесса органических жидкостей (ацетон, спирт) предлагается использовать кремнезоль, представляющую собой коллоидную дисперсию двуокиси кремния в воде.

Известна кремнезоль с торговым названием «Сиалит-20».

Стеклосетка, обработанная сиалитом, просушивалась на воздухе в течении 20 часов. После прокаливания при 135 °С стеклосетка, приобрела прочность, достаточную для установки ее в литейную форму.

Были приготовлены 2 типа фильтров: на базе стеклосеток КС и ССФ, по следующей методике. Приготавливалась суспензия на основе сиалита. Полотна сеток с размерами 10×10 см смачивались в приготовленной суспензии, провяливались 2 часов потоке воздуха при температуре 25–30 ºС, просушивались в сушиле при температуре 130–150 ºС для удаления остатков влаги.

Плавка чугуна производилась в индукционной печи с использованием графито-шамотного тигля емкостью 5 кг. Через каждую подготовленную камеру с фильтрующей сеткой проливалась определенная доза жидкого чугуна, с температурой 1450–1500 ºС.

Сетки на основе алюмоборсиликатного волокна, обработанные суспензией сиалита и подготовленные по различным режимам сушки, прогорели на 2-3-й секунде заливки.

Сетки типа КС, подготовленные по таким же режимам испытание прошли успешно.

Изучена возможность использования отходов металлургической переработки алюминиевых сплавов в качестве исходного материала для изготовления фильтрующих элементов, содержащих огнеупорный наполнитель и компонент огнеупорного связующего, образующегося при воздействии ортофосфорной кислоты. Разработана технология нанесения защитных покрытий на стеклосетки с использованием термостойких связующих. Показано, что повышение термостойкости сетчатых фильтров на основе кремнеземного волокна при фильтрации чугуна возможно за счет покрытия их наноразмерными частицами диоксида кремния, выделяющимися из эмульсии, подготовленной на основе кремнезоля.

Список использованных источников

1. Даричев, В.В. Фильтрация металлов. Основные типы фильтров. // Литье и металлургия. – №2 (42), – 2007, с. 129 – 131.

НОВЫЕ ВИДЫ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЕЛАРУСИ И УЗБЕКИСТАНА

Дормешкин О. Б.[1], Гаврилюк А. Н.[1], Мохорт М. С.[1], Бышик А. А.[1], Халмуратова Н. Е.[2]

[1)] Белорусский государственный технологический университет

[2)] Каракалпакский Государственный университет им. Бердаха

dormeshkin@yandex.ru[1]

Аннотация. Подтверждена возможность использования глауконитового концентрата в качестве компонента минеральных удобрений. Установлено, что содержащийся в нем калий присутствует в усвояемой растениями форме. Введение глауконита в состав комплексных удобрений не оказывает негативного влияния и не приводит к снижению содержания усвояемых форм фосфора. Предложены рецептуры бесхлорных комплексных удобрений, содержащих глауконитовый концентрат и получены опытные образцы продукта.

Annotation. The possibility of using glauconite concentrate as a component of mineral fertilizers has been confirmed. It has been established that the potassium contained in it is present in the form absorbed by plants. The introduction of glauconite into the composition of complex fertilizers does not have a negative effect and does

not lead to a decrease in the content of digestible forms of phosphorus. Formulations of chlorine-free complex fertilizers containing glauconite concentrate are proposed and prototypes of the product are obtained.

Вопросы, касающиеся эффективного вовлечения в промышленную переработку отечественных видов минерального сырья, являются приоритетными для всех стран и в значительной степени определяют экономическую и национальную безопасность. В недрах Узбекистана выявлено более 2700 месторождений полезных ископаемых, включающих около 100 видов минерального сырья, а общий минерально-сырьевой потенциал оценивается более чем в 3,3 трлн долл. США. Неслучайно среди важнейших направлений Стратегии действий Республики Узбекистан вопросы, направленные на «Промышленное развитие, глубокую переработку местного сырья, модернизацию и интенсивное развитие сельского хозяйства». Беларусь также располагает рядом крупных месторождений полезных ископаемых, среди которых крупнейшие в Европе месторождения калийных руд.

Однако до настоящего времени ряд видов минерального сырья либо не используются либо используются крайне ограниченно и не эффективно. Одним из таких видов являются глауконитсодержащие породы. Так оцененные ресурсы Крантауского месторождения глауконита в Каракалпакстане составляют около 10 млн тонн; мощность пласта 1,0–2,5м, содержание глауконита колеблется от 8 до 19,8 %. В Сурхандарьинской области открыто Кофрунское месторождение с запасами 15 млн тонн. Наиболее крупным и перспективным месторождением глауконита на территории Беларуси является «Стародубка», протягивающееся по долине Днепра. Здесь глауконитовые пески выходят на поверхность. Запасы глауконита в месторождении «Стародубка» составляют около 16 млн тонн; содержание глауконита – 40–50 %. В настоящее время глауконитовые пески на территории Беларуси не добываются и в промышленных целях не перерабатываются.

Глауконит можно использовать для смягчения жесткости воды, высокий эффект дает глауконит при выращивании водорослей хлореллы. Глауконитосодержащие песчаники являются хорошим мелиорантом почв, стимулируют рост и способствуют снижению заболеваемости растений. Центр по сапропелю Узбекистана разработал ряд технологических решений добычи и переработки глауконитового сырья в товарный продукт производительностью комплексов до 16–56 $м^3$ в час. Однако, по мнению ученых Узбекского научно-исследовательского института хлопководства (УзНИИХ) глауконит надо использовать прежде всего, как минеральное удобрение. Возможность применения глауконита в качестве ценного удобрения известна в России еще с 30–40 годов прошлого века. Однако в те годы он не был востребован из-за начавшегося широкого применения более богатого калием, но содержащего вредный хлор хлористого калия. Сегодня интерес к использованию глауконита в качестве экологически чистого минерального удобрения вновь резко возрос. Неслучайно, состоявшаяся в 2003 году на Урале научно-практическая конференция имела громкое название: «Глауконит – будущее сельского хозяйства».

Выполненный химический анализ глауконитов Каракалпакстана (месторождение Крантау) показал, что они могут рассматриваться в качестве фосфор и калий-содержащих видов сырья. Однако, калий, содержащийся в глауконитах, достаточно прочно связан, не является подвижным, о чем свидетельствует незначительное содержание водорастворимых форм калия, не превышающее 1 %. Тогда, как известно, что с точки зрения эффективности использования для питания растений, важно не общее содержание какого-либо элемента, а наличие его подвижных форм.

Таблица 1 – Химический состав глауконитов Каракалпакстана

Наименование компонентов	Глауконитовые пески
P_2O_5	5,92
CaO	0,31
SiO_2	17,9
CO_2	9,72
MgO	3,72
Fe_2O_3	15,28
Al_2O_3	4,50
Na_2O	1,05
K_2O	6,51

Авторами выполнена серия экспериментов по определению содержания других форм калия в глауконитовых породах, не являющихся водорастворимыми, но способных усваиваться растениями. Полученные результаты показывают, что хотя основное количество калия в составе глауконита находится в составе водонерастворимых соединений, однако связи не являются прочными и в присутствии почвенных растворов, обладающих определенной химической активностью наблюдается их разрушение и переход калия в жидкую фазу. Наиболее близкими по своей химической активности к почвенным растворам являются растворы трилона Б и 2 %-ной лимонной кислоты, поэтому, по нашему мнению, наиболее корректным методом, определения усвояемых форм калия в глауконитах является метод с использованием 2 %-ного раствора лимонной кислоты. Таким образом, можно сделать вывод, что содержащийся в глауконите калий находится в усвояемых формах и при внесении глауконита в почву будет использоваться для питания растений. Причем, присутствие основного количества калия в усвояемой форме позволяет отнести глауконит к удобрениям пролонгированного действия.

Таблица 2 – Содержание различных форм калия по степени усвояемости в глауконитовом концентрате (Республика Беларусь)

Форма	Содержание, % в пересчете на K_2O
1. Общее содержание калия	***8,46***
2. Водорастворимые формы	***1,20***
3. Усвояемые формы	
3.1. растворимые в 1н. растворе соляной кислоты	6,30
3.2. растворимые в растворе трилона Б	2,60
3.3. цитраторастворимые	8,31
3.4. лимоннорастворимые	8,40

Как видно из данных таблицы 1 глауконiты содержат до 20 % полуторных оксидов, которые являются нежелательными примесями, вызывающими ретроградацию фосфора. С целью установления возможности протекания вторичных химических взаимодействий было изучено изменение содержания отдельных форм фосфора (усвояемой и водорастворимой) в составе комплексных удобрений при введении в их состав глауконита. Исследованы образцы комплексных смешанных удобрений на основе простого суперфосфата и глауконита, на основе аммофоса и глауконита. Анализ результатов исследований позволил сделать вывод, что содержащиеся в составе глауконита полуторные оксиды фактически не оказывают влияния на содержание усвояемых форм фосфора в удобрениях. Содержание водорастворимых форм фосфора снижается, однако это снижение не значительно и не превышает 1,9–2,4 % за 60 суток. Это свидетельствует о том, что полуторные оксиды в составе глауконита достаточно прочно связаны в структуре минерала. Статическая прочность гранул составляла не менее 20 кгс/см^2, что соответствует прочности стандартных видов комплексных удобрений, выпускаемых на предприятиях отрасли.

Для организации промышленного использования глауконита в производстве минеральных удобрений предлагается отработка технологического режима процесса и агрохимических испытаний у заказчика (инвестора), а также разработка исходных данных и комплекта технической документации.

БУМАГА С ВВЕДЕНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Ешбаева У. Ж.
Наманганский инженерно-технологический институт
Guli-67@mail.ru

В настоящее время потребность в бумажной и картонной продукции в Узбекистане составляет порядка 350 тыс. тонн, в целлюлозе – 130 тыс. тонн. Местный печатный рынок потребляет ежегодно около 230 тыс. тонн типографской и офсетной бумаги [1].

В Узбекистане нет достаточных запасов древесины, что определяет актуальность производства волокнистых полуфабрикатов из недревесного растительного сырья в бумажной промышленности. Для производства целлюлозы важным источником сырья является использование в качестве альтернативного древесной целлюлозе, получаемая из однолетних травянистых и многолетних растений. В частности, с учетом дефицитности древесной целлюлозы, проведены ряд научно-исследовательских работ по получению и прогнозированию качества, печатных свойств бумаг из коротковолокнистых отходов шелка, топинамбура, тополя, кенафа, стеблей и коробочек хлопчатника, пшеничной соломы и др. [2].

В данной работе систематизируются сведения о влиянии структуры бумаги с добавками текстильных волокнистых отходов в целлюлозной композиции и определения вида и количества их соотношений с природной целлюлозой, а

также выявления оптимальных условий для производства печатной бумаги с заранее заданными технологическими показателями.

Изготовление опытных образцов бумаги и оценку их качества проводили в испытательном центре ООО «Global Komsco Daewoo» по утвержденному технологическому регламенту. В исследованиях было изучено их влияние на прочностные показатели бумаги. В табл. 1 приведены результаты изготовленных вариантов экспериментальных бумаг.

Таблица 1 – Зависимость физико-механических свойств экспериментальных бумаг от состава композиции

Показатели	Варианты								
	Необработанные отходы ПАН-волокон					МОН			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество отходов нитрона в бумажной массе, %	0	5	10	15	20	5	10	15	20
Количество ХЦЛ в бумажной массе, %	100	95	90	85	80	95	90	85	80
Разрывная длина, м	3682	3585	3471	3314	2949	3634	3626	3608	3506
Разрывное усилие, Н	31,0	31,0	32,0	26,0	15,0	31,0	31,8	30,4	30,0
Излом, ч.д.п.	44	48	54	64	66	44	45	42	40
Зольность, %	4,0	4,3	4,6	4,6	4,9	4,3	4,6	4,7	4,9

Для обеспечения прочного сцепления волокнистой массы как в увлажненном, так и в сухом состоянии, нами проведены исследования по введению в бумажную композицию модифицированного ПАН−волокна (нитрон). На кафедре «Химическая технология» Ташкентского института текстильной и легкой промышленности разработана технология получения новых типов модифицирующих агентов на основе отходов натурального шелка, и технология модификации ими волокна нитрон [3].

Свежесформованное ПАН−волокно обрабатывается раствором ОНШ. Процесс растворения ОНШ осуществлялся следующим образом: отходы шелка тщательно перемешивают с растворителем, состоящим из 25 %-ного водного раствора хлористого кальция и глицерина в соотношении 85:15, модуль ванны 1:10. Обработанные и сформированные волокна подаются в сушильный агрегат и упаковываются [4].

Для выяснения влияния новых межмолекулярных связей на физико-механические свойства композиционной бумаги проведены сравнительные исследования свойств бумаги с введением необработанных отходов нитрона и модифицированных отходов нитрона (МОН) (табл. 1).

Сравнение полученных показателей позволяет сделать вывод, что в целом включения синтетических волокон приводят к снижению прочностных показателей бумаги, но в разной степени. Оценка механической прочности при неизменной массе ≈80 г/м^2 неоднозначна и показала, что при введении волокнистых отходов до 20 %, прочностные показатели бумаги снижаются на 20 %, однако,

эти показатели остаются в пределах, предусмотренных нормативными документами на офсетную бумагу [O'zDS 1114:2006].

Сравнение свойств показывает, что в характере изменения исследуемых показателей имеются существенные различия. При увеличении содержания, МОН свыше 15 %, разрывная длина композиционной бумаги уменьшается на 2 %, но остается на уровне, равном для бумаги на основе чистой хлопковой целлюлозы (ХЦ). Введение в бумажную композицию МОН до 20 % приводит к снижению прочностных показателей бумаги всего на ~5 %.

Рисунок 1 – Технология производства офсетных бумаг на основе хлопковой целлюлозы из линта и отходов текстильного волокна

Отходов натурального шелка, используемые для модификации ПАН-волокон, содержат в своем составе различные полярные функциональные группы – гидроксильные, карбоксильные, аминогруппы и другие. Макромолекулы натурального шелка связываются с волокнами нитрона за счет водородных и ковалентных связей [2–4]. Они же, видимо, образуют дополнительные водородные и ковалентные связи с целлюлозой. Таким образом, белковые макромолекулы натурального шелка выполняют функцию связывающего компонента целлюлозы с синтетическими волокнами.

Сущность использования МОН заключается не только в изначальном придании каких-либо свойств собственно волокну, но и в придании новых, уникальных свойств композиции волокно-бумага. Применение в бумажной массе смеси МОН с ХЦ открывает новые возможности и свойства бумаги.

В этой связи полученные результаты прочностных свойств экспериментальных бумаг можно считать положительными. Введение в бумажную композицию МОН улучшают фибриллярную структуру целлюлозы, вступают с ним в химическое взаимодействие на уровне водородных связей.

Применение МОН позволяет значительно повысить механическую прочность бумаги за счет улучшения формирования бумаги, которая имеет более равномерный просвет, снижается ее разносторонность.

Список использованных источников

1. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С. Бумага из альтернативного и вторичного сырья. Монография. −Т.: Tafakkur gulshani. − 2015. − С.112.
2. Ешбаева У.Ж., Джалилов А.А., Рафиков А.С. Бумага с введением синтетических полимеров. Монография. −Т.: Kamalak. − 2018. − С.208.
3. Ешбаева У.Ж., Джалилов А.А., Рафиков А.С. Бумага из текстильных отходов. Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing. Düsseldorf. Germany. − 2018. − С.130.
4. Ешбаева У.Ж. Офсетная бумага с введением синтетических полимеров и ее печатно-технические свойства: Дисс. на соис. уч. степ. док. тех. наук. − Ташкент: ТИТЛП. − 2017. − С.234.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РЕЖУЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Желтухин А. В.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
andrey_uz@list.ru

Аннотация. Целью данной статьи является описание особенностей процесса резания режущим инструментом с износостойкими покрытиями.

Annotation. The purpose of this article is to describe the features of the cutting process with a cutting tool with wear-resistant coatings.

Использование современных высокопроизводительных и дорогостоящих металлорежущих станков, оснащенных системами ЧПУ и адаптивного управления, особенно в условиях гибких автоматизированных производств и мехатронных станочных систем, повышает требования, предъявляемые к качеству и надежности режущего инструмента. При этом инструментальный материал должен одновременно обладать достаточным запасом прочности при сжатии и изгибе, приложении ударных импульсов и закономерных напряжений.

В зависимости от вида инструмента и условий резания характер теплосиловых нагрузок тоже весьма разнообразен, при этом практически всегда наиболее нагружен поверхностный слой, свойства которого в первую очередь определяют работоспособность инструмента в процессе резания. Для того чтобы противостоять таким нагрузкам, рабочие поверхности инструмента должны иметь высокие показатели твердости, теплостойкости и т. д.

Одним из наиболее распространенных и эффективных направлений модификации рабочих поверхностей режущих инструментов является нанесение износостойких покрытий.

Нанесение износостойких покрытий изменяет контактные характеристики процесса резания, влияет на тепловое и напряженное состояние режущего клина инструмента, что в конечном итоге повышает его работоспособность.

Разрушение покрытия на контактных площадках инструмента при непрерывном резании, например, при токарной обработке, происходит в результате образования в них трещин. Первые мелкие трещины возникают на участке упругого контакта стружки с передней поверхностью на расстоянии примерно (0,5…0,6) от длины контакта стружки с передней поверхностью C_γ. Параллельно образуется фаска износа на задней поверхности. По мере работы инструмента количество трещин увеличивается, происходит их распространение, как в сторону режущей кромки, так и от нее, и, таким образом, возникает сетка трещин.

Образование сетки трещин на участке упругого контакта вызвано адгезионно-усталостными процессами. Дальнейшее увеличение времени работы инструмента ведет к образованию поперечных трещин, расположенных на участке пластического контакта параллельно режущей кромке имеющих более значительные размеры. Причиной их образования является упругопластическая деформация режущего клина инструмента в процессе резания. Рост количества поперечных трещин вдоль режущей кромки и мелких трещин на участке упругого контакта приводит сначала к скалыванию покрытия по краям трещин, а затем к ослаблению отдельных объемов покрытия и удалению их сходящей стружкой с обнажением инструментальной основы. В дальнейшем образуется лунка износа по передней поверхности.

Разрушение одно- и многоэлементных покрытий имеет одинаковый характер, а динамика процесса трещинообразования на передней поверхности режущего инструмента определяется составом покрытия и режимом резания.

Для режущего инструмента с многоэлементными покрытиями характерна меньшая интенсивность процесса трещинообразования на контактных площадках за одно и тоже время его работы по сравнению с инструментом, имеющим одноэлементные покрытия.

Время начала образования трещин зависит как от состава покрытия, так и от режима резания и при переходе от одноэлементных покрытий к многоэлементным оно увеличивается. Снижение скорости резания и подачи ведет к повышению времени до образования трещин и уменьшению разницы в данном показателе для инструментов с различными покрытиями.

Нанесение покрытий существенно изменяет характеристики стружкообразования и контактных процессов: уменьшаются силы резания, коэффициент укорочения стружки и длина контакта стружки с передней поверхностью режущего инструмента.

Например, нанесение покрытий TiN существенно снижает длину контакта по сравнению с инструментом без покрытия. Нанесение многоэлементных нитридных покрытий повышает длину контакта по сравнению с покрытием TiN, а карбонитридных покрытий по отношению к аналогичным нитридным покрытиям ее уменьшает.

Изменение контактных характеристик процесса резания отражается на тепловом состоянии режущего клина инструмента. Нанесение покрытий приводит к снижению интенсивности тепловых источников деформации и трения по передней поверхности, в результате чего уменьшается интенсивность теплового потока в режущий клин инструмента со стороны передней поверхности. Уменьшение количества теплоты, поступающей в инструмент с покрытием, в результате снижения длины контакта C_γ и интенсивности теплового потока на передней поверхности, ведет к уменьшению интенсивности теплового потока через заднюю поверхность в заготовку.

При переходе от нитридных покрытий (например, TiN и (Ti,Zr)N) к карбонитридным (например, TiCN и (Ti,Zr)CN) наблюдается увеличение интенсивности теплового источника на передней поверхности, связанное с уменьшением его размеров при уменьшении длины контакта C_γ и роста его мощности в результате повышения степени пластической деформации и составляющих усилия резания. В результате этого тепловой поток концентрируется на меньшей площадке и интенсивность потока на передней поверхности возрастает. Кроме того, концентрация теплоты около режущей кромки приводит к росту градиента температур между инструментом и заготовкой, вследствие чего увеличивается сток тепла через заднюю поверхность.

Нанесение покрытий приводит к перераспределению количества теплоты, выделяющегося в зоне резания, между инструментом, стружкой и заготовкой. Изменение контактных характеристик процесса резания и интенсивности тепловых источников ведет к увеличению количества теплоты, уходящей в стружку, и уменьшению – в инструмент и заготовку. Покрытия, независимо от состава, примерно одинаково изменяют баланс тепла между инструментом, стружкой и заготовкой и снижают долю теплоты, уходящей в инструмент в среднем в 1,4 раза по сравнению с инструментом без покрытия.

Снижение мощности итогового теплового потока Q в режущий инструмент в результате нанесения покрытия уменьшает уровень температур
на его контактных площадках и в режущем клине. При этом более высокие значения мощности итоговых тепловых потоков Q, характерные для одноэлементных карбонитридных покрытий и многоэлементных карбонитридных и нитридных покрытий, способствуют повышению температуры на контактных площадках по передней $T_п$, задней $T_з$ и у вершины режущего клина $T_в$ по сравнению с одноэлементными покрытиями TiN.

Нанесение покрытий по сравнению с инструментом без покрытия снижает эквивалентные напряжения на передней поверхности и их амплитуду за время его рабочего и холостого хода.

Отмеченные особенности процесса резания режущим инструментом с износостойкими покрытиями позволяют существенно повысить его эксплуатационные показатели, основными из которых, являются следующие: увеличение периода стойкости и суммарного ресурса работы режущего инструмента; повышение производительности (скорости резания) и сокращение времени на механическую обработку заготовок; повышение точности размеров и качества поверхностного слоя обработанных деталей; сокращение затрат, приходящихся на режущий инструмент; частичное решение некоторых вопросов улучшения экологии и охраны труда, связанных с минимизацией или полным отказом от применения токсичных смазочно-охлаждающих жидкостей при механической обработке.

Список использованных источников

1. Маркова Е.А. Износостойкие покрытия для режущих инструментов: пособие для студентов специальности 1-36 01 03 «Технолгическое оборудование машиностроительного производства» / Е.А. Маркова, О.К. Яцкевич. – Минск: БНТУ, 2021. – 50 с.

2. Григорьев С. Н., Табаков В. П., Волосова М. А.Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: монография / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 380 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ И АЗОТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Желтухин А. В.[1], Мухиддинов З. Н.[1], Яцкевич О. К.[2]
[1)] Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
[2)] Белорусский национальный технический университет
andrey_uz@list.ru[1]

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности лазерного легирования и азотирования поверхностного слоя металлорежущих инструментов. А также влияние углерода на эффективность технологии.

Annotation. This article discusses the features of laser alloying and nitriding of the surface layer of metal-cutting tools. As well as the effect of carbon on the efficiency of technology.

В настоящее время все больше деталей изготавливается из труднообрабатываемых сталей и сплавов, керамики, композитов и других новых конструкцион-

ных материалов. Многие из них имеют сложную форму, и минимальные припуски на обработку, а также высокие требования к качеству обработанных поверхностей.

С совершенствованием оборудования и увеличением скоростей резания механической обработки, одной из актуальных проблем теории резания становится вопрос износа режущего инструмента.

Широкое промышленное использование режущего инструмента с износостойкими покрытиями позволяет решать целый комплекс следующих вопросов:

– значительно повысить период стойкости и надежность режущего инструмента;

– увеличить производительность процессов обработки резанием;

– сократить удельный расход дорогостоящих инструментальных материалов и дефицитных элементов для их изготовления;

– расширить область использования твердых сплавов и сократить номенклатуру применяемых сплавов стандартных марок;

– повысить качество поверхностного слоя и точность размеров обработанных деталей.

Износостойкие покрытия наносятся как на инструменты из быстрорежущей стали, так и твердосплавные инструменты, а также сменные неперетачиваемые пластины для инструментов сборной конструкции.

В качестве материалов для таких покрытий используются карбиды, нитриды, бориды, карбонитриды и силициды тугоплавких металлов, а также окись алюминия и синтетические сверхтвердые материалы на основании алмаза и эльбора [1].

Эффективность режущего инструмента с покрытиями может быть повышена путем воздействия на покрытие дополнительной поверхностной упрочняющей обработки. Дополнительная упрочняющая обработка изменяет механические свойства покрытия, что в свою очередь оказывает влияние на работоспособность режущего инструмента.

Одним из примеров комбинированной обработки режущего инструмента является лазерная обработка. Она может предшествовать нанесению покрытий, а также осуществляться после нанесения. Предварительная лазерная обработка позволяет повысить сопротивляемость режущего клина инструмента упругопластическим прогибам и его способность сохранять свою форму. Лазерная обработка после нанесения покрытия обеспечивает дополнительное повышение его микротвердости, прочности адгезионной связи с инструментальной основой, а также способствует образованию мелкозернистой структуры, которая существенно повышает устойчивость покрытия к процессам трещинообразования.

Перспективным методом комбинированного воздействия на поверхностный слой режущего инструмента является лазерное легирование нитридообразующими элементами с последующим азотированием. При этом вторая стадия комбинированной обработки (азотирование) может осуществляться как в низкотемпературной плазме газового разряда, так и по традиционным технологиям – в газовой или жидкой средах.

Применение указанной комбинированной обработки, во-первых, увеличивает растворимость азота в инструментальном материале, что позволяет увеличить микротвердость и толщину азотированного слоя, а, во-вторых, способствует формированию в поверхностном слое более благоприятного распределения остаточных напряжений.

После лазерного легирования в поверхностном слое часто можно наблюдать неблагоприятное распределение остаточных напряжений: под областью сжимающих напряжений расположена область с растягивающими напряжениями, что способствует зарождению и распространению трещин.

Эффективность применения комбинированной обработки, сочетающей лазерное легирование и последующее азотирование, зависит от правильного выбора легирующего элемента.

На рисунке 1 показано влияние различны легирующих элементов на растворимость азота в α – железе. Из представленных данных следует, что наиболее высокая растворимость азота наблюдается при легировании железа ванадием, титаном и хромом. Причем эффект повышения растворимости азота наиболее сильно растет с увеличением концентрации титана. Несколько ниже степень повышения растворимости азота в присутствии молибдена, марганца и вольфрама.

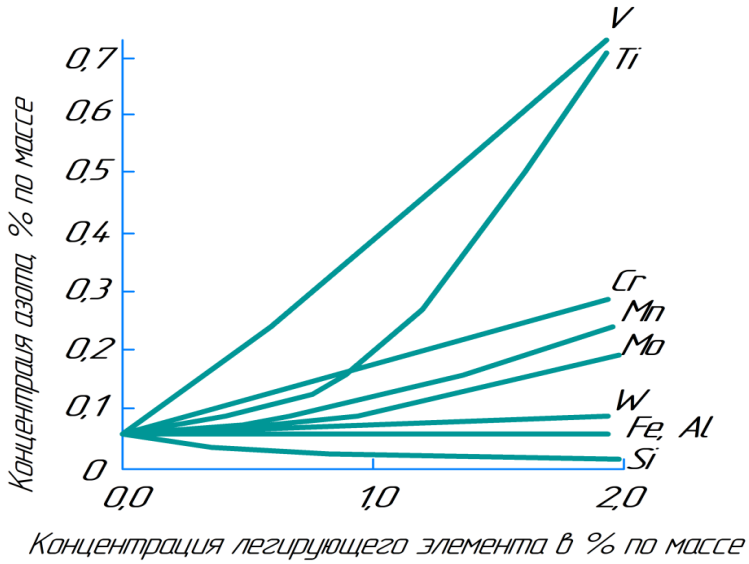


Рисунок 1 – Влияние различных легирующих элементов на растворимость азота в α – железе

Предварительное лазерное легирование нитридообразующими элементами наиболее рационально проводить при упрочнении углеродистых и легированных сталей. Для быстрорежущих сталей эффект от предварительного легирования будет не столь существенен, так как в их составе и так имеется значительное количество нитридообразующих элементов.

Необходимо учитывать еще одну особенность рассматриваемой комбинированной технологии – ее эффективность снижается с увеличением содержания углерода в инструментальной стали. Практика показывает, что в сталях с содер-

жанием углерода больше 0,5 % прирост твердости менее значителен, чем в сталях с меньшим содержанием углерода. Это связано с тем, что в этих сталях уже в процессе легирования достигается достаточно высокий уровень упрочнения за счет образования карбидных фаз. Образующиеся после азотирования карбонитриды легирующих элементов повышают твердость поверхностного слоя в меньшей степени, чем нитриды.

Практика показывает, что наиболее эффективными легирующими элементами при обработке сталей самого разнообразного химического состава являются ванадий, хром и алюминий.

Список использованных источников

1. Маркова Е. А. Износостойкие покрытия для режущих инструментов: пособие для студентов специальности 1-36 01 03 «Технолгическое оборудование машиностроительного производства» / Е.А. Маркова, О.К. Яцкевич. – Минск: БНТУ, 2021. – 50 с.

2. Григорьев С. Н., Табаков В. П., Волосова М. А.Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: монография / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. — Старый Оскол: ТНТ, 2015. — 380 с.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕАГЕНТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Зыгмант А. В.[1], Анушко Р. А.[1], Гриншпан Д. Д.[1], Савицкая Т. А.[1], Цыганкова Н. Г.[1], Минь В. С.[2], Тран Д. Л.[2]

[1)]Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,

[2)] Институт тропических технологий Вьетнамской академии наук и технологии

alesiazyhmant@gmail.com[1], grinshpan@bsu.by[1]

Аннотация. Разработаны составы композиционных реагентов для очистки воды на основе неорганических коагулянтов и альгината натрия, используемого в качестве флокулянта. Показано, что разработанные композиционные реагенты позволяют эффективно осаждать дисперсии гуминовых соединений. Параметры дисперсий (мутность, цветность) после обработки сопоставимы с характеристиками, получаемыми при использовании синтетических флокулянтов на основе полиа-криламида. В экспериментах по очистке сточных вод установлено, что введение в состав реагента магнитных частиц Fe_2O_3 позволило благодаря воздействию внешнего магнитного поля уменьшить время осаждения коагуляционных агрегатов в 2 раза. Одновременно с этим улучшить основные параметры очистки: мутности – на 70 %, цветности – на 25 %, поглощения в УФ-области – на 8 %. Полученные результаты позволят интенсифицировать процесс очистки сточных вод.

Annotation. Compositions of composite reagents for water treatment based on inorganic coagulants and sodium alginate used as a flocculant have been developed. The developed composite reagents were shown to make it possible to effectively sedimentate humic substances dispersions. The dispersion parameters (turbidity, color) after tratment are comparable with the characteristics obtained using synthetic flocculants based on polyacrylamide. In experiments on wastewater treatment, the introduction of Fe_2O_3 magnetic particles into the composition of the reagent was found to make it possible, due to the action of an external magnetic field, to reduce the sedimentation time of coagulation aggregates by 2 times. At the same time, improve the main treatment parameters: turbidity – by 70 %, color – by 25 %, absorption in the UV region – by 8 %. The obtained results will allow to intensify the process of wastewater treatment.

Введение. Высокомолекулярное соединение природного происхождения альгинат натрия может рассматриваться в качестве экологичной альтернативы синтетическим флокулянтам. Известно его применение в качестве флокулянта для удаления красителей, осаждения латексных дисперсий, удаления гуминовых кислот и др. Однако в литературных данных не содержится информации о применении альгината натрия в составе композиционных реагентов для очистки воды.

Цель данного исследования – провести оценку эффективности композиционных реагентов для очистки воды на основе природных альгинатов в процессах обработки модельных и сточных вод.

Результаты и их обсуждение. В качестве коагулянтов в составе реагентов для очистки воды использовали соединения алюминия: сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \times nH_2O$, n = (14 ÷ 18) (СА) и пентагидроксохлорид алюминия марки «Бриллиант 50» (Б50). В качестве флокулянта применяли альгинат натрия, фракционированный на ситах с размерами ячеек 0,025 мм. Изготовленные композиционные реагенты на основе неорганических алюминий содержащих коагулянтов и альгината натрия использовали для осаждения модельной дисперсии гуминовых соединений (ГС) со следующими характеристиками: мутность 12 ± ± 1 мг/дм^3, цветность 330 ± 5 град, поглощение в УФ-области U_{254} 0,36 ± 0,1, pH 8,5 ± 0,2.

Из данных табл. 1 следует, что введение альгината натрия в состав композиционных реагентов улучшает параметры мутности и цветности дисперсий ГС по сравнению с использованием только коагулянтов. Однако увеличение содержания альгината натрия в композиционных реагентах не повышало степень осветления дисперсии ГС после обработки. При этом наблюдалась противоположная положительная тенденция: мутность, цветность и поглощение в УФ-области обработанной дисперсии снижались при уменьшении содержания альгината натрия.

Таблица 1 – Параметры модельных дисперсий ГС после коагуляции с помощью композиционных реагентов

Образец	Мутность до фильтрации, мг/дм^3	Мутность после фильтрации, мг/дм^3	Цветность, град	Поглощение в УФ-области U_{254}	pH
СА – альгинат натрия					
8,8 : 1	5,3 ± 0,5	2,3 ± 0,1	63 ± 5	0,094 ± 0,007	6,7 ± 0,1
59 : 1	4,6 ± 0,5	1,0 ± 0,1	29 ± 2	0,047 ± 0,005	6,7 ± 0,1
117 : 1	4,4 ± 0,5	0,6 ± 0,1	19 ± 2	0,046 ± 0,005	6,6 ± 0,1
СА	–	2,8 ± 0,2	29 ± 2	0,044 ± 0,009	6,5 ± 0,2
Б50 – альгинат натрия					
4 : 1	4,2 ± 0,5	2,5 ± 0,3	57 ± 2	0,076 ± 0,005	7,6 ± 0,2
20 : 1	2,0 ± 0,3	0,6 ± 0,1	13 ± 2	0,038 ± 0,005	8,0 ± 0,1
40 : 1	1,5 ± 0,3	0,3 ± 0,1	9 ± 2	0,034 ± 0,005	8,0 ± 0,2
Б50 – Magnafloc LT 22 20 : 1	–	0,3 ± 0,1	12 ± 2	0,033 ± 0,003	8,0 ± 0,2

При низком содержании альгината натрия композиционный реагент Б50 – альгинат натрия (состав 40:1) позволяет получить такие же параметры обработанной дисперсии, как и в случае реагента Б50 – синтетический флокулянт Magnafloc LT 22 20:1 (таблица 2, нижняя строка). Данный факт свидетельствует о том, что эффективность применения альгината натрия в качестве флокулянта в композиционных реагентах сопоставима с эффективностью синтетических реагентов.

В табл. 2 представлены результаты обработки городских сточных вод композиционными реагентами Б50 – альгинат натрия с различными массовыми соотношениями компонентов (от 40:1 до 4:1).

Таблица 2 – Влияние соотношения компонентов Б50 – альгинат натрия на параметры сточных вод (доза композиционного реагента 350 мг Al_2O_3/дм^3)

Образец	Мутность до фильтрации, мг/дм^3	Мутность после фильтрации, мг/дм^3	Цветность, град	Поглощение в УФ-области U_{254}
Исходные сточные воды	96 ± 5	–	> 1500	0,92 ± 0,01
4:1	5,1 ± 0,5	1,0 ± 0,1	51 ± 4	0,248 ± 0,005
20:1	3,2 ± 0,4	0,7 ± 0,1	45 ± 4	0,240 ± 0,005
40:1	2,6 ± 0,3	0,7 ± 0,1	44 ± 4	0,228 ± 0,005
40:1 (под действием магнитного поля)	2,2 ± 0,3	0,2 ± 0,1	33 ± 4	0,210 ± 0,003

Общий анализ данных в таблице 2 позволяет сделать вывод, что снижение содержания альгината натрия в композиционном реагенте (переход от соотношения 4:1 к 40:1) приводит к улучшению параметров очистки (снижению мутности до и после фильтрации, цветности и величины поглощения в УФ-области). Это согласуется с данными предыдущих исследований, проведённых на модельных и природных поверхностных водах.

Также был проведён эксперимент по очистке сточных вод композиционным реагентом Б50 – альгинат натрия – магнитные частицы Fe_2O_3. Осаждение проводили при воздействии внешнего магнитного поля. Благодаря этому время осаждения коагуляционных агрегатов удалось сократить в 2 раза (с 30 мин до 15 мин). Одновременно с этим наблюдалось снижение степени загрязнения сточных вод: мутности до фильтрации – на 15 %, мутности после фильтрации – на 70 %, цветности – на 25 %, поглощения органических веществ в УФ-области – на 8 %. Таким образом введение магнитных частиц в состав композиционного реагента является перспективным методом интенсификации процесса очистки сточных вод.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Х21В-006).

ПРЫЖКОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ В СОЕДИНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ибрагимов Ш. Б., Ташев Б. Ж., Иноятов С. С.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова,
mr.bahromovich@inox.ru

Получение новых неорганических соединений с оптимальными диэлектрическими свойствами, является актуальной проблемой, так как на базе традиционно применяемых многокомпонентных составов, на основе механических смесей простых, двойных соединений и их твердых растворов, не удается удовлетворить растущие требования промышленности, предъявляемые к материалам электроники, в том числе и по воспроизводимости, стабильности физических свойств. За последнее время с развитием нанотехнологии, микроэлектроники и материаловедения перспективность получения новых двойных соединений на основе редкоземельных элементов (РЗЭ), элементов I и V группы периодической системы и использования их в науке и технике стало весьма актуальным. Типичными представителями таких перспективных материалов являются двойные и тройные соединения редкоземельных элементов типа $M_3Ln(ЭO_4)_2$ (где М - К, Rb; Ln-РЗЭ; Э - Р, V) для которых отсутствуют сведения об электрических и диэлектрических свойствах.

В соединениях типа $M_3Ln(V0_4)_2$ при температурах ниже 550 К проводимость осуществляется путем термически активированных перескоков «малых поляронов» обусловленных катионами V^{4+}, которые, как и в чистых ортованадитах редкоземельных элементов (РЗЭ), появляются вследствие дефектности кристаллической решетки. Одним из методов исследования прыжкового механизма является изучение частотной зависимости электропроводности в широкой области температур. Как правило [1] полная электропроводность некристаллических материалов описывается следующим выражением:

$$\sigma = \sigma(o) + \sigma(\omega), \qquad (1)$$

где $\sigma(o)$ - проводимость на постоянном сигнале; $\sigma(\omega)$ – проводимость, от частоты, которая может быть представлена в комплексной форме:

$$\sigma(\omega) = \sigma'(\omega) + j\sigma''(\omega), \quad (2)$$

где $\sigma'(\omega)$ – активная и $\sigma''(\omega)$ – реактивная составляющая проводимости.

Исследование частотной зависимости электропроводности поликристаллических образцов, типа $M_3Ln(V0_4)_2$ и $M_2MLn(V0_4)_2$, при различных температурах было установлено, что на этой зависимости наблюдаются два участка, разделяемых некоторой «граничной» частотой ($\omega_{гр}$), т. е. до имеет довольно сильную температурную зависимость (от 10^{-10} до 10^{-6} $Ом^{-1}•см^{-1}$) и слабую частотную, а после $\omega_{гр}$ сильную частотную зависимость, удовлетворяющую закономерности $\sigma = A\omega^s$, где A – параметр, определяющийся из условия, когда $S \rightarrow 0$, а S принимает значение от 0,8 до 0,95 в зависимости от вида щелочного металла входящего в состав соединения. Зависимость вида $\sigma = A\omega^s$, согласно [1], предполагает прыжковой механизм переноса носителей, который осуществляется путем перескока электрона через потенциальный барьер, разделяющий два возможных состояния. Если расстояние между этими состояниями r, а высота барьера W_m, то энергия активации такого перехода описывается уравнением $W_0 - Wm = I^2 / \varepsilon_0 r$, где Wm – энергия активации заряда из состояния $Д_1$ в $Д_2$; W_0 – энергия активации заряда в свободное состояние; ε_0 – диэлектрическая константа. Механизм такого перескока можно представить следующим образом. Предполагается, что при наличии внутри потенциального барьера локализованной двух электронной волновой функции, перенос может осуществляться без туннелирования. Носитель инжектируется из начального состояния $Д_1$ и $Д_2$, превращая его в $Д$. При этом W_o – энергия, необходимая для переноса двух электронов из изолированного состояния $Д$ в полосу проводимости. Энергия ΔW – разница между энергиями $Д$ центров, возникающая вследствие структурной неупорядоченности. Действительная часть уравнения (1) может быть представлена как [2]

$$\acute{\sigma}(\omega) = \left(\frac{\pi^2}{24}\right)\acute{N}^2 k \left(\frac{e^2}{\varepsilon_0 Wm}\right)^6 \frac{\omega^S}{\tau_0}, \quad (3)$$

где $\beta = 2kT/W_m$ и $S = 1 - \beta$; N – концентрация локализованных состояний; τ_0 – время релаксации фонона. Это выражение прогнозирует частотную зависимость ω^s. $S = 1 - \beta$ при низких температурах, когда параметр β мал. Как видно, s зависит от температуры. К тому же, β обратно пропорциональна величине W_m и, таким образом, незначительное отклонение значения β от единицы может служить для определения значения W_m. Величина W_m почти не зависит от температуры. Отсутствие же температурной зависимости W_m на переменной сигнале подтверждает модель прыжкового механизма переноса [1, 2]. Из уравнений (2) в соответствии с [1, 2] можно вычислить плотность локализованных состояний, которая имеет вид:

$$N^2 = 24A\left[\frac{(E_0 Wm)^6}{\pi^2 ke^{12}}\right]\cdot\tau_0. \quad (4)$$

Из уравнения (3) были вычислены значения плотности состояний для соединений типа $M_3Ln(V0_4)_2$ и $M_2Ln(V0_4)_2$ с различными редкоземельными ионами. Согласно полученным результатам величина довольно слабо зависит от температуры, что находится в соответствии с теоретическим представлением соотношения (3) (N = 1,2 – 2,5 * 10^{18} см $^{-3}$). Полученные экспериментальные результаты дают нам основание считать, что механизм переноса носителей в соединениях $M_3Ln(V0_4)_2$ после $\omega_{гр}$ осуществляется согласно модели двухузельного перескока.

Таким образом, проводимость керамики на основе двойных и тройных ванадатов редкоземельных элементов на переменном сигнале хорошо описывается моделью прыжковой проводимости. Частотная зависимость электропроводности образцов наблюдается до температур 550–600К, а в области температур 600 К проводимость не зависит от частоты. Для того чтобы понять природу прыжкового механизма, следует рассмотреть структуру $M_3Ln(V0_4)_2$. Структура соединений состоит из октаэдров с *Ln* и окруженных шестью тетраэдрами $V0_4$. Не исключено, что метод «жесткого» керамического синтеза является фактором, ответственным за формирование не эталонных кристаллических решеток. Эта не эталонность связана с появлением кислородной вакансии в $V0_4$, что приводит к появлению ванадия в четырехвалентном состояние (V^{4+}), возникающих при технологии получения керамики [3]. Из этого вытекает, что прыжковый перенос обусловлен разновалентными ионами ванадия, присутствующих в равноценных кристаллографических узлах и в энергетически эквивалентных позициях. Исходя из этого, можно предложить схему прыжкового механизма как $V^{+4}+V^{+5}\rightarrow V^{+5}+V^{+4}$.

Список использованных источников

1. Гудаев О.А., Малиновский В.К. Прыжковый механизм переноса заряда в квазикристаллах бора и его соединений.- ФТТ, 2002, том 44, выпуск 5, с.805

2. Фисенко Е.Г., Филатов В.С. Кристаллохимия кислородосодержащих перовскитов. Ростов; Изд. Рост. Ун-та, 2005, с.63-108.

3. Денисова Л.Т., Карган Ю.Ф., Белоусова Н.В. Синтез и исследование высокотемпературной теплоемкости $PbLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ и $Pb_8Nd_2(GeO_4)_4(VO4)_2$ со структурой апатита.- Изв. АН РФ, Неорган. материалы, 2018. Т. 54. №2, с. 177-180.

ГЕТТЕРИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА КЛАСТЕРОВ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ НИКЕЛЯ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ КРЕМНИЯ

Исмайлов Б. К., Кенжаев З. Т., Курбанова У. Х., Холмонов Р. У.,
Торениязова Н. С.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
i.bairam@bk.ru

Аннотация. В данной работе показано, что, формируя кластеры атомов никеля в решетке кремния, можно осуществить геттерирование различных (существующих в решетке, а также и введенных) быстро диффундирующих примесей, а также атомов кислорода, стимулирующих генерацию рекомбинационных центров и термодефектов.

Annotation. In this work, it is shown that by forming clusters of nickel atoms in the silicon lattice, it is possible to carry out gettering of various (existing in the lattice, as well as introduced) rapidly diffusing impurities, as well as oxygen atoms stimulating the generation of recombination centers and thermal defects.

Существующие в настоящее время способы геттерирования в основном осуществляются введением различных примесных атомов или механических дефектов, радиационным облучением, лазерной обработкой, а также созданием на поверхности кремния пористого или аморфного слоя с помощью ионной имплантации [1]. Однако использование указанных выше способов существенно влияет не только на электрические параметры образцов, но и при этом происходят также структурные изменения исходного материала, поэтому эффективность этих методов геттерирования не велика.

Предлагается новый способ, позволяющий геттерирование многих неконтролируемых примесных атомов находящихся в объеме кристалла кремния, которые активизируются при различных термоотжигах. Так нами разработан новый и оригинальный способ диффузионного легирования кристаллов кремния никелем не приводящий к изменению их исходных электрических и рекомбинационных параметров и позволяющий сохранить данные параметры при последующих дополнительных термоотжигах в широком интервале температур, на основе впервые открытого эффекта формирования и геттерирования кластерами примесных атомов никеля различных «вредных» дефектов и неконтролируемых примесных атомов присутствующих в объёме кремния [2–4]. Применение разработанного технологического решения имеет особенно большую практическую значимость для получения более эффективных солнечных элементов на основе кремния.

В таблице приведены основные условия легирования по разработанной нами технологии геттерирования кластерами примесных атомов никеля, обеспечивающие сохранение исходных электрических и рекомбинационных параметров кремния, как в процессе диффузии никеля, так и при последовательных термоотжигах.

Таблица 1

Параметры исход. Si		Температура диффузии Ni	Время диффузии	После термоотжига		Температурная область стабильности исходных параметров образцов	
т/п	ρ, Ом·см	T, °C	t, мин	ρ, Ом·см	τ, мкс	T, °C	t, час
n	≤10	1100÷1150	15÷20	10÷12	не меняется	100÷700	t = 1÷20
n	≤40	1060÷1100	25	42÷45	меняется max 10 %	100÷600	t = 1÷20
n	≤100	1050	30÷35	95÷102	меняется max 15 %	100÷500	t = 1÷20
p	≤10	1150÷1100	15÷20	9÷11	мало меняется	100÷700	t = 1÷20
p	≤40	1100÷1050	20÷25	40÷43	меняется 15÷20 %	100÷700	t = 1÷20
p	≤100	1050÷1000	30÷35	98÷104	меняется 10÷15 %	100÷500	t = 1÷20

Подводя итог полученным результатам экспериментальных исследований установлено, что в отличие от различных других способов геттерирования и других методов стабилизации электрических и рекомбинационных параметров кремния, его легирование с формированием кластеров примесных атомов никеля обладает следующими основными преимуществами:

– при диффузионном легировании кремния кластерами примесных атомов никеля, его исходные электрические параметры, концентрация носителей заряда, подвижность, удельное сопротивление, остаются практически без существенных изменений;

– при диффузионном введении кластеров примесных атомов никеля значение времени жизни неосновных носителей заряда сохраняется или изменяется максимум на 10÷15 % от своего исходного значения, что не удается при других методах геттерирования;

– легированный кластерами примесных атомов никеля кремниевый материал с определенными исходными параметрами и при определенных условиях диффузии, сохраняет свои электрофизические параметры и времени жизни неосновных носителей заряда при последующих термообработках T = 100÷700 °C достаточно долгое время t =1÷20 часов;

– установлено, что электрические и рекомбинационные параметры кремниевых пластин с кластерами примесных атомов никеля остаются без изменения стабильными при комнатной температуре в течение времени более 1000 часов;

– формирование кластеров примесных атомов никеля можно провести на воздухе в течении 20÷30 минут, не зависимо от площади кремниевых пластин, при этом скорость охлаждения после диффузионного легирования не влияет на полученные данные, то есть кремниевые пластины можно охлаждать просто на воздухе, после диффузионного легирования;

– после диффузионного легирования, нет необходимости в дополнительной механической обработке кристаллов, достаточно их травить в HCl и затем в HF в течение несколько минут.

Полученные данные не зависят от метода получения монокристалла. В зависимости от возможностей диффузионных печей можно использовать кремниевые пластины диаметром от 20 до 150 мм толщиной d = 0,3÷1 мм. При формировании кластеров примесных атомов никеля необходимо использовать только

чистый металлический никель (99,9999 %), можно использовать нанесение никеля на поверхность пластин методом вакуумного напыления или химической осаждения с толщиной слоя никеля около 1 мкм. В промышленных условиях следует использовать более производительный метод химического осаждения на десятки пластин одновременно. Однородность легирования в основном зависит от однородности нанесенного слоя никеля на поверхность пластин и градиента температуры при диффузии.

Полученные результаты можно успешно применять при производстве для изготовления новых материалов и более эффективных кремниевых солнечных элементов как в промышленности, так и в научных лабораториях.

Список использованных источников

1. Готра З. Ю. Справочник по технологии микроэлектронных устройств Пер.с англ М. Камерян, 1986. 116 с.

2. Bakhadyrkhanov M.K., Valiev S.A., Zikrillaev N.F., Koveshnikov S.V., Saitov E.B., Tachilin S.A. Silicon photovoltaic cells with clusters of nickel atoms // Applied Solar Energy. 2016. V. 52. pp. 278–281.

3. Bahadirkhanov M.K., Ismaylov B.K., Ismailov K.A., Zikrillaev N.F., Isamov S.B. On how thermal annealing affects the state of clusters of nickel atoms in crystal lattice of silicon // International Journal of Advanced Science and Technology. Australia. 2020. Vol. 29. No. 9, pp. 6308-6312.

4. Бахадырханов М.К., Зикриллаев Х.Ф., Тачилин С.А., Исмаилов Б.К., Кенжаев З.Т, Шаисламов У.С. Исследование структуры, состава и распределения кластеров атомов никеля в решётке кремния // Международный конгресс тюркского мира по естественным наукам и медицине. Ош. Кыргызстан. 21-23 апреля 2019 г. С. 181-182.

ОЧИСТКА ФОСФОГИПСА ОТ ФТОРИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Казакбаева С. И.[1], Арисланов А. С.[1], Шамшидинов И. Т.[2]
[1)] Наманганский инженерно-технологический институт,
[2)] Наманганский инженерно-строительный институт
kazakbayeva@gmail.com[1], arislanov2019@gmail.com[1], israiljon2010@mail.ru[2]

Аннотация. В статье установлено, оптимальная концентрации серной и фосфорной кислот для максимальной отмывки фтора из фосфогипса являются: раствор, содержащий серную кислоту концентрацией по SO_3 11 % и фосфорную кислоту по P_2O_5 около 7 % или же по SO_3 около 60 % и по P_2O_5 2–3 %. При отмывке фосфогипса этими растворами содержание фтора в фосфогипсе снижается от 3,19 до 0,1–0,15 %. Выход сухого Na_2SiF_6 в пересчете на 100 % по соли составляет 35,8 кг, остаточное содержание фтора в кислоте 0,6 %, а в фосфогипсе 0,3 % и степень отмывки фосфогипса от фтора составляет 85,9 %.

Annotation. The article found that the optimal concentrations of sulfuric and phosphoric acids for the maximum washing of fluorine from phosphogypsum are: a

solution containing sulfuric acid with a concentration of SO_3 of 11 % and phosphoric acid of P_2O_5 of about 7 % or SO_3 of about 60 % and P_2O_5 of 2–3 % . When washing phosphogypsum with these solutions, the fluorine content in phosphogypsum decreases from 3,19 to 0.1–0.15 %. The yield of dry Na_2SiF_6 in terms of 100 % salt is 35.8 kg, the residual content of fluorine in the acid is 0.6 %, and in phosphogypsum 0.3 %, and the degree of washing of phosphogypsum from fluorine is 85.9 %.

Введением в процесс сернокислотного разложения фосфатов соединений щелочных металлов можно снизить фтора в ЭФК. Но при этом осажденный в сухом фосфогипсе до 1–1,2 % может служить как минерализатор при получении цемента с использованием фосфогипса, а остальное количество теряется безвозвратно. Поэтому нами изучено снижение содержания фтора в фосфогипсе путем отмывки некоторыми растворами.

Для этого проведены исследования отмывки фосфогипса сернокислыми и фосфорнокислыми растворами различной концентрации. Для этого 250 мл (355 г твердая фаза сухая около 84 г) исходной, тщательно перемещанной пульпы (фтор осаждался введением в экстрактор сульфата натрия) нагревалась при постоянном перемешивании до нужной температуры. Затем при P = 0,65 кг/см^2 твердая фаза отделялась от жидкой (определяли F по фазам) на воронке Бюхнера через лавсановую ткань (площадь фильтрполотна 131,8 см^2).

Для ведения процесса осаждения фтора в процессе экстракции и отмывки его из фосфогипса можно предложить следующую технологическую схему (рис. 1) в экстрактор подают 1 т фосфатного сырья и 0,29 т 93 %-й H_2SO_4 и 2,3 т раствора разбавления, содержащегося 0,42 т H_2SO_4 и 0,3 т Na_2SO_4. Концентрация оборотного раствора по P_2O_5 составляет около 14–15 %. Процесс разложения протекает 4–4,5 часа. Полученную экстракционную пульпу подают на I зону фильтрации 2а, где происходит отделение продукционной фосфорной кислоты от гипса, после чего кислоту направляют в сборник I фильтрата, а затем в хранилище. Продукционная экстракционная фосфорная кислота содержит 21 % P_2O_5, 2,5–4,5 г/100 мл SO_3 и 0,6 % F.

Гипс, содержащий соли кремнефторида натрия и свободную фосфорную кислоту, происходит стадию промывки. Первую промывку ведут раствором 93 % серной кислоты (0,43 т), которой разбавлено с 4-м фильтратом (0,9 т) до концентрации 30–40 % по H_2SO_4. Температура первого промывного раствора составляет 90 ^oC. Разбавление серной кислоты происходит в смесителе. Вторую и третью промывки ведут горячей водой (в сумме 1,8 т) поступающей из напорного бака. Температура воды, подогретой острым паром, составляет 60 ^oC.

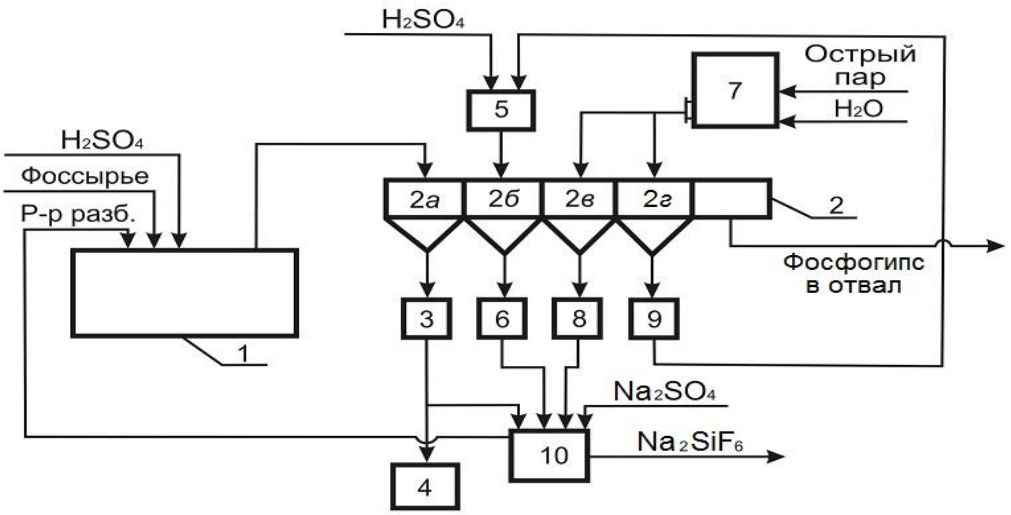


Рисунок 1 – Схема производства экстракционной фосфорной кислоты с обесфториванием: *1* – экстрактор; *2* – карусельный вакуум-фильтр; *2а* – первая зона фильтрации; *2б* – вторая зона фильтрации; *2в* – третья зона фильтрации; *2г* – четвертая зона фильтрации; *3* – сборник первого фильтрата; *4* – склад экстракционной фосфорной кислоты; *5* – смеситель; *6* – сборник второго фильтрата; *7* – напорный бак; *8* – сборник третьего фильтрата; *9* – сборник четвертого фильтрата; *10* – отстойник.

На третьей и четвертой зонах фильтрации происходит дополнительная отмывка фтора из гипса, прошедшего под действием кислот в растворимую форму. Растворы поступают соответственно в сборники III-IV-го фильтратов. Промывные растворы из сборников II-го и III-го фильтратов объединяют и направляют в отстойник. Для осаждения фтора из 2,3 т раствора, содержащего 1,3 % фтора, необходимо подать в отстойник 27 кг Na_2SO_4 (или смесь Na_2SO_4 и Na-OOC-R). Сюда же подают часть I-го фильтрата. Увеличение содержания P_2O_5 приводит к уменьшению растворимости Na_2SiF_6, что позволяет увеличить скорость осаждения. Кремнефториды натрия отделяют выкристаллизацией их при охлаждении в вакуум-кристаллизаторе. Оборотный раствор, содержащий избыток направляют в экстрактор, где происходит осаждение фтора в виде Na_2SiF_6 на гипсе. Выход сухого Na_2SiF_6 в пересчете на 100 % по соли составляет 35,8 кг, остаточное содержание фтора в кислоте 0,6 %, а в фосфогипсе 0,3 % и степень отмывки фосфогипса от фтора составляет 85,9 %. Промывку гипса, обогащенного кремнефторидом натрия, можно осуществить в двух вариантах: вариант I согласно описанному выше. Вариант 2 – промывка осуществляется: первая смесью серной кислоты и III-го фильтрата; вторая четвертым; третья – водой.

Список использованных источников

1. Гафуров К., Арисланов А., Шамшидинов И. Снижение фтористых соединений в фосфогипсе // Научно-технический журнал ФерПИ. – Фергана, 2004. – № 3. – С. 63-66.

2. Гафуров К., Шамшидинов И. Т., Арисланов А. С. Сернокислотная переработка фосфоритов Каратау и сложных удобрений на их основе. Монография. 2020 г Издательство LAMBERT Academic Publishing.С.89-96

3. Гафуров К., Шамшидинов. И.Т., Арисланов А.С. Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты в процессе ее экстракции.«Вестник ФерПИ», Фергана, 2005 г., №1

4. Гафуров К., Арисланов А., Шамшидинов И. Снижение фтористых соединений в фосфогипсе // Научно-технический журнал ФерПИ. – Фергана, 2004. – № 3. – С. 63-66.

5. Гафуров К. Ресурсосбережение и повышение экологической чистоты продуктов переработки фосфоритов Каратау. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент,1990.–52 с.

6. Арисланов А.С., РежаббаевМ., СолиевМ., Абдураззакова М. Обесфторивание ЭФК в процессе её экстракции. Научный электронный журнал «Академическая публицистика». – Уфа: Аэтерна, Россия-2018.-С.25

7. Арисланов А.С., Журабоев Ф., Джураев М. Обесфторивание ЭФК фосфоритов Кызылкум в процессе разложения: Сборник статей по итогам Международной научнопрактической конференции (Челябинск, 26 мая 2018 г.). Ч. 1 – Стерлитамак: АМИ, 2018. - 267 с.

8. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Ташкент: ФАН, 1992. – 200 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ И МЕДИ

Калиниченко В. А.[1], Андрушевич А. А.[2]

[1)] Белорусский национальный технический университет

[2)] Белорусский государственный аграрный технический университет

kvlad@bntu.by

Аннотация. В статье приведены сведения о современных инновационных технологиях получения литых композиционных материалов на основе алюминиевых и медных сплавов. Представлены результаты исследований и получения различных деталей машиностроения.

Annotation. The article provides information about modern innovative technologies for producing cast composite materials based on aluminum and copper alloys. The results of research and production of various parts of mechanical engineering are presented.

Введение. При эксплуатации машин и оборудования, важную роль играет снижение расходов на техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты. Одним из методов их уменьшения является повышение надежности узлов и агрегатов. В узлах трения данный аспект может быть решен с помощью выхода

эксплуатационных свойств используемых материалов в режим «безизносного трения», реализация которого наиболее предпочтительна при идеальном выполнении принципа Шарпи [1]. Для повышения надежности, в том числе износостойкости, целесообразно использование новых перспективных материалов, включая композиционные. Известен ряд технологий создания композиционных материалов (КМ), таких как порошковая металлургия, лазерная наплавка, аддитивные технологии, а также литейное производство. У последней сохраняются большие перспективы, связанные с высокой производительностью технологических процессов, низкой стоимостью оборудования и оснастки по сравнению с другими способами.

Результаты исследований. Литые композиционные материалы (ЛКМ) на основе алюминиевых и медных сплавов, керамических частиц или и чугунных гранул максимально приближены к указанному выше принципу.

Разработаны различные иновационные технологии получения отливок из алюминиевых сплавов повышенной твердости и износостойкости, содержащих равномерно распределенные включения мелкодисперсной керамики. Предложена технология изготовления композиционных литых заготовок с алюминиевой матрицей и армирующими каркасами из оксидной керамики, получаемые жидкофазной пропиткой. В качестве каркаса использовали спеченную пористую керамику, короткие волокна оксида алюминия. Инфильтрация алюминиевого расплава осуществлялась под внешним импульсным давлением в диапазоне 0,3 – 10,0 МПа в течение одной-пяти секунд и совмещена с процессом получения фасонной отливки в металлической форме. Метод позволяет формировать в отливке локально упрочненные зоны с отличными от основы физико-механическими и эксплуатационными свойствами [2]. Проведенные исследования показали возможность изготовления композиционных отливок деталей автотракторных двигателей, испытывающих при эксплуатации значительные термомеханические нагрузки (рисунок 1). Поршни автотракторных дизельных двигателей из сплавов АК18, АК12ММгН, АК12М2МгН, изготовленные с использованием разработанной технологии, имеют в зонах, упрочненных керамическими каркасами, значения прочности и твердости при повышенных температурах на 20–30% больше по сравнению со свойствами поршней, изготовленных традиционными способами.

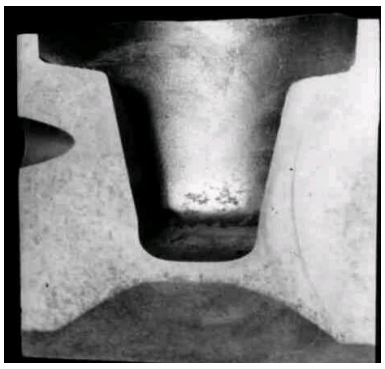
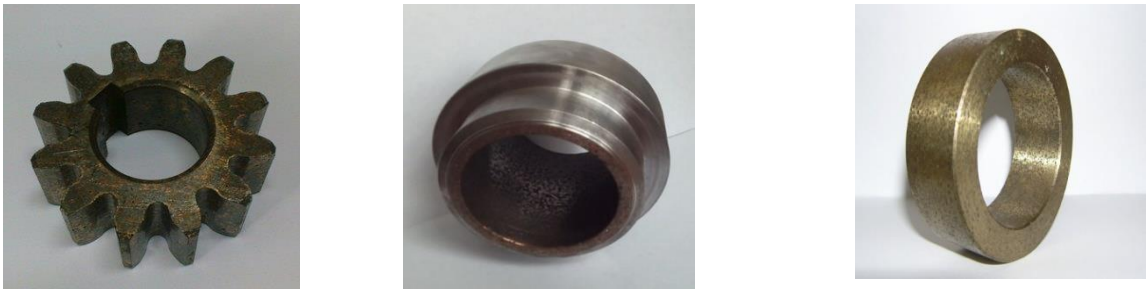


Рисунок 1 – Композиционная отливка поршня дизельного двигателя

Введение в металлическую матрицу высокопрочных и высокомодульных гранул резко повышает прочность, вязкость, жесткость материалов. Сочетание матрицы и гранул, обладающих специальными физическими свойствами, открывает широкие возможности для создания новых композиционных материалов и позволяет эксплуатировать сельскохозяйственную и автотракторную технику тяжелых условиях, включая режимы сухого трения.

При изготовлении деталей узлов трения из литых КМ на основе гранул чугунов марки ДЛЧ с матрицей из бронзы БрКЗМц1 установлено образование массивной прослойки интерметаллида (200–500 мкм). При таких толщинах интерметаллид должен разрушаться при минимальных динамических нагрузках, в действительности этого не происходит. С его появлением можно связать высокую износостойкость этих КМ по сравнению с другими материалами подобного типа. Они уже применяются для тяжело нагруженных пар трения, в различных областях промышленности [3].

Из разработанных материалов могут изготавливаться детали практически любой геометрической формы и размеров, включая биметаллические заготовки, например, направляющие различного назначения, шестерни, втулки и т. п., предназначенные для использования в узлах трения сельскохозяйственных машин. На рисунке 2 представлены полученные изделия из литых композиционных материалов на основе бронз. Благодаря особенностям и высоким механическим свойствам (общий износ пары трения – не более 0,1 мм/км пути; коэффициент трения со смазкой – 0,04–0,06; удельное давление – до 10 МПа; температура эксплуатации деталей составляет до 500 °С; электрохимическая стойкость при работе с ответной парой трения) данный тип материалов может эксплуатироваться в ряде агрессивных сред с высокой запыленностью, повышенной температурой или влажностью и др., где использование аналогичных материалов не представляется возможным.



а б в

Рисунок 2 – Образцы изделий из литых композиционных материалов:
а – шестерня редуктора мельницы; *б* – биметаллическая втулка элемента подвески прицепа; *в* – композиционная втулка механизма дверей

Разработанные композиционные материалы использованы для изготовления подшипников скольжения, используемых в элементах подвески тракторных

прицепов. Шестерни из литых композиционных материалов применены в качестве червячных пар на предприятиях Республики Беларусь, стран Евросоюза (например, механический завод «NEST Baltija», Литва).

Заключение. Технологические процессы получения отливок на основе алюминия с использованием мелкодисперсной упрочняющей керамики отличаются разнообразием и основаны на комплексном подходе, обеспечивая повышение физико-механических и эксплуатационных свойств, изготавливаемых из них литых деталей машин. ЛКМ на основе алюминия и меди с повышенными механическими и эксплуатационными свойствами целесообразно использовать для производства высокоэффективных конструкционных узлов из-за более низкой стоимости (25–40 %) по сравнению с аналогами, получаемыми методами порошковой металлургии.

Список использованных источников

1. Андрушевич А.А., Калиниченко В.А. Литейная технология изготовления деталей сельскохозяйственной техники из композиционных материалов. // Мат. МНТК «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК» Минск 7 - 8 июня 2018 г. – Минск: БГАТУ, 2018. - 452с., С. 225 - 228.

2. Андрушевич А.А., Чурик М.Н. Ресурсосберегающие технологии получения новых композиционных материалов. Материалы МНТК «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии», Беларусь, г. Могилев, 2005г.

3. Калиниченко А.С., Слуцкий А.Г., Шейнерт В.А., Калиниченко В.А., Киселев С.В. Особенности получения медночугунных композитов с использованием литейных технологий Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов – Минск: БНТУ, 2017. – Вып. 38– С. 101 – 105.

ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ПЛАСТИЧНЫХ МАСС

Калиниченко М. Л.
Белорусский национальный технический университет
m.kalinichenko@bntu.by

Аннотация. В работе был проведен анализ производства многокомпонентных моделей, изготовленных из органических материалов с различной природой происхождения (искусственной и природной) на основе пластических масс и древесины с пониженной смольностью.

Annotation. The analysis of the production of multicomponent cast model kits made of organic materials with different origin (artificial and natural) based on plastics and wood (with a low resin content) was carried out in the work.

В зависимости от серийности выпускаемых изделий модельные комплекты могут состоять как из однородных, так и из разнородных материалов. В качестве

таких материалов применяются различные типы древесины твердых пород, пластичные массы, а также металлы и сплавы.

При изготовлении однородных модельных комплектов, как правило, не возникает сложностей по причине одинаковых физико-механических свойств скрепляемых материалов. Однако при создании модельных комплектов, состоящих из двух или более разнородных материалов, отличающихся по химическому составу, по физико-механическим свойствам, могут возникать сложности в местах их соединения.

Известные методы крепления составляющих модельного комплекта и стержневых ящиков является штифтование с помощью соединения ласточкин хвост или неразъемные склеенные соединения. В последнем случае большую роль играет сродность материалов и их сходные адгезионные способности со склеивающем составом. В то время, как при крупно серийном и массовом производстве модельные комплекты, как правило, изготавливаются из металла и соединение их частей производиться сваркой либо свинчиванием нарезных штифтов. При этом качество поверхности и химический состав соединенных деталей, как правило, не играет роли.

В случае же мелкосерийного производства модельных комплектов, изготавливаемых, как правило, из соединенных с помощью технологии склеивания древесных и пластических масс, взаимодействие материалов друг с другом играет существенную роль. При создании таких комбинаций уделяется большая роль структуре и материалам, создающим данную композицию [1]. Так металлические материалы относятся к неорганической группе, а древесина и пластмассы – это органические материалы на основе полимерной структуры, разнящиеся лишь природой происхождения: искусственная или природная. Важным отличием искусственных и природных полимеров является их степень однородности по сечению, отсутствие или наличие волокнистости и распределение пор по сечению материала. Также следует отметить, что у древесины, в связи с ее трубчато-волокнистым строением, существует большая анизотропия свойств в продольном и поперечном направлении. В пластических массах, которые имеют однородность во всех направлениях, данный аспект отсутствует. Также стоит отметить, что у древесины прочность и модуль упругости в продольном направлении в десятки, раз превышает их величины в поперечном направлении [1], что не является актуальным для пластических масс, не имеющих волокнистую структуру. К тому же при создании модельных комплектов следует учитывать, что древесина, как природный материал, имеет естественные дефекты, связанные с биологической жизнью дерева, начиная от трещин и сучков, заканчивая процессами гниения или влиянием вредоносных насекомых.

Пластические массы, как правило, подразделяются на однородные (без наполнителей) и неоднородные. Для однородных пластических масс наличие дефектов, присущих древесине, полностью отсутствуют. В то время, как у неоднородных, в особенности при сбивке технологического процесса (например, неравномерное распределение связующего) могут наблюдаться дефекты присущие древесине (например, различие по плотности, растрескивание).

Вследствие этого, можно обозначить, что при сходной плотности древесины и пластика, прочность крепления пластик/пластик, дерево/дерево, пластик/дерево должна быть приблизительно на одном и том же уровне при наличии грамотно выбранного клеевого состава. Данный факт определен, как их общим органическим составляющим, так и наличием смол, присутствующих и в клеях, и в рассматриваемых материалах.

Было принято решение проверить теоритические предпосылки на экспериментальных образцах. Были подготовлены экспериментальные образцы из различных видов модельного пластика с одинаковым типоразмером, а также образцы двух видов древесины с пониженной смольностью: ольха и дуб. Для выяснения надежности монтажа модельного комплекта объектом исследования были выбраны следующие клеевые составы: DP 8005 (3M), UR 3569 (Sika Advanced Resins) и EP 2306 (Rampf). Все эти клеи являются двухкомпонентными. Образцы были склеены вышеназванными клеевыми составами, с последующим проведением разрывных испытаний соединений древесина/древесина, пластик/пластик и пластик/древесина, результаты испытаний представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1 – Усредненные прочностные характеристики на растяжение, склеенных соединений: дуб/дуб, ольха/ольха

Вид и плотность древесины, г/см^3	Вид адгезива / Усредненная прочность соединений, МПа		
	DP 8005 (акриловый)	UR 3569 (полиуретановый)	EP-2306 (эпоксидная смола)
дуб/дуб 0,69 г/см^3	12,52	11,00	10,54
ольха/ольха 0,52 г/см^3	15,55	15,19	10,57

Таблица 2 – Усредненные прочностные характеристики некоторых видов исходного пластика при испытаниях на растяжение

Плотность пластика, г/см^3	0,65	0,78	0,95	1,18	1,4
Усредненная прочность пластика, МПа	23,6	28,3	34,3	48,3	54,7

Таблица 3 – Усредненные прочностные характеристики на растяжение, склеенных соединений: пластик/дуб

Плотность пластика, г/см^3	Вид адгезива / Усредненная прочность соединений пластик/дуб, МПа		
	DP 8005 (акриловый)	UR 3569 (полиуретановый)	EP-2306 (эпоксидная смола)
0,65	16,26	18,51	14,35
0,78	17,59	15,81	10,86
0,95	16,67	17,77	12,71
1,18	18,63	17,90	12,56
1,4	19,27	18,59	19,98

Таблица 4 – Усредненные прочностные характеристики на растяжение, склеенных соединений: пластик/ольха

Плотность пластика, г/см^3	Вид адгезива / Усредненная прочность соединения пластик/ольха, МПа		
	DP 8005 (акриловый)	UR 3569 (полиуретановый)	EP-2306 (эпоксидная смола)
0,65	16,29	14,08	10,39
0,78	12,91	11,47	9,80
0,95	16,37	12,33	10,55
1,18	17,63	16,08	11,40
1,4	15,40	13,84	8,42

В результате проведенных экспериментов обозначена зависимость плотности и природы используемых материалов, скрепленных клеями на разных основах, на общие прочностные характеристики, получаемого неразъемного элемента. Было показано что, склеенное соединение пластик/дуб имеет более высокие прочностные характеристики по сравнению со склеенным соединением пластик/ольха, где шероховатость поверхности была различной. К тому же в процесс соединения пластик/древесина могут вмешиваться параметры, влияющие на поведение любого композиционного соединения такие как, например, твердость древесины (дуб – 675 кг·с/см^2; ольха – 400 кг·с/см^2), ударная вязкость (дуб – 0,78 кгсм/см^2; ольха – 0,53 кгсм/см^2), плотность, структура древесины и др.

Список использованных источников

1. Вдовин В.М. Конструкции из дерева и пластмасс / В.М. Вдовин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 344 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕМПФИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ВО ВРЕМЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Каримова Н. К.[1], Эгамбердиев И. П.[2], Очилов У. Ю.[2], Мамадияров А. Ж.[2]
[1)] Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова,
[2)] Навоийский государственный горный и технологический университет
nazokat_karimova@internet.ru

Аннотация. Настоящее исследование посвящено разработке демпфированной фрезы с высоким отношением длины к диаметру, что имеет решающее значение для обработки конструктивных элементов с глубокими полостями и отверстиями. Основной проблемой при использовании фрезерного инструмента является склонность к возникновению вибрации, особенно при увеличении вылета инструмента. Для решения этой проблемы в оправку фрезы встроен пассивный демпфер с одной степенью свободы.

Annotation. The present study is devoted to the development of a chatter removing cutter with a high length-to-diameter ratio, which is critical for the machining of structural

elements with deep cavities and holes. The main problem when using such a tool is the tendency to generate vibration, especially as the tool overhang increases. To solve this problem, a passive damper with one degree of freedom is built into the cutter holder.

Введение. Вибрация — это тип самовозбуждающейся вибрации, которая может возникать во время операций механической обработки. Altintas (2012) [1] классифицирует механическую вибрацию на два типа: вынужденная вибрация и самовозбуждающаяся вибрация. Чтобы избежать вибрации и повысить стабильность обработки, были предложены различные методы, такие как оптимизация процесса резания и структурной динамики (Warminski et al., 2003; Stepan et al., 2005; Munoa et al., 2016) [2–4], а также проектирование демпфирования, такие элементы, как демпфирующая расточная оправка (Edhi and Hoshi, 2001) [5].

1. Уравнения движения

Иллюстрация первичной конструкции m_0 с одной доминирующей модой, демпфируемой пассивным демпфером SDOF, показана на рисунке 1. Масса демпфера m_T соединена с m_0 пружиной k_T и демпфером c_T. При допущении, что m_0 возбуждается гармонической силой F_0, частотная характеристика m_0 может быть сформулирована как уравнение (1).

$$\frac{X_0}{F_0} = \frac{-m_T w^2 + c_T \omega j + k_T}{\left\{ \begin{array}{c} (-m_0\,\omega^2 + c_0 \omega j + c_T \omega j + k_0 + k_T\ ) \\ (-m_T\,\omega^2 + c_T \omega j + k_T) - (c_T \omega j + k_T)^2 \end{array} \right\}} \tag{1}$$

$$\frac{X_0}{F_0} = \frac{1}{k_0}\phi_0(\beta) = \frac{1}{k_0}\frac{-m_T w^2 + c_T \omega j + k_T}{\left\{ \begin{array}{c} (1-\beta^2)(\beta_T^2 - \beta^2) - \mu\beta_T^2\beta^2 - 4\xi_0\xi_T\beta_T\beta^2 + 2j(\xi_T\beta_T\beta(1-\beta^2-\mu\beta^2)) \\ +\xi_0\beta(\beta_T^2 - \beta^2 \end{array} \right\}}$$

$$= \frac{1}{k_0}\left(G_0(\beta) + j \cdot H_0(\beta)\right) \tag{2}$$

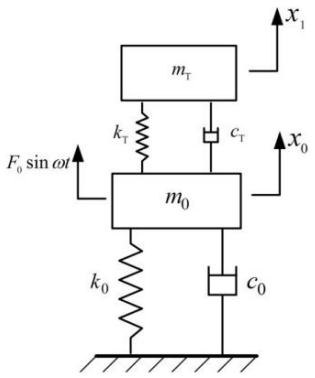


Рисунок 1 – Первичная конструкция с доминирующей модой, демпфируемой пассивным демпфером с одной степенью свободы.

Следуя критерию равных пиков для достижения минимальной амплитуды вибрации, конструктивные параметры β_T и ξ_T демпфера оптимизируются численно для заданного m (Den Hartog, 1934). Процедура оптимизации реализована в MATLAB с помощью функции *fmincon*.

Таблица 1 – Безразмерные параметры

Соотношение масс	Отношение частот	Коэффициент демпфирования	Собственная частота
$\mu = \frac{m_T}{m_0}$	$\beta = \frac{\omega}{\omega_0}$ $\beta_T = \frac{\omega_T}{\omega_0}$	$\xi_0 = \frac{c_0}{2\sqrt{k_0 m_0}}$ $\xi_T = \frac{c_T}{2\sqrt{k_T m_T}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_0}{m_0}}$ $\omega_0 = \sqrt{\frac{k_T}{m_T}}$

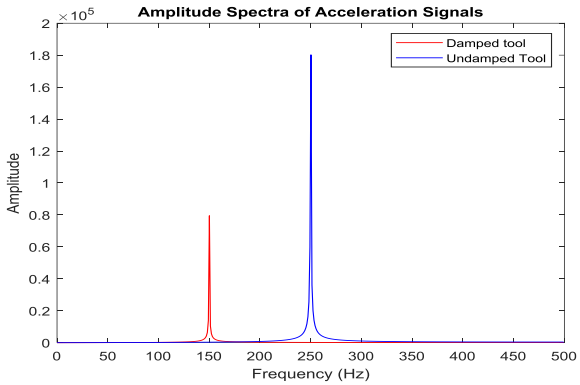


Рисунок 3 – Гармонический анализ фрез без демпфирования и с демпфированием

Таблица 2 – Динамические параметры целевого режима от фрезы без демпфирования

Частота (Гц)	Эквивалентная масса (кг)	Коэффициент демпфирования (%)
250	12.1	1.86

Вывод. В данной работе успешно разработана фреза с использованием встроенным пассивным демпфером для предотвращения вибрации. Расчет жесткости и демпфирования выполнялся отдельно, а оптимальные параметры конструкции определялись с использованием критерия равных пиков через функцию *fmincon* в MATLAB. Модальный анализ показал, что резец с демпфированием, оснащенный элементом VQM, может достичь снижения показателей на 75 % при всех ориентациях, что приводит к общему повышению предела устойчивости. Моделирование устойчивости к вибрации показало, что фреза с демпфированием способна увеличить пределы устойчивости в 1,1 раза при фрезеровании пазов и в 1,9 раза при встречном фрезеровании с a_e = 20 мм.

Список использованных источников

1. Altintas Y (2012) Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design, 2nd edition. Cambridge University Press, UK: Cambridge.

2. Warminski J, Litak G, Cartmell MP, et al. (2003) Approximate analytical solutions for primary chatter in the non-linear metal cutting model. Journal of Sound and Vibration 259(4): 917–933.

3. Stepan G, Insperger T and Szalai R (2005) Delay parametric excitation, and the nonlinear dynamics of cutting process. Journal of Bifurcation and Chaos 15(9): 2783–2798.

4. Munoa J, Beudaert X, Dombovari Z, et al. (2016) Chatter suppression techniques in metal cutting. CIRP Annals – Manufacturing Technology 65(2): 785–808.
5. Edhi E and Hoshi T (2001) Stabilization of high frequency chatter vibration in fine boring by friction damper. Precision Engineering 25(3): 224–234.

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Каримова Н. К.[1], Эгамбердиев И. П.[2], Очилов У. Ю.[2], Мамадияров А. Ж.[2]
[1)] Ташкентский государственный технический
университет им. И. Каримова,
[2)] Навоийский государственный горный и технологический университет
nazokat_karimova@internet.ru

Аннотация. Контроль размеров является важнейшим аспектом производства промышленных деталей, а машинное зрение представляет собой современный подход к оценке точности размеров изготовленных деталей. Однако использование машинного зрения сопряжено с некоторыми проблемами, особенно в отношении точности измерения размеров деталей, а также с высокими затратами, связанными с этими решениями, которые могут быть непомерно высокими для небольших предприятий. В этой статье освещаются вопросы, связанные с визуальным контролем размеров, и предлагается несколько решений для повышения производительности этих систем. Для достижения этой цели разработалась система визуального контроля качества изготовления шестерни. Данная система является точным, воспроизводимым, быстрым и экономичным решением для небольших производственных предприятий.

Annotation. Dimensional control is a critical aspect of manufacturing industrial parts, and machine vision is a modern approach to evaluating the dimensional accuracy of manufactured parts. However, the use of machine vision comes with some challenges, especially with regard to part dimensional accuracy, as well as the high costs associated with these solutions, which can be prohibitive for small businesses. This article highlights issues related to visual dimensional control and suggests several solutions to improve the performance of these systems. To achieve this goal, a system for visual quality control of gear manufacturing has been developed. This system is an accurate, reproducible, fast and economical solution for small manufacturing plants.

Введение. Akbar H. и другие провели сравнение различных методов контроля в промышленном применении и показала, что визуальный контроль в режиме реального времени может улучшить контроль качества в производственной среде [1]. Peng и другие изучили достижения в метрологии зубчатых колес, включая переход к трехмерному проектированию и моделированию, площадным измерениям и целостной оценке, которые позволяют улучшить оценку производственного процесса и исследование функциональных характеристик [2]. Binyi Su

и другие предложили CAN не только подавляет интерференцию гетерогенно-сложного фона, но и одновременно выделяет более полную область пространственных дефектов [3]. Desmond K. Moru Авторы развернули улучшенное приложение машинного зрения для точного измерения промышленных зубчатых колес на субпиксельном уровне [4].

1. Аппаратное обеспечение. Важно выбрать подходящие устройства для получения изображений для различных приложений. Внешний диаметр шестерни составляет 63 мм, а наиболее точное измерение составляет сотые доли миллиметра. Это значит, что длина и ширина шестерни должны быть 6300 пикселей, если каждый пиксель считать сотой долей миллиметра. Однако для такого размера изображения требуется камера с разрешением не менее 6300×6300 пикселей или 36 мегапикселей, которая в настоящее время недоступна. Поэтому субпиксельные методы используются для увеличения точности в десять раз.

2. Программное обеспечение. После захвата изображения оно обрабатывается программным обеспечением, которое извлекает его характеристики. Например, программное обеспечение NI Vision Builder можно использовать для запуска обработки изображений и извлечения признаков в двух режимах: конфигурация и проверка.

Чтобы извлечь все желаемые свойства зубчатых колес, изображения должны быть подготовлены с трех разных ракурсов: сверху, снизу и сбоку. По этой причине процесс контроля разделен на три отдельных этапа. Общий алгоритм работает следующим образом: сначала программа обработки изображений отправляет сообщение программе получения изображений через порт TCP/IP, чтобы дать ей указание захватить изображение с верхней стороны шестерни и сохранить его в указанном месте на ПК.

3. Экспериментальные результаты и совершенствование методов. Точность относится к степени, в которой измеренные значения совпадают с фактическими значениями измеряемых деталей, а повторяемость относится к степени вариации, наблюдаемой при нескольких измерениях одной и той же детали в идентичных условиях. Высокие значения обоих критериев повышают надежность измерительной системы. Для оценки точности отбирается случайная выборка из 50 зубчатых колес, и их параметры измеряются с помощью таких инструментов, как координатно-измерительная машина (КИМ), которая обеспечивает точные измерения. Затем те же шестерни измеряются с помощью машинного зрения и ручных методов, и для сравнения рассчитывается средняя разница между измеренными значениями этих двух систем и фактическим размером.

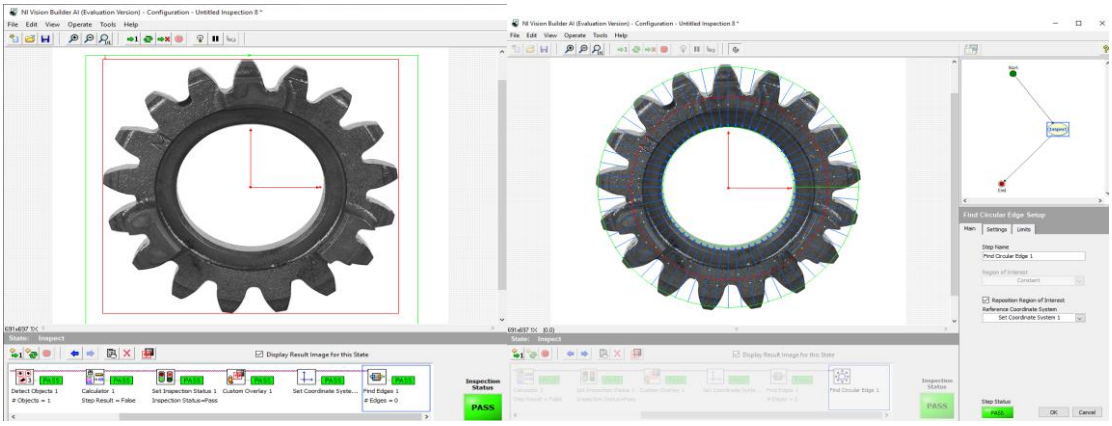


Рисунок 1 – Увеличение количества детекторов зубчатого колеса

Вывод. В статье была представлена экономичная система визуального контроля для контроля размеров шестерен. Система подходит для небольших производств и прошла тематическое исследование, в ходе которого были рассмотрены ограничения системы визуального измерения. В исследовании предлагаются программные и аппаратные решения для повышения производительности системы. Экспериментальные результаты показывают, что предлагаемая система быстрее, точнее и более воспроизводима, чем системы ручного измерения, особенно для измерения параметров с острыми краями. Тем не менее, будущие исследования могут быть сосредоточены на измерении параметров, которые создают проблемы с освещением.

Список использованных источников

1. H. Akbar and A. S. Prabuwono, “Webcam based system for press part industrial inspection,” IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, vol. 8, no. 10, 2008.

2. Peng, Y. & Goch, G., Characterization and Evaluation of Involute Gear Flank Data Using an Areal Model. Proceedings of the 31st ASPE Annual Meeting, 2016, 184–189, 2016.

3. Binyi Su, Lei A, Jiwen C,Wenjing K, Dandan L (2008) Subpixel edge location based on orthogonal Fourier–Mellin moments. Image Vis Comput 26(4):563–569.

4. Desmond K. Moru, Diego Borro. Amachine vision algorithm for quality control inspection of gears. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2020) 106:105–123

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРЕМНИЕВОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ЛЕГИРОВАННОГО НИКЕЛЕМ

Кенжаев З. Т.[1], Мавлонов Г. Х.[1], Ковешников С. В.[1], Исмайлов Б. К.[1], Олламбергенов Ш. З.[2]

[1)] Ташкентский государственный технический университет,

[2)] Каракалпакский государственный университет

zoir1991@bk.ru[1], kanatbay.ismailov@gmail.com[2]

Аннотация. Экспериментально показано, что диффузии никеля, которого формированного обогащенного слоя никеля в приповерхностной области кремния, является эффективным методом геттерирования рекомбинационных центров в кремнии и увеличивает эффективности фотоэлемента на 20–25 %.

Annotation. It has been shown experimentally that the diffusion of nickel, which is formed by an enriched nickel layer in the near-surface region of silicon, is an effective method for gettering recombination centers in silicon and increases the efficiency of a photocell by 20–25 %.

Введение. Для повышения эффективности СЭ на основе «солнечного кремния» требуется увеличить время жизни фотогенерируемых носителей заряда [1], а также уменьшить оптические и электрические потери энергии [2]. Увеличение времени жизни неосновных носителей заряда (ННЗ) в СЭ возможно путем геттерирования неконтролируемых примесных атомов кластерами атомов никеля [3].

Кластеры никеля легко образуются как в процессе диффузии, так и при дальнейшей термообработке, но они практически не влияют на электрические параметры материала. Кроме того, известно, что пленки никеля, нанесенные на кремний, имеют хорошие геттерирующие свойства [4].

В данной статье анализируется повышение эффективности кремниевых солнечных элементов за счет легирования никелем.

Материалы и методы. Для исходного материала использовались монокристаллических кремниевых пластин *p*-типа с удельным сопротивлением 0,5 Ом·см (КДБ-0,5), толщиной 380 мкм выращиванные с методом Чохральский. Затем создались две разных группы. Из них I группа – контроль, II группа – в вакууме напылялся тонкий слой чистого никеля толщиной 1 мкм для диффузии на лицевой стороне. Диффузии примесных атомов никеля проводилась при $T_{\text{дифф}}$ = 800–850 °С в течение t = 30 мин.

После диффузии никеля, для получения *p*–*n*-перехода проводилась диффузии фосфора при $T_{\text{дифф}}$ = 1000 °С в течение t = 0,5 час.

После диффузии все образцы проходили дополнительный термоотжиг при $T_{\text{отж}}$ = 750–800 °С в течение t = 30 мин с целью активации процесса геттерирования [5] неконтролируемых рекомбинационных примесей.

Затем напылением никеля создавались омические контакты. После этого измерялись вольт-амперная характеристика (ВАХ) и времени жизни ННЗ в полученных СЭ.

Результаты и обсуждение. В таблице представлены средние значения параметров СЭ каждый группы образцов, полученных при температурах диффузии никеля $T_{\text{дифф}}$ = 850 °С.

Таблица 1 – Средние значения параметров СЭ, полученных при температурах диффузии никеля $T_{\text{дифф}}$ = 850 °С

Группа	I (Контроль)	II
$J_{\text{кз}}$, мА/см^2	32	38,5
$U_{\text{хх}}$, мВ	590	605
ξ	0,640	0,67
$P_{\text{мах}}$, мВт/см^2	12,083	15,61
τ, мкс	14–16	30–32
$\Delta P_{\text{мах}}/P_{I\text{max}}$	–	29,15 %
Примечания: $J_{\text{кз}}$ – плотность тока короткого замыкания, $U_{\text{хх}}$ – напряжение холостого хода, ξ – коэффициент заполнения ВАХ, $P_{\text{мах}}$ – максимальная отдаваемая мощность, $\Delta P_{\text{мах}}/P_{\text{мах}}$ – относительное изменение максимальной мощности по сравнению с контролем.		

Как видно из таблицы, в образцах II группы наблюдается достаточно заметное улучшение параметров. При этом среднее значение $P_{\text{мах}}$ по отношению к контролю (I группе) увеличивается на ~29 %.

Полученные данные позволят утверждать, что дополнительное легирование примесными атомами никеля приводит к улучшению эффективности СЭ.

Видно, что время жизни ННЗ контрольного СЭ составляет τ = 14–16 мкс, это соответствует типовым значениям времени жизни для таких структур [6]. В группе II τ увеличивается почти в 2 раза. Это позволяет утверждать, что легирование примесными атомами никеля приводит к увеличению времени жизни ННЗ τ в базе СЭ.

Рост параметры ($J_{\text{кз}}$, U_{xx}, τ) СЭ мы связываем с формированием кластеров атомов никеля, находящихся в межузельных состояние кремния и наличием у них геттерирующих свойств.

Центрами образования кластеров никеля служат атомов кислорода и другие дефекты решетки кремния, в большом количестве находящиеся вблизи поверхности, а также образующиеся в диффузионном слое *n*-типа.

Измерение состава кластеров показало, что кластеры на поверхности кремния состоят в основном из атомов кремния ~84–86 % и никеля ~13–15 %, но в них так же имеются примеси атомов Cu, Fe, Cr и других элементов [6]. Тем самым доказано эффективное геттерирование кластерами никеля вредных примесей, которые действуют как центры рекомбинации в кремнии. Это может привести к значительному увеличению время жизни ННЗ, в первую очередь за счет формирования кластеров никеля в приповерхностных слоях.

Все полученные данные позволяет считать, что легирование никелем увеличивает время жизни ННЗ в базе СЭ, увеличивая коэффициент полезного действия на 20–25 %.

Из всех существующих методов геттерирования, неконтролируемых примесных атомов в кремнии, геттерирования никель является наиболее эффективно, технологично, дешевле, в результате получено которые практическое не происходит изменение энергетическая параметры самого кремния.

Заключение. Таким образом, легирование никелем дает новые возможности для создания кремниевых фотоэлементов с повышенной эффективностью за счет увеличения основные параметры СЭ, увеличения времени жизни неравновесных носителей. Разработанная технология легирования кремния примесными атомами никеля позволяет создавать более эффективные фотоэлементы без существенных изменений технологического процесса и с малым затратами.

Список использованных источников

1. Чистохин И.Б., Фрицлер К.Б., Влияние условий формирования геттера в высокоомном кремнии на характеристики PIN-фотодиодов, Письма в ЖТФ. – 2020. – Т. 46, № 21. – С. 11–13.

2. Richter A., Müller R., Benick J., Feldmann F., Steinhauser B., Reichel Ch., Fell A., Bivour M., Hermle M., Glunz S. W. Design rules for high-efficiency both-sides-contacted silicon solar cells with balanced charge carrier transport and recombination losses. Nature Energy, 2021. vol. 6. pp. 429–438.

3. Bakhadyrkhanov M.K., Isamov S.B., Kenzhaev Z.T., Melebaev D., Zikrillayev Kh. F., Ikhtiyarova G. A. Silicon Photovoltaic Cells with Deep *p–n* Junction. Appl. Sol. Energy, 2020, vol. 56, no. 1, pp. 13–17.

4. Астащенков, А.С. Свойства кремния, легированного примесью никеля методом диффузии / А.С. Астащенков, Д.И. Бринкевич, В.В. Петров // Доклады БГУИР. – 2008. – Т. 38. № 8. – С. 37–43.

5. Bakhadyrkhanov M. K., Kenzhaev Z.T. Optimal Conditions for Nickel Doping to Improve the Efficiency of Silicon Photoelectric Cells // Tech. Phys., 2021. Vol. 66, no.7, pp. 851–856.

6. M.K. Bakhadyrkhanov, Z.T. Kenzhaev, S.V. Koveshnikov, K.S. Ayupov, E.Zh. Kosbergenov, Effect of nickel on the lifetime of charge carriers in silicon solar cells, Semiconductors, 2022, Vol. 56, No. 1, pp. 101-105.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

Кичкайло О. В.
Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»
kichkailo@belstu.by

Аннотация. Представлены результаты исследований по возможности получения керамических стеновых изделий с использованием осадков очистных сооружений гальванических производств ОАО «Минский тракторный завод».

Annotation. The results of studies on the possibility of obtaining ceramic wall products using the sediments of the treatment facilities of the galvanic production of JSC «Minsk Tractor Works» are presented.

В настоящее время уровень использования осадков очистных сооружений гальванических производств остается низким, в связи с чем проблема утилизации данных отходов остается актуальной.

Вовлечение отходов в производство требует средств, однако эти расходы менее значительны, чем возможные затраты, связанные с другими известными технологиями утилизации, при этом экономический эффект будет определяться и экологическими факторами: снижением уровня загрязнения региона, снижением платежей природоохранным органам за размещение и хранение гальванических осадков.

Наиболее приемлемым направлением при утилизации отходов является кооперирование машиностроительных предприятий с керамическим производством – одним из самых материалоемких в промышленности. Разнообразие керамической продукции позволяет найти рациональные направления утилизации гальванических отходов практически любого состава.

Кроме этого, при переработке отходов керамические технологии являются наиболее предпочтительными, так как в процессе обжига входящие в состав осадков оксиды тяжелых металлов надежно связываются в химические соединения с их полной консервацией в кристаллической и стекловидной фазах.

Целью данной работы являлось изучение возможности получения стеновой керамики с использованием осадков очистных сооружений гальванических производств ОАО «Минский тракторный завод» (МТЗ). Химический состав исследуемых осадков МТЗ характеризуется непостоянством и колеблется в значительных пределах, однако преобладающими оксидами в составе отходов являются оксиды железа.

В качестве исходных материалов для получения стеновых керамических изделий использовались глина месторождения «Заполье» (Витебская обл., Шумилинский р-н) и осадки очистных сооружений гальванических производств МТЗ в количестве 10, 15 и 20 мас. %. Опытные образцы изготавливались по технологии пластического формования, сушка осуществлялась в сушильном шкафу при

температуре 100±5 °С. Обжиг проводился в электрической печи при температурах (900–1000)±10 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

Обожженные образцы характеризовались отсутствием деформации и черной сердцевины. Окраска черепка однотонная и имеет однородную структуру на изломе. Введение в состав массы гальванических отходов МТЗ способствовало усилению интенсивности окраски черепка от светло-коричневой до темно-коричневой.

Установлено, что повышение количества введенных гальванических отходов МТЗ от 10,0 до 20,0 мас. % приводит к росту водопоглощения и открытой пористости образцов при закономерном уменьшении их кажущейся плотности, что связано со снижением степени спекания керамики при введении указанного компонента в составы масс. При увеличении концентрации вводимых добавок МТЗ до 20 мас. % значения механической прочности при изгибе керамических образцов, обожженных при температуре 1000 °С, монотонно снижаются с 12–14 МПа до 6–7 МПа.

При температурах обжига в интервале температур 900–1000 °С осадки МТЗ не оказывают флюсующего действия и являются отощителем, что вызывает некоторое разрыхление структуры синтезированных материалов. Так, наибольшей степенью спекания характеризуются образцы, содержащие минимальное количество осадков МТЗ (10 мас. %) и обожженные при температуре 1000 °С.

На основе экспериментальных результатов выбран оптимальный шихтовой состав стеновой керамики, включающий следующие компоненты, мас. %: глина «Заполье» – 90; осадки очистных сооружений гальванических производств МТЗ – 10. Полученные изделия при оптимальной температуре обжига 1000 °С характеризовались темно-коричневым цветом и следующим комплексом физико-химических свойств: общая усадка – 9,6–10,0 %; кажущаяся плотность – 1620–1690 кг/м^3; открытая пористость – 23–25 %; водопоглощение – 14–16 %; прочность при изгибе – 12–14 МПа; прочность при сжатии – 57–59 МПа.

Фазовый состав синтезированных материалов представлен анортитом ($CaAl_2Si_2O_8$), кварцем (α-SiO_2), магнетитом (Fe_3O_4) и гематитом (α-Fe_2O_3). Установлено, что увеличение содержания гальванических отходов интенсифицирует процесс формирования кристаллических фаз магнетита и гематита.

Изучение структуры опытных образцов с добавлением осадков МТЗ методом оптической микроскопии показало, что материалы в основном представлены агрегатами аморфизированных глинистых компонентов сложного состава, кристаллической и стекловидной фазой.

Анализ результатов комплексных исследований позволяет сделать вывод о возможности использования осадков очистных сооружений гальванических производств МТЗ для изготовления стеновой керамики. Организация рециклинга позволит не только использовать образуемые отходы, но и решить вопросы ресурсосбережения и экологической безопасности.

ТВЕРДЫЕ НИТРИДНЫЕ И КАРБОНИТРИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ TIALCUN, TIALCUCN: СТРУКТУРА И СВОЙСТВА

Комаров Ф. Ф.[1], Константинов С. В.[1], Чижов И. В.[1], Зайков В. А.[2]
[1)] Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета,
[2)] Белорусский государственный университет
svkonstantinow@gmail.com

Аннотация. Наноструктурированные покрытия TiAlCuN, TiAlCuCN были сформированы методом реактивного магнетронного распыления на подложках титана марки ВТ1-0 и монокристаллического кремния. В качестве реактивных газов использовался азот для формирования нитридных покрытий и ацетилен – для формирования карбонитридных покрытий. Элементный состав покрытий контролировался методом рентгеноспектрального микроанализа. Структура и морфология покрытий определены методам сканирующей электронной микроскопии. Механические свойства исследованы по методике Оливера и Фарра с использованием нанотвердомера CSM Instruments Nanohardness Tester NHT2 (Швейцария). Обнаружено, что добавление меди в состав приводит к уменьшению среднего размера кристаллитов и колонок роста по сравнению с TiAlN, TiAlCN аналогами за счет ее сегрегации по границам раздела фаз, что улучшает механические свойства покрытий. Твердость покрытий TiAlCuN, TiAlCuCN варьируется в диапазоне H = 23–36 ГПа, модуль Юнга – E = 170–270 ГПа. Рассчитаны показатели ударной вязкости H/E^* и сопротивления пластической деформации H^3/E^{*2}. Сформированные нитридные и карбонитридные покрытия пригодны для использования в машиностроении, атомной энергетике и космической технике.

Annotation. Nanostructured TiAlCuN and TiAlCuCN coatings were formed by reactive magnetron sputtering on single-crystal silicon and Titanium Grade2 substrates. Nitrogen (N_2) was used as a reactive gas to form nitride coatings and acetylene (C_2H_2) was used to form carbonitride ones. The elemental composition of the coatings was controlled by Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The structure and morphology of the coatings were determined by scanning electron microscopy (SEM). The mechanical properties were studied according to the method of Oliver and Pharr using a CSM Instruments Nanohardness Tester NHT2 (Switzerland). It was found that the addition of copper to the composition leads to a decrease in the average size of crystallites and growth columns compared to TiAlN, TiAlCN analogs due to its segregation along the phase boundaries, which improves the mechanical properties of the coatings. The hardness of TiAlCuN, TiAlCuCN coatings varies in the range H = 23–36 GPa, Young's modulus – E = 170–270 GPa. The impact strength index as the H/E^* ratio, as well as the plastic deformation resistance index H^3/E^{*2}, were calculated. The formed nitride and carbonitride coatings are suitable for use in mechanical engineering, nuclear energy and space technology.

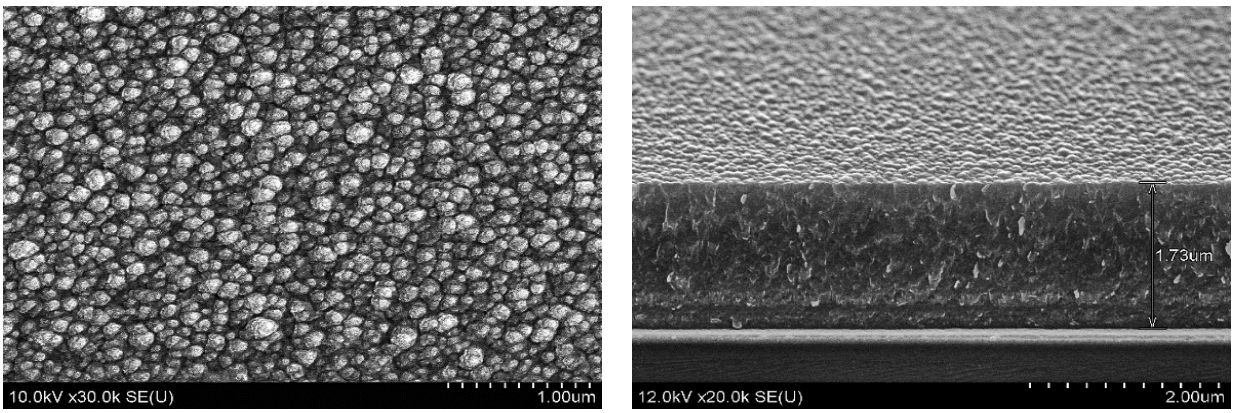
Введение. Создание новых наноструктурированных покрытий, обладающих уникальными свойствами, такими как: высокая и сверхвысокая твердость,

износостойкость, устойчивость к воздействию радиационного излучения в настоящее время является одним из важнейших направлений исследований в области материаловедения [1].

Для решения широкого спектра задач в машиностроении необходимо повышение твердости поверхности деталей и защита от изнашивания [1]. Реализация этого возможна путем нанесения покрытий вакуумными методами. В области атомной энергетики необходима разработка новых радиационно-стойких материалов и покрытий для обеспечения стабильной работы горячего контура ядерного реактора нового поколения [1]. Малые космические аппараты Земли, суммарный объем эксплуатации которых превышает 90 % всех трудозатрат по космической техносфере, нуждаются в специализированных защитных покрытиях, в первую очередь для эффективной терморегуляции и защите от корпускулярного и плазменного облучения. На основании проведенных исследований [1], можно утверждать, что с этими задачами способны успешно справится наноструктурированные керамические покрытия на основе нитридов и карбонитридов переходных металлов. Небольшая добавка меди к составу покрытий TiAlN, TiAlCN призвана улучшить их трибомеханические свойства.

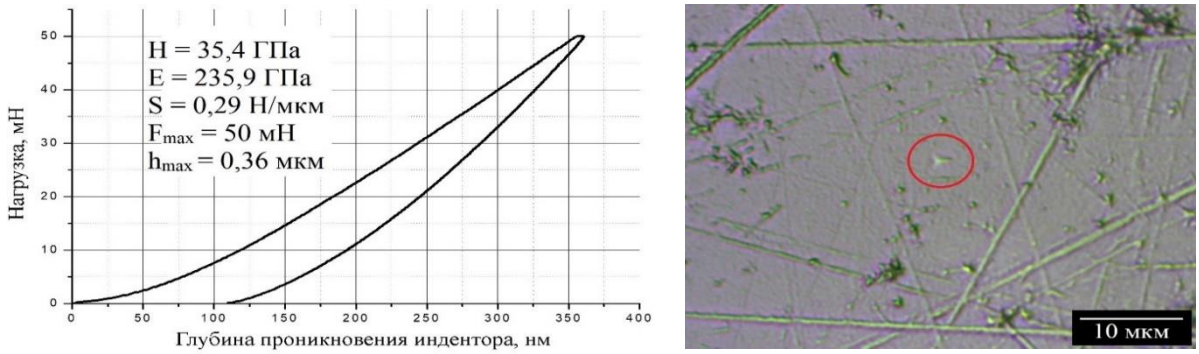
Материалы и методы исследования. Тонкопленочные покрытия TiAlCuN и TiAlCuCN были получены с использованием композитных мишеней TiAlCu различного состава методом реактивного магнетронного распыления. Покрытия наносились на подложки монокристаллического кремния Si (100) и титана марки ВТ1-0. Элементный состав покрытий контролировался методом рентгеноспектрального микроанализа. Морфология и микроструктура полученных покрытий TiAlCuN и TiAlCuCN исследовались методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с использованием микроскопа Hitachi SU3400 (Япония). Микромеханические характеристики полученных покрытий исследовались методом наноиндентирования по методике Оливера и Фарра на приборе NanoHardness Tester (NHT2) CSM Instruments (Швейцария), оснащенным алмазным индентором Берковича.

Результаты и их обсуждение. На рисунке 1 представлены изображения поверхности покрытий TiAlCuN и их поперечное сечение, полученные методом СЭМ. Наблюдается характерная плотная столбчатая микроструктура, при этом столбцы несколько увеличиваются в диаметре по мере роста покрытий. Рассчитанный средний размер колонок роста не превышает 80 нм для TiAlCuN и 50–60 нм для TiAlCuCN покрытий. На рисунке 2 представлены кривая нагрузки-разгрузки, а также микрофотография отпечатка индентора на поверхности покрытия TiAlCuN. Из анализа кривых нагрузки-разгрузки, где не было обнаружено ступеней или разрывов, установлено, что все сформированные покрытия TiAlCuN и TiAlCuCN являются плотными и однородными по толщине.



а *б*

Рисунок 1 – СЭМ-микрофотографии поверхности (*а*) и поперечного сечения (*б*) нитридного покрытия TiAlCuN на подложке кремния



а *б*

Рисунок 2 – Кривая нагрузки-разгрузки (*а*) и микрофотография отпечатка индентора (*б*) для нитридного покрытия TiAlCuN

Индекс H/E^* для сформированных твердых покрытий находится в пределах 0,1–0,15, что свидетельствует об их способности эффективно сопротивляться деформации и при этом обладать высокой ударной вязкостью. Величина индекса H^3/E^{*2} находится в пределах 0,22–0,66, что также свидетельствует о стойкости нитридных и карбонитридных покрытий к пластической деформации. Эти значения до 25 % выше, чем полученные на покрытиях TiAlN [1].

Заключение. Таким образом, разработанные наноструктурированные нитридные TiAlCuN и карбонитридные TiAlCuCN покрытия могут быть полезны и эффективны в качестве защитных радиационно- и механически-стойких в машиностроении, атомной энергетике и космической технике.

Список использованных источников

1. Konstantinov, S.V. Radiation tolerance of nanostructured TiAlN coatings under Ar^+ ion irradiation / S.V. Konstantinov, E. Wendler, F.F. Komarov, V.A. Zaikov // Surface and Coatings Technology. – 2020. – Vol. 386. – P. 125493.

ПОЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМАХ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

Королёв А. Ю.[1], Нисс В. С.[2], Алексеев Ю. Г.[1], Паршуто А. Э.[1]
[1]Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»,
[2]Белорусский национальный технический университет
korolyov@park.bntu.by

Аннотация. В работе исследовалось влияние состава и температуры электролита на съем металла и качество обрабатываемой поверхности в процессе импульсной электролитно-плазменной обработки – нового энергоэффективного метода повышения качества, модифицирования поверхности и размерной обработки. Установлено, что по сравнению с обработкой на постоянном токе импульсный режим обеспечивает значительно большую производительность (выше в 1,5–2,3 раза), за счет чего происходит более качественное сглаживание поверхности. При обработке в электролите с добавлением лимонной кислоты в импульсном режиме в зависимости от температуры обеспечивается шероховатость Ra 0,046–0,070 мкм, а при обработке на постоянном токе Ra 0,144–0,168 мкм.

Annotation. In the work, the influence of the composition and temperature of the electrolyte on the removal of metal and the quality of the treated surface in the process of pulsed electrolytic plasma processing, a new energy-efficient method for improving quality, surface modification and dimensional processing, was studied. It has been established that, compared with DC processing, the pulsed mode provides a significantly higher productivity (1.5–2.3 times higher), due to which a better surface smoothing occurs. When processing in an electrolyte with the addition of citric acid in a pulsed mode, depending on the temperature, a roughness of Ra 0.046–0.070 μm is provided, and when processed at direct current, Ra 0.144–0.168 μm.

Для снижения энергоемкости и повышения эффективности процесса электролитно-плазменной обработки (ЭПО) с целью, модификации и полирования поверхности изделий из металлических материалов, их размерной обработки при сохранении высокой интенсивности, качества и экологической безопасности разработан новый импульсный метод (импульсная ЭПО), совмещающий преимущества как электрохимического, так и электролитно-плазменного процесса. Разработанный метод импульсной ЭПО основан на применении униполярного импульсного режима с длительностью импульсов 0,5–10 мс и амплитудой более 200 В, при котором в пределах каждого импульса последовательно чередуются электрохимическая стадия, переходная стадия и устойчивая стадия ЭПО. Повышение эффективности разработанного процесса импульсной ЭПО достигается за счет основного интенсивного съема металла при реализации электрохимической стадии с низкими энергетическими затратами и оптимизации продолжительности электролитно-плазменной стадии, при которой обеспечивается высокое качество поверхности.

В работе исследовалось влияние состава и температуры электролита на съем металла и качество обрабатываемой поверхности. Обрабатываемый образец с размерами 20×5х×1 мм (площадь обработки 2,45 см^2) изготавливался из нержавеющей стали 304. Напряжение источника питания составляло 250 В. Обработку выполняли в электролитах двух составов: водный раствор сульфата аммония с концентрацией 3, 4 и 5 %; водный раствор сульфата аммония с концентрацией 4 % с добавлением лимонной кислоты 0,5, 1,0 и 1,5 %. Температура электролитов составляла 60 и 80 °С. Временные параметры импульса: длительность импульса – 0,7 мс, длительность паузы – 0,3 мс. Время обработки образцов – 3 мин.

Установлено, что наименьшие значения шероховатости (Ra 0,045 и 0,050 мкм) при обработке в растворе сульфата аммония достигаются при его концентрации 5 % при температуре электролита 80 и 60 °С соответственно. В двухкомпонентном электролите (с добавлением лимонной кислоты) наименьшие значения шероховатости Ra 0,046 и 0,051 мкм достигаются при концентрации лимонной кислоты 0,5 % при температуре 60 и 80 °С соответственно (рисунок 1). Снижение массы образца достигает максимального значения 6,6 мг·мин/см^2 в электролите состава 3 % сульфата аммония при температуре 60 °С, минимальное значение 2,4 мг·мин/см^2 – в электролите на основе 4 % сульфата аммония с добавлением 1,5 % лимонной кислоты при температуре 80 °С.

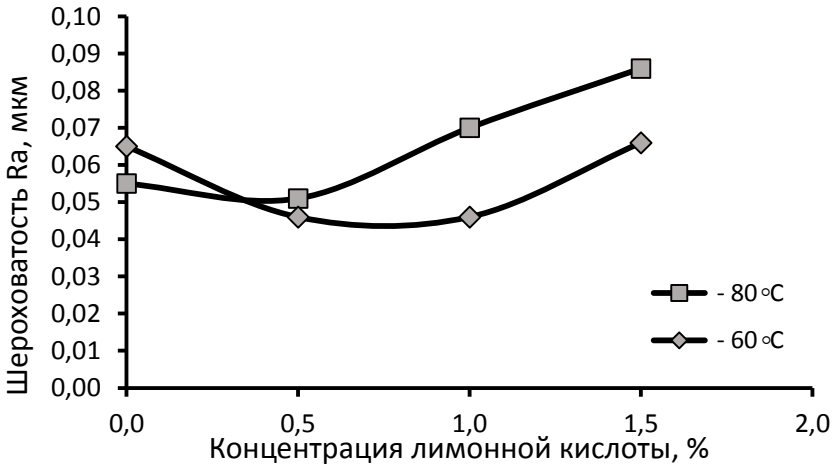
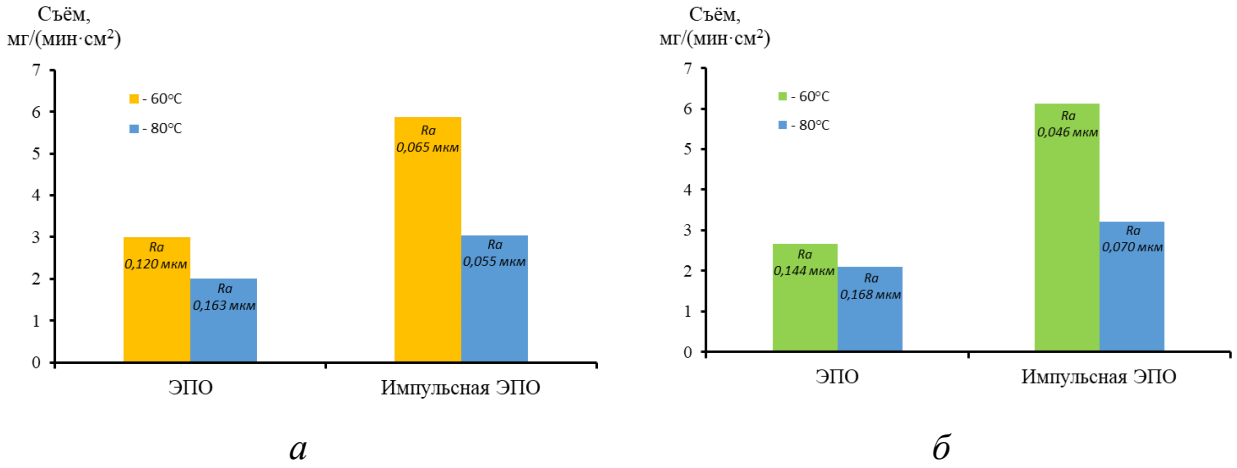


Рисунок 1 – Зависимость шероховатости Ra от концентрации добавки лимонной кислоты и температуры электролита

Для сопоставления результатов, полученных в импульсном режиме, с результатами, достигаемыми при традиционной ЭПО, выполнялась обработка образцов при постоянном напряжении 250 В в электролитах такого же состава (4 % сульфат аммония и 4 % сульфат аммония + 1 % лимонная кислота). Продолжительность обработки образцов составляла 3 мин. Измерялась шероховатость и масса образцов до и после обработки, затем по съему определялась производительность (рисунок 2).



а *б*

Рисунок 2 – Результаты сравнения производительности и качества поверхности при обработке в импульсном режиме и на постоянном токе: *а* – сульфат аммония; *б* – сульфат аммония с лимонной кислотой

По сравнению с обработкой на постоянном токе импульсный режим обеспечивает значительно большую производительность (выше в 1,5–2,3 раза), за счет чего происходит более качественное сглаживание поверхности. При обработке в электролите с добавлением лимонной кислоты в импульсном режиме в зависимости от температуры обеспечивается шероховатость Ra 0,046–0,070 мкм, а при обработке на постоянном токе Ra 0,144–0,168 мкм.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ТИТАНА НА СТРУКТУРУ ФОРМИРУЕМЫХ ПОКРЫТИЙ

Королёв А. Ю.[2], Нисс В. С.[1], Алексеев Ю. Г.[2], Паршуто А. Э.[2], Сорока Е. В.[2]

[1)] Белорусский национальный технический университет,

[2)] Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

korolyov@park.bntu.by

Аннотация. В работе исследовалось влияние режимов высокочастотного импульсного МДО титана ВТ1-0 в электролите на основе ортофосфорной кислоты на морфологию формируемого оксидного слоя. Установлено, что оксидное покрытие представляет собой относительно рыхлую структуру со множеством пор и борозд-док, размеры и количество которых зависят от длительности импульсов технологического напряжения. Шероховатость сформированного оксидного покрытия имеет существенную нелинейность от длительности импульсов. При малой длительности импульса (0,05 мс) происходит формирование неоднородной поверхности с высокой шероховатостью (до Ra = 1,2 мкм), что связано, по-видимому, с недостаточным количеством энергии, поставляемой в зону обработки за малый промежуток вре-

мени и невозможностью образования относительно ровного покрытия. При большей длительности импульсов (0,1–1,0 мс) шероховатость значительно ниже и составляет Ra = 0,5–0,6 мкм. При дальнейшем увеличении длительности импульсов (до 5 мс) шероховатость увеличивается и достигает значения Ra = 0,9 мкм.

Annotation. The effect of high-frequency pulsed MAO modes of titanium VT1-0 in an electrolyte based on phosphoric acid on the morphology of the formed oxide layer was studied. It has been established that the oxide coating is a relatively loose structure with many pores and grooves, the size and number of which depend on the duration of the process voltage pulses. The roughness of the formed oxide coating has a significant non-linearity depending on the pulse duration. With a short pulse duration (0.05 ms), an inhomogeneous surface with high roughness (up to Ra = 1.2 μm) is formed, which is apparently due to the insufficient amount of energy supplied to the treatment zone for a short period of time and the impossibility of forming relatively flat coverage. With a longer pulse duration (0.1–1.0 ms), the roughness is much lower and amounts to Ra = 0.5–0.6 μm. With a further increase in the pulse duration (up to 5 ms), the roughness increases and reaches the value Ra = 0.9 μm.

Для повышения производительности с возможностью управления структурой и свойствами формируемых оксидных слоев предложен метод микродугового оксидирования, основанный на использовании полностью управляемых по амплитуде и длительности разнополярных импульсов напряжением до 600 В с регулируемой частотой от 50 до 2500 Гц. В работе исследовалось влияние режимов высокочастотного импульсного МДО титана ВТ1-0 в электролите на основе ортофосфорной кислоты на морфологию формируемого оксидного слоя [1].

В качестве электролита использовался водный раствор H_3PO_4 (1 % масс). Температура электролита составляла 25 °С. Для исследований использовались плоские образцы из титана ВТ1-0 с размерами 20×5×1 мм (площадь обработки 2,0 см^2). Обработка образцов выполнялась в биполярном режиме при длительности импульсов 0,05 мс, 0,2 мс, 0,5 мс, 1,0 мс и 5,0 мс в форме меандра с коэффициентом заполнения 50 %. Амплитуда импульса положительного напряжения составляла 400 В, отрицательного напряжения – 50 В. Продолжительность обработки составляла 5 мин.

Электронные микрофотографии поверхности образцов при различных значениях длительности импульсов высокочастотного импульсного МДО представлены на рис. 1. Оксидная пленка на поверхности покрытия представляет собой относительно рыхлую структуру со множеством пор и бороздок, размеры и количество которых зависят от длительности импульсов технологического напряжения. Наибольшего размера бороздки достигают при длительности импульсов 0,2–0,5 мс и составляют 50–60 мкм. При длительности импульсов 0,1–0,05 мс бороздки существенно меньше и имеют длину 10–15 мкм. Установлено, что размер пор уменьшается при снижении длительности импульсов (рис. 2). Покрытия, полученные при длительности импульсов 5 мс представляет собой достаточно пористую структуру, в то время как при 0,05–0,2 мс пористость и размеры борозд-

док существенно меньше. Увеличение длительности импульсов технологического напряжения с 0,05 мкс до 5 мс приводит к росту размера пор с 0,5 мкм до 2,2 мкм соответственно.

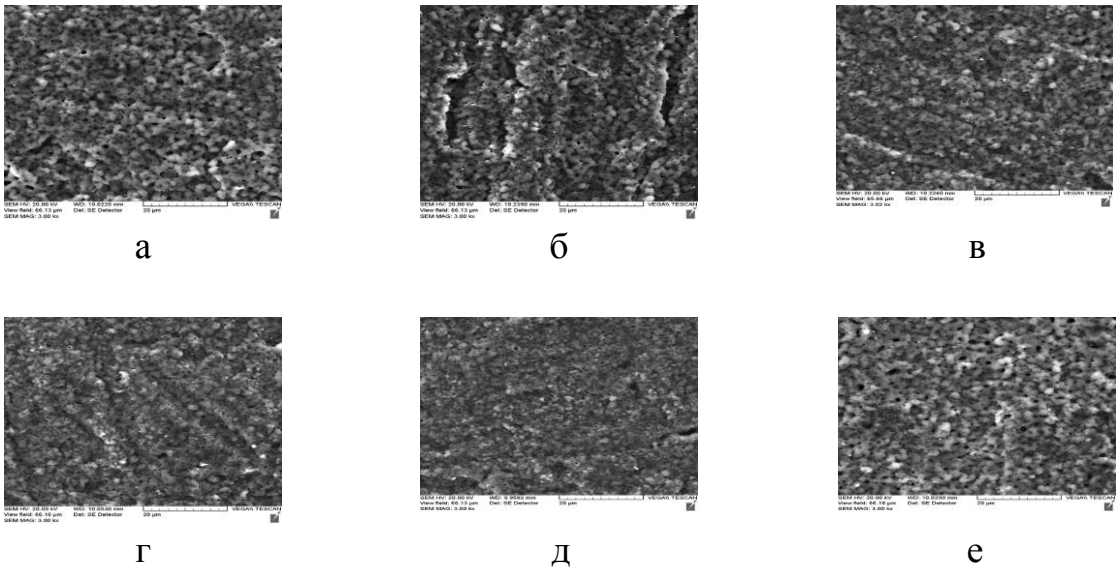


Рисунок 1 – Электронные микрофотографии поверхности образцов из титана ВТ1-0 при различных значениях длительности импульсов: *а* – 1, 0 мс; *б* – 0,5 мс; *в* – 0,2 мс; *г* – 0,1 мс; *д* – 0,05 мс; *е* – 5 мс

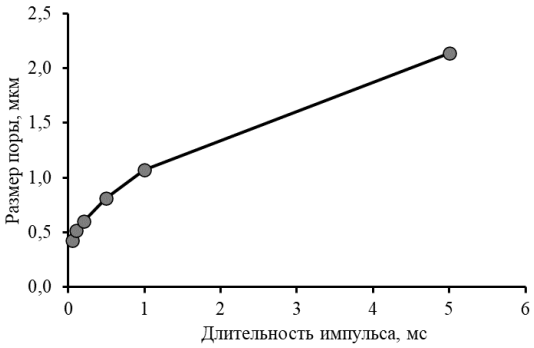


Рисунок 2 – Изменение размера пор в покрытии МДО в зависимости от длительности импульсов

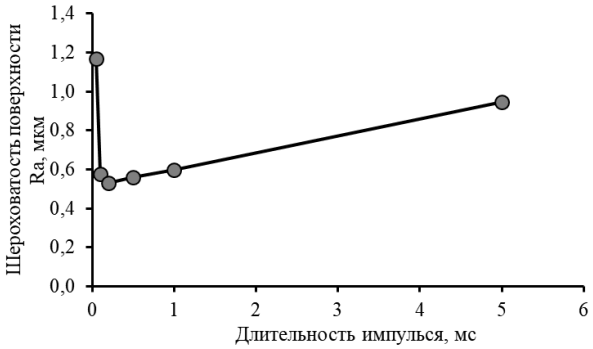


Рисунок 3 – Зависимость шероховатости поверхности оксидного слоя от длительности импульсов

Анализ зависимости на рис. 3 показывает существенную нелинейность шероховатости формируемого оксидного слоя от длительности импульсов. При малой длительности импульса (0,05 мс) происходит формирование неоднородной поверхности с высокой шероховатостью (до Ra = 1,2 мкм). Такое состояние оксидного слоя связано, по-видимому, с недостаточным количеством энергии, поставляемой в зону обработки за малый промежуток времени и невозможностью образования относительно ровного покрытия. При большей длительности импульсов (0,1–1,0 мс) шероховатость значительно ниже и составляет Ra = 0,5–0,6 мкм. При дальнейшем увеличении длительности импульсов (до 5 мс) шероховатость увеличивается и достигает значения Ra = 0,9 мкм.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЧЕРНЫХ МДО-ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

Королёв А. Ю.[1], Нисс В. С.[2], Сенченко Г. М.[2], Янович В. А.[1]
[1)] Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»,
[2)] Белорусский национальный технический университет
korolyov@park.bntu.by

Аннотация. В работе приводятся результаты исследования структуры и свойств черных керамических покрытий на алюминиевом сплаве АМг2, полученных методом микродугового оксидирования с применением силикатно-фосфатного электролита. Покрытия имеют глобулярную структуру с большим количеством пор с размерами преимущественно 0,5–3,2 мкм. Шероховатость формируемых покрытий зависит от состава электролита и составляет 1,08–4,20 мкм. Максимальная износостойкость полученных покрытий (скорость износа 0,38–$0{,}59 \cdot 10^{-4}$ мм^3/м·Н) достигается при обработке с продолжительностью 10 мин (толщина покрытий – до 31 мкм). Дальнейшее увеличение продолжительности обработки не оказывает существенного влияния на скорость износа.

Annotation. The paper presents the results of a study of the structure and properties of black ceramic coatings on aluminum alloy AMg2 obtained by microarc oxidation using a silicate-phosphate electrolyte. The coatings have a globular structure with a large number of pores with sizes predominantly 0.5–3.2 μm. The roughness of the formed coatings depends on the composition of the electrolyte and is 1.08–4.20 μm. The maximum wear resistance of the resulting coatings (wear rate 0.38–0.59 10-4 mm3/m·N) is achieved during treatment with a duration of 10 min (coating thickness up to 31 μm). A further increase in the duration of processing does not have a significant effect on the wear rate.

В работе приводятся результаты исследования структуры и свойств черных керамических покрытий на алюминиевом сплаве АМг2, полученных методом микродугового оксидирования с применением силикатно-фосфатного электролита с добавлением ферроцианида калия в качестве окрашивающего компонента (рис. 1.) [1].

Установлено, что с повышением содержания ферроцианида калия с 0,5 до 1,5 г/л наблюдается значительное снижение качества формируемых покрытий. Дальнейшее повышение концентрации ферроцианида калия не оказывает влияние на изменение шероховатости. Так повышение концентрации ферроцианида калия с 0,5 до 1,5 г/л приводит к увеличению шероховатости поверхности Ra с 1,08 мкм до 4,20 мкм (рис. 2).

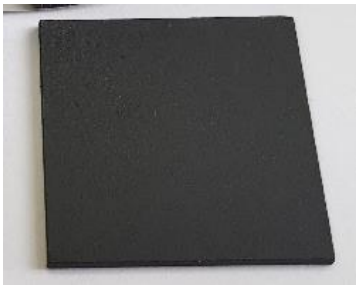


Рисунок 1 – Внешний вид образца с полученным черным керамическим покрытием

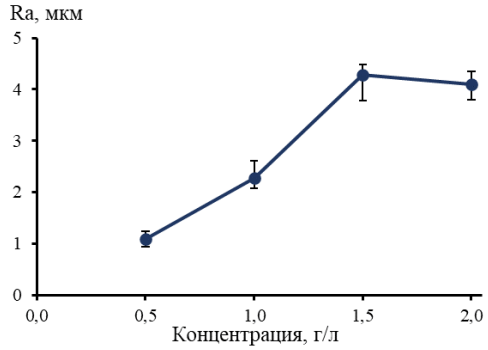
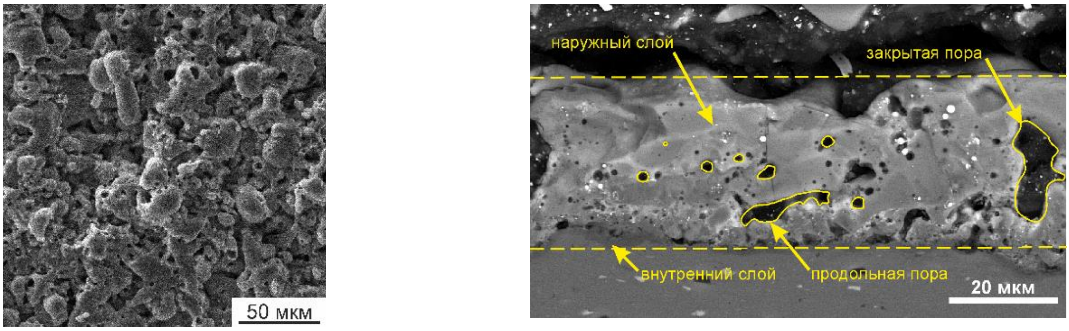


Рисунок 2 – Влияние концентрации ферроцианида калия на шероховатость покрытия

На рис. 3 представлены фотографии структуры поверхности и поперечного сечения полученного покрытия. Покрытие имеет глобулярную структуру с большим количеством пор, имеющих преимущественно размеры 0,5–3,2 мкм (рис. 3, *а*). Установлено, что повышение содержания ферроцианида калия приводит к уплотнению структуры покрытий со значительным увеличением плотности и размеров глобулярных образований. Оксидный слой с общей толщиной 31 мкм включает относительно небольшой беспористый внутренний слой (1,5–2,5 мкм). Наружный слой имеет как продольные, так и поперечные (причем закрытые) поры с размером до 18 мкм. При этом в структуре наружного слоя присутствует большое количество мелких сферических пор с размерами 0,5–2,5 мкм (рис. 3, *б*).



а б

Рисунок 3 – Морфология и структура покрытия

На рис. 4 представлены зависимости, характеризующие влияние продолжительности обработки на скорость износа поверхности образцов. На начальной стадии обработки (1 мин) покрытия демонстрировали низкую стойкость к износу. При воздействии индентором из-за малой толщины покрытия продавливались в подложку или полностью изнашивались с дальнейшим износом подложки на относительно большую глубину – 24–26 мкм, что соответствует скорости износа $3{,}0–3{,}4 \cdot 10^{-4}$ мм^3/м·Н. Максимальная износостойкость покрытий (скорость износа $0{,}38–0{,}59 \cdot 10^{-4}$ мм^3/м·Н) была достигнута при обработке с продолжительностью 10 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки существенным образом не оказало влияние на скорость износа.

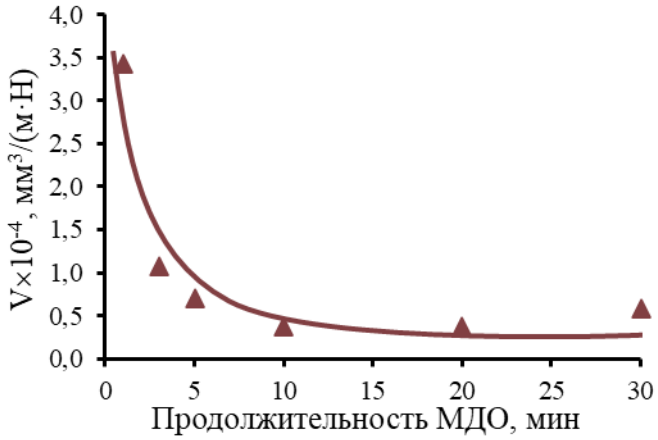


Рисунок 4 – Влияние продолжительности МДО на скорость износа поверхности

Список использованных источников

1. Нисс В.С., Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю. Структура и свойства оксидных покрытий, полученных высокочастотным микродуговым оксидированием // Интеграция науки, образования, производства – залог прогресса и процветания: сбор. материалов международной науч.-практической конф., посвященной 5-летию основания Новаийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, 9–10 июня 2022 г. / г. Навои, Республика Узбекистан, в трёх томах. – Навои, 2022. – Т. 3. – С. 115–119.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВА ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Королёв А. Ю.[2], Нисс В. С.[1], Сенченко Г. М.[1], Алексеев Ю. Г.[2], Иванов А. И.[2]

[1)] Белорусский национальный технический университет,

[2)] Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

korolyov@park.bntu.by

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния тепловых и электрических условий в процессе модифицирования поверхности титана с применением электролитно-плазменного нагрева на максимальную температуру образца и скорость нагрева. Установлено, что при температуре электролита 25 °С достигается наибольшая стабильность процесса электролитно-плазменного нагрева и максимально широкий диапазон значений рабочего напряжения, при который может быть реализован процесс нагрева. Увеличение мощности с 311 до 339 Вт/см^2, что соответствует значениям рабочего напряжения 175–250 В, приводит к существенному повышению скорости

нагрева от 154 до 260 °С/с и плавному увеличению температуры нагрева в диапазоне от 700 до 960 °С. Максимальная доля тепла, затрачиваемая на нагрев анода соответствует рабочему напряжению 250 В.

Annotation. The paper presents the results of studying the influence of thermal and electrical conditions in the process of modifying the titanium surface using electrolytic-plasma heating on the maximum sample temperature and heating rate. It has been established that at an electrolyte temperature of 25 °C, the greatest stability of the electrolytic-plasma heating process and the widest range of operating voltage values at which the heating process can be implemented are achieved. An increase in power from 311 to 339 W/cm2, which corresponds to operating voltages of 175–250 V, leads to a significant increase in the heating rate from 154 to 260 °C/s and a gradual increase in the heating temperature in the range from 700 to 960 °C. The maximum share of heat spent on heating the anode corresponds to an operating voltage of 250 V.

В качестве альтернативы существующим методам упрочнения поверхности титана и титановых сплавов предложен метод электрохимико-термической обработки – электролитно-плазменный нагрев в азот- или углеродсодержащем электролите с последующей закалкой путем отключения рабочего напряжения [1]. В работе исследовалось влияние тепловых и электрических условий (температура электролита, напряжение, плотность тока, удельная мощность) в процессе модифицирования поверхности титана с применением электролитно-плазменного нагрева на скорость нагрева, максимальную температуру нагрева и долю тепла, затрачиваемую непосредственно на нагрев.

Для исследований использовались образцы из титанового сплава ВТ6 диаметром 8 мм и длиной 30 мм. В качестве электролита использовался 10 %-й водный раствор хлорида аммония. На рис. 1 представлены вольтамперные характеристики электролитно-плазменного нагрева при различных значениях температуры электролита. Для расчета скорости и удельной мощности нагрева использовались данные, полученные при анализе начальных временных разверток тока. На развертках выделяются следующие стадии процесса нагрева (рис. 2).

1. Стадия погружения образца в электролит, во время которой происходит рост тока с образованием парогазовой оболочки вокруг образца. Длительность этой стадии, определяется скоростью погружения образца в электролит.

2. Стадия нагрева, во время которой в результате роста температуры образца увеличивается толщина парогазовой оболочки с постепенным снижением силы тока до постоянного значения. Длительность этой стадии соответствует времени нагрева образца.

3. Стадия поддержания температуры образца, во время которой значение силы тока остается постоянным.

Удельная мощность электролитно-плазменного нагрева определялась по стадии поддержания температуры образца – умножением усреднённого значения стабилизированного тока на соответствующее рабочее напряжение.

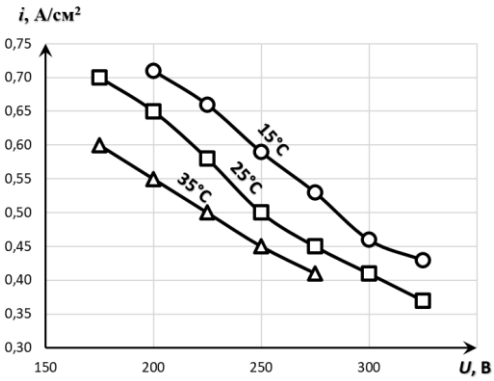


Рисунок 1 – Вольтамперные характеристики процесса анодного нагрева при различных значениях температуры электролита

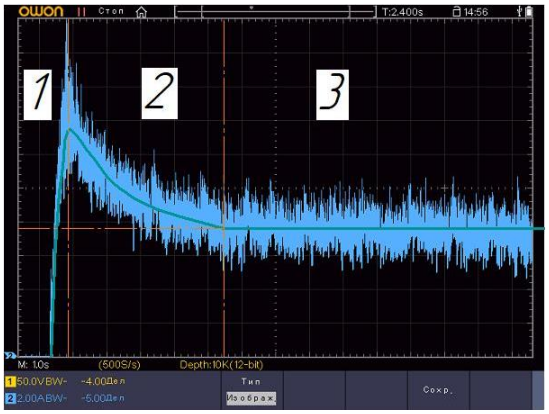


Рисунок 2 – Осциллограмма переходных процессов электролитно-плазменного нагрева при напряжении 175 В

Зависимость распределения максимальной температуры нагрева от рабочего напряжения имеет параболический характер. В диапазоне 175–250 В наблюдается рост максимальной температуры нагрева, а далее происходит ее снижение. Во всём исследуемом диапазоне значений напряжения 175–275 В происходит плавный рост удельной мощности нагрева. В диапазоне от 175 до 250 В происходит увеличение скорости нагрева. Дальнейшее увеличение напряжения приводит к снижению скорости нагрева.

На рис. 3 представлена зависимость изменения доли тепла от рабочего напряжения. Максимальная доля тепла, поступающего в анод ($\eta_{ан}$ = 24,6 %), обеспечивается при напряжении 250 В. С дальнейшим увеличением рабочего напряжения величина $\eta_{ан}$ снижается.

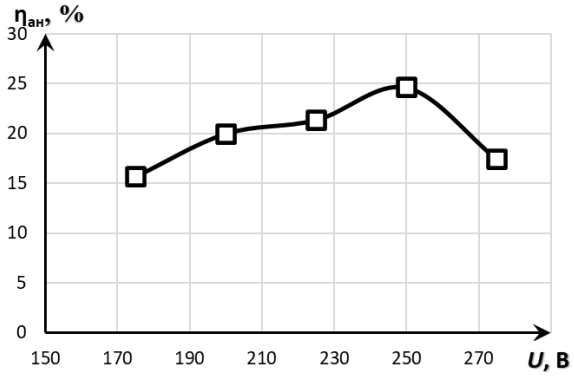


Рисунок 3 – Зависимость изменения доли тепла, затрачиваемого на нагрев анода, от напряжения

Список использованных источников

1. Особенности электролитно-плазменного нагрева при электрохимико-термической обработке стали / Ю.Г. Алексеев [и др.] // Наука и техника. – 2013. – №6. – С. 20–24.

ЗАЩИТА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ РАДИО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Кот П. И., Белоцерковский М. А., Кришталь С. А.
Белорусский национальный технический университет
pkot0192@gmail.com

Аннотация. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований показана возможность формирования металлических покрытий на термопластичных полимерах методом гиперзвуковой металлизации. Исследован вопрос влияния толщины металлического покрытия на величину отражения радио и электромагнитных волн.

Annotation. As a result of theoretical and experimental studies, the possibility of forming metal coatings on thermoplastic polymers by hypersonic metallization is shown. The question of the influence of the thickness of the metal coating on the reflection of radio and electromagnetic waves is investigated.

Основной целью исследований, результаты которых приведены в данной работе, явилась разработка технологического процесса защиты полимерных корпусов блоков электронного управления БПА нанесением металлических покрытий методом гиперзвуковой металлизации.

В настоящее времени появились огромные перспективы применения беспилотных аппаратов как для гражданских (логистика, строительство, сельское хозяйство и др.), так и военных целей. Многие страны мира активно занимаются разработкой и совершенствованием беспилотного транспорта – от миниатюрных квадрокоптеров для личных целее до тяжелых ударных машин – дронов.

Беспилотник (БПА) можно вывести из строя, если во время работы нарушить работу его бортовых датчиков, забить каналы связи, передачи данных и контроля, заглушить сигналы системы GPS, от чего БПА становится слепым и беспомощным. Информационное подавление с помощью систем радиоэлектронной борьбы стандартными, хорошо отработанными способами, а также с помощью новейших электронных технологий кибератак.

Один из важнейших вопросов современной науки в сфере проектирования БПА является предотвращения кибератак и радиоэлектронного взлома, минимизация обнаружения радарам аппарата. В связи с этим разработка композиционных материалов и покрытий, способных отражать радиоэлектронные и магнитные волны является весьма важной задачей.

Эффективным направлением получения изделий с заранее заданными физико-механическими свойствами (высокая радио- электромагнитная защита) может являться использование газотермических технологий путем формирования металлических или композиционных покрытий относительно больших толщин на полимерных подложках. Помимо защитных характеристик такая технология позволит значительно снизить массогабаритные показатели изделий. При этом необходима разработка таких технологических приемов формирования покрытий на

полимерах, которые бы обеспечили их толщину 0,2–1,5 мм при адгезии не ниже 4 МПа, т. е. позволили бы сохранить определенную механическую прочность.

Одним из наиболее перспективных способов получения металлических покрытий является гиперзвуковая металлизация (ГМ). Нанесение покрытий данным способом осуществляется путем распыления расплава, полученного в результате плавления двух проволок электрической дугой, с помощью высокоскоростной струи продуктов сгорания воздушно-пропановой смеси [4]. Главной отличительной особенностью ГМ является наличие малогабаритной высокоэффективной камеры сгорания воздушно-пропановой смеси, сверхзвуковая струя которой имеет на выходе скорость 1500 м/с при температуре 1850 ºС. Это позволяет частицам расплавленного металла разгонятся в потоке до 500 м/с и формировать покрытие, имеющее плотность и прочность сцепления в 2–3 раза выше, чем при традиционной электродуговой металлизации.

Процесс гиперзвуковой металлизации осуществлялся на установке АДМ-10 при использовании пропано-воздушной смеси для формирования распыляющего факела. Для нанесения покрытий использовались проволоки из меди и кремния $CuSi_3$ (ГОСТ 16130-90). В качестве материала подложек использовались пластина толщиной 6 мм полиамида ПА-6 (ОСТ-6-06-09-93).

В рамках исследования произвели определения коэффициента отражения, при помощи устройства «Измеритель КСВН панорамный Р2-61». Данный аппарат предназначен для измерения и воспроизведения на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) частотных характеристик коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН, в формулах – KctU) и ослабления элементов волноводных каналов.

Экранирующие характеристики были получены путем детектирования напряжения падающего, прошедшего и отраженного сигналов источника электромагнитного излучения при взаимодействии с исследуемым материалом. Измерения величины ослабления ЭМИ и коэффициента отражения осуществлялись с помощью панорамного измерителя коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) и ослабления Я2Р-67 с использованием генератора ГКЧ−61 в диапазоне 8…12 ГГц. Калибровка приборов осуществлялась во всем рабочем диапазоне частот по стандартной методике после установки диапазона качания частоты и уровня падающей мощности.

Коэффициент отражения $К_{отр}$ определялся расчетным путем на основании полученных значений КСВН по формуле:

$$К_{отр} = 20\lg\frac{КСВН-1}{КСВН+1}. \quad (1)$$

Таблица 1 – Результаты оценки коэффициента отражения.

№	Частота, ГГц	Котр, ДБ	№	Частота, ГГц	Котр, ДБ	№	Частота, ГГц	Котр, ДБ
№ 1 Толщина покрытия 100 мкм материал $CuSi_3$			№ 2 Толщина покрытия 200 мкм материал $CuSi_3$			№ 3 Толщина покрытия 300 мкм материал $CuSi_3$		
1	8	0,735	1	8	2,435	1	8	0,142
2	8,5	0,709	2	8,5	1,486	2	8,5	–0,112
3	9	0,342	3	9	1,599	3	9	–0,220

Окончание таблицы 1

№	Частота, ГГц	Котр, ДБ	№	Частота, ГГц	Котр, ДБ	№	Частота, ГГц	Котр, ДБ
№ 1 Толщина покрытия 100 мкм материал $CuSi_3$			№ 2 Толщина покрытия 200 мкм материал $CuSi_3$			№ 3 Толщина покрытия 300 мкм материал $CuSi_3$		
4	9,5	0,466	4	9,5	1,623	4	9,5	0
5	10	0,480	5	10	1,533	5	10	0
6	10,5	–0,255	6	10,5	1,409	6	10,5	–0,255
7	11	0	7	11	1,486	7	11	0
8	11,5	0	8	11,5	1,541	8	11,5	0
9	12	0,457	9	12	1,455	9	12	–0,147

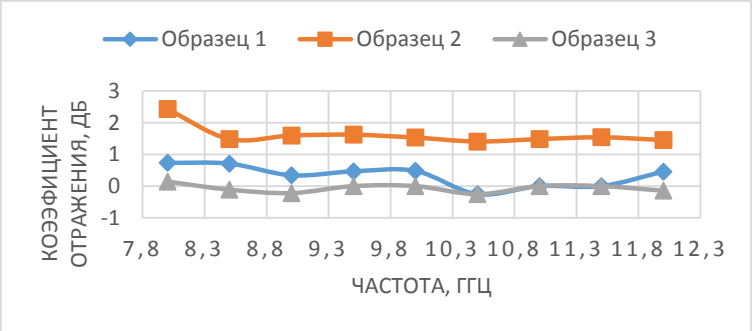


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента отражения от частоты импульса

Как видно из графика все образцы обладают низкими значениями коэффициента отражения, однако практически полное отражение волн на всем диапазоне измерения 8…12 ГГц показал образец №3 получаемы напылением на полиамид 6 материала $CuSi_3$ при давлении сжатого воздуха 0,3 МПа, давлении пропанбутановой смени 0,32 МПа, напряжении дуги 33 В, толщиной покрытия 300 мкм. Как видно из графиков наблюдается прямая зависимость толщины покрытия от радиозащиты на диапазоне 8…12 ГГЦ.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод что ГМ является перспективным направлением для формирования металлических покрытий на термопластичных полимерах.

Список использованных источников

1. W. Huang, X. Fan, Y. Zhao. Fabrication of Thermal Barrier Coatings onto Polyimide Matrix Composites Via Air Plasma Spray Process // Surface and Coating Technology, 2012, 207, p. 421–429.

2. Alexandre Sabard, Abdullah Albassam, Tanvir Hussain, Sunil Chadha. Cold spraying of metallic powders onto polymeric substrates: window of deposition and bonding mechanisms // International conference proceedings ITSC –2018, May 7-10, Orlando, Florida, p. 135–139.

3. Hanqing Che, McGill, Phuong Vo, Stephen Yue. Investigation of Cold Spray on Polymers by Single Particle Impact Experiments // International conference proceedings ITSC – 2018, May 7-10, Orlando, Florida, p. 129–134.

4. Белоцерковский М.А. Развитие технологий активированного газопламенного напыления и электродуговой металлизации / В сб. Порошковая металлургия в Беларуси: вызовы времени : сб. научн. статей / ГНПО НАН Беларуси; редкол.: А.Ф. Иьющенко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2017. С. 400–413.

5. Белоцерковский М.А. Технологии формирования слоистых покрытий из разнородных материалов / М.А. Белоцерковский // Упрочняющие технологии и покрытия. 2009. № 3. С. 49–53.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ ХИТОЗАНА И АКРИЛОВЫХ МОНОМЕРОВ

Кудышкин В. О., Абрарова З. М., Бозоров Н. И., Жумартова У.,
Рашидова С. Ш.
Институт химии и физики полимеров Академии наук
Республики Узбекистан
persival2015@yandex.ru, polymer@academy.uz

Аннотация. Осуществлен синтез привитых сополимеров природного полисахарида хитозана и акриловых мономеров. Установлено, что хитозан способствует ускорению структурообразования макромолекул в процессе получения полимеров трехмерной структуры. Показано, что эффект связан с локальным увеличением концентрации акриловых мономеров в присутствии ХЗ. Это явление может быть использовано в качестве инструмента регулирования скорости структурирования привитых сополимеров с получением водонабухающих гидрогелей.

Annotation. The synthesis of grafted copolymers of chitosan natural polysaccharide and acrylic monomers was carried out. It is established that chitosan contributes to the acceleration of the structure formation of macromolecules in the process of obtaining polymers of three-dimensional structure. It is shown that the effect is associated with a local increase in the concentration of acrylic monomers in the presence of chitosan. This phenomenon can be used as a tool for regulating the rate of structuring of grafted copolymers to obtain water-swelling hydrogels.

Привитая сополимеризация является одним из наиболее простых и эффективных способов химической модификации макромолекул. Осуществление синтеза макромолекулярных объектов, содержащих последовательности звеньев в боковых цепях возможно с участием широкого круга полимеров и мономеров. Особый интерес представляют привитые сополимеры природных полисахаридов, в частности, хитозана (ХЗ) и акриловых мономеров. Такие сополимеры, обладающие трехмерной структурой, могут быть применены в качестве высокоэффективных сорбционных материалов. Гидрогели на основе привитых сополимеров акриловых мономеров на хитозан, обладающие слабосшитой структурой могут быть использованы в качестве влагопоглощающих и водоудерживающих ма-

териалов, применяемых в сельском хозяйстве и для производства изделий санитарно-гигиенического назначения. Несмотря на то, что синтез привитых сополимеровхитозана и акриловых мономеров известен уже давно, в этом направлении остается нерешенным ряд фундаментальных аспектов, ограничивающих возможности регулирования процесса привитой сополимеризации и формирования трехмерной структуры макромолекул.

При полимеризации акриловой кислоты (АК) в присутствии ХЗ, наблюдается влияние природного полисахарида как на скорость полимеризации, так и на процесс формирования трехмерной структуры. Этот эффект может быть использован в целях регулирования процесса формирования трехмерной структуры макромолекул привитых сополимеров, формируемых в процессе радикальной сополимеризации. Механизм ускоряющего действия ХЗ на процесс (со)полимеризации и формирования трехмерной структуры макромолекул до конца не ясен и свидетельствует, очевидно, о том, что макромолекула хитозана в процессе привитой сополимеризации не просто является основой на который прививаются последовательности звеньев акриловых мономеров, но и участвует в других химических взаимодействиях с компонентами реакционной смеси.

Целью данной работы является установление механизма влияния хитозана на процесс привитой радикальной сополимеризации и установление возможности использования обнаруженного эффекта как инструмента формирования трехмерной структуры при синтезе гидрогелей на основе привитых сополимеров ХЗ и АК.

Синтез привитых сополимеров ХЗ и АК осуществляли по радикальному механизму в присутствии инициатора персульфата калия (ПСК) при 50 ºС в атмосфере азоте. Для опытов использовали как крабовый ХЗ, так и ХЗ из куколок тутового шелкопряда.

В молекулярном звене ХЗ наиболее подвижными являются атомы водорода гидроксильной группы и аминогруппы. В настоящее время установлено, что механизм привитой сополимеризации виниловых мономеров на ХЗ заключается во взаимодействии ПСК с водородом аминогруппы ХЗ в результате чего образуется активный радикал на макромолекуле ХЗ.

Экспериментально было показано, что присутствие небольших количеств ХЗ в растворе акриловой кислоты существенно влияет на скорость формирования трехмерной структуры. Добавка природного полисахарида в реакционную смесь на уровне концентрации инициатора, то есть порядка 10^{-3} моль/л, позволяет существенно снизить время начала структурообразования реакционной смеси. Этот эффект может быть использован для получения высоконабухающих гидрогелей.

Ускорение полимеризации ряда акриловых мономеров в присутствии хитозана может быть объяснено с позиций локального увеличения концентрации мономера в зоне роста привитой цепи.

Для проверки предположения о локальном изменении концентраций акриловых мономеров в присутствии макромолекул ХЗ, проведены исследования методом диализа. Для этого готовили раствор АК заданой концентрации. В объеме

раствора, ограниченном полупроницаемой мембраной растворяли заданное количество ХЗ. С течением времени наблюдается разность концентраций акриловой кислоты в зонах где присутствовал и отсутствовал ХЗ. Это связано по всей видимости с взаимодействием мономера с аминогруппой хитозана и образованием водородных связей между молекулами АК. О наличии такого взаимодействия свидетельствуют также УФ-спектры смеси мономера и ХЗ. Повышение концентрации мономера, в соответствии с классическими закономерностями будет приводить к увеличению скорости всех элементарных реакций с участием мономера, то есть реакции роста и передачи цепи. Увеличение скорости этих реакций в присутствии ХЗ приводит как к увеличению молекулярной массы (ММ) полимера, так и к увеличению скорости передачи цепи, и, соответственно, к снижению времени формирования трехмерной структуры.

Характерно отметить, что влияние хитозана на процесс полимеризации акриловых мономеров наблюдается также для акриламида (АА). Для осуществления синтеза полимеров использовали водный раствор АА с содержанием мономера 10–12%, полученный аммиачным методом при pH = 7–8. Синтез осуществляли по радикальному механизму в присутствии окислительно-восстановительной системы персульфата калия-пиросульфита натрия (ПСК-ПСН) в атмосфере азота. ХЗ, растворенный в кислой среде добавляли водный раствор АА. Концентрация ХЗ в реакционной смеси составляла 0,03–0,3 масс.%. Полимеризацию проводили в интервале температур 25–30 ^{o}C, от 120 мин до 240 мин. В результате были получены растворимые (со)полимеры АА. Установлено, что влияние ХЗ на характеристическую вязкость (со)полимеров АА имеет достаточно сложный характер. Наблюдается рост значений [η] полимера при увеличнии концентрации ХЗ от 0 до 0,2 %. Дальнейшее увеличение концентрации ХЗ приводит к снижению молекулярной массы.

Таким образом, присутствие ХЗ способствует как ускорению структурообразования АК в процессе получения полимеров трехмерной структуры, так и повышению молекулярной массы акриламида при получении водорастворимых полимеров. Установлено, что данный эффект связан с локальным увеличением концентрации акриловых мономеров в присутствии ХЗ. Это явление может быть использовано для получения высокомолекулярного ПАА, являющегося неионогенным флокулянтом, а также для регулирования скорости структурирования акриловой кислоты в радикальной полимеризации с получением водонабухающих гидрогелей.

Работа выполнена в рамках совместного Узбекско-Белорусского фундаментального проекта IL-4821091571 «Новые методы получения гибридных полимерных суперабсорбентов на основе полисахаридов и полиакрилатов».

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА МЕДИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ГЛАЗУРЕЙ

Левицкий И. А.[1], Дяденко М. В.[1], Кучерова Д. В.[1], Арипова М. Х.[2], Бабаханова З. А.[2]
[1)] Белорусский государственный технологический университет,
[2)] Ташкентский химико-технологический институт
levitskii@belstu.by

Аннотация. Приведены результаты исследований по получению антибактериальных медьсодержащих глазурей для керамогранита. Приведены результаты комплексного изучения физико-химических свойств, структуры и фазового состава покрытий и установлена их взаимосвязь. Антибактериальные свойства обеспечены формированием кристаллических фаз тенорита (CuO) и куприта (Cu_2O).

Annotation. The results of researches of the antibacterial copper-containing glazes production for porcelain tile are given. The results of the complex study of the physicochemical properties, structure and phase composition of the coatings had presented and their relationship had established. Antibacterial properties provided by the formation of crystalline phases of tenorite (CuO) and cuprite (Cu_2O).

Медь и ее соединения широко используются в качестве антимикробных агентов при получении ряда материалов и покрытий.

Данные исследования проведены с целью получения антибактериальных глазурных полуфриттованных покрытий для керамогранита.

В качестве медьсодержащей добавки использовался оксид меди (II), содержание которой составляло от 10 до 30 мас. %.

Для получения глазурей использовалась композиция, включающая полевой шпат и доломит, количество которых варьировалась в широких пределах. В качестве стеклообразующей основы применялась алюмоборосиликатная фритта, характеризующаяся повышенным содержанием оксида кальция с целью обеспечения в процессе обжига фазы анортита, инициирующих кристаллизацию медьсодержащих фаз. Фритта вводилась в количестве от 15 до 30 мас. %.

В составе композиций в качестве постоянных составляющих использовались также глинозем, кварцевый песок, огнеупорная глина и каолин примерно в равных количествах.

Глазурную суспензию готовили совместным мокрым помолом компонентов в шаровой мельнице (Spedy, Италия) до остатка на сите № 0056 в количестве 0,3–0,6 %. Влажность глазурной суспензии составляла 35–40 %. Она наносилась на высушенный до влажности 1,5–2,0 % полуфабрикат керамогранита методом полива.

Полученные образцы обжигались в роликовой пламенной конвейерной печи типа FSM–2500 (Sacmi, Италия) при температуре 1200±5 °С в течение 60±5 мин в промышленных условиях ОАО «Керамин».

Полученные глазурные покрытия характеризовались высоким качеством сформированного слоя, имеющего темно-серую, серовато-черную и черную окраску в зависимости от количества введенного оксида меди. Сформированные

глазурные покрытия характеризовались блестящей с зеркальным разливом поверхностью, полуматовой и матовой фактурой, которая также определялась как количеством введенного оксида меди, так и содержанием фритты и полевого шпата.

Блеск покрытий (блескомер ФБ–2, Россия) составлял для блестящих покрытий 65–100 %, полуматовых – 34–60 %, матовых – 15–35 %.

Исследования физико-химических свойств глазурных покрытий определялись согласно методикам ГОСТ 27180 «Плитки керамические. Методы испытаний».

Твердость покрытий по минералогической шкале в зависимости от фактуры составляла от 5 у покрытий с блестящей фактурой, до 6–7 – для полуматовых и матовых, что определялось характером формирования кристаллических составляющих.

Микротвердость покрытий коррелировала с относительной твердостью и ее значения для блестящих покрытий находились в интервале 3900–5100 МПа, полуматовых и матовых – 5400–7100 МПа.

Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) покрытий соответствовал интервалу значений $(58{,}6 – 89{,}7) \pm 0{,}5 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$ и определялся химическим составом синтезированных глазурей.

Термостойкость всех синтезированных покрытий отвечала требованиям ГОСТ 27180. Химическая устойчивость покрытий также соответствовала требованиям указанного стандарта и после испытаний в течение 24 ч обеспечивалась устойчивость к раствору № 1 (гипохлорид натрия при содержании активного хлора 13 мас. %) и № 2 (раствор хлористого аммония концентрацией вещества 100 г/дм^3). Покрытие соответствовало классу GA.

Степень износостойкости синтезированных медьсодержащих глазурей при испытании на абразиметре (JSO–8 «Cantec», Италия) соответствовала степени 2.

В результате изучения физико-химических свойств установлено, что рост содержания оксида меди (II) в глазурной композиции вызывал повышение значений твердости и микротвердости, термостойкости и износостойкости. Одновременно происходило снижение блеска и ТКЛР покрытий.

Рентгенофазовым анализом определено формирование кристаллических фаз тенорита (CuO), куприта (CuO_2) и анортита ($Ca[Al_2Si_2O_8]$). Преобладала фаза тенорита, рост содержания которой возрастал с повышением количества введенного оксида меди (II). Наличие развитого гало на рентгенограммах блестящих глазурей свидетельствовало о формировании значительных количеств стекловидной фазы, у матовых покрытий гало отсутствовало.

Дифференциально-сканирующей калориметрией (установка DSK 404 F3 Pegasus, Германия) установлено наличие эндотермических, слабо выраженных эффектов, с минимумами при 547–570 °С, связанных с удалением кристаллизационной воды из глинистых минералов. Минимумы при 573–575 °С на эндотермических эффектов характерны для модификационного перехода низкотемпературного кварца в высокотемпературный. Глубокие экзотермические эффекты с максимами при температуре 825–850 °С обусловливались кристаллизацией низкотемпературного анортита. Плавление составляющих глазури отмечалось эндотермическим эффектом с минимумами при 1060–1103 °С.

ИК-спектрами поглощения (ИК-Фурье спектрометр NEXUS E.S.P. Thermo Scientific, США) установлено наличие структурных группировок в виде тетраэдров $[SiO_4]$ и $[Al_2O_3]$, группировок $[BO_3]$ и $[BO_4]$, а также комплексов $[AlO_4]^- Na^+$ и $[AlO_4]^- Ca^{2+}_{0,5.}$ На Ик-спектрах установлены также максимумы, характерные для групп Cu(II)–O.

Проведены исследования антибактериальных свойств глазурных покрытий в отношении штаммов бактерий Staphylococcus aureus ATCC 6538 и Escherichia coli ATCC 8739 составляли соответственно 1,97±0,4 и 1,51±0,09. Гибель колониеобразующих единиц составляла около 95 %.

Данные исследования проведены в РУП «Научно-практический центр гигиены» г. Минск в соответствии с ИСО 22196:2011.

Более высокая бактерицидная активность наблюдалась у блестящих покрытий, очевидно, вследствие более высокой подвижности ионов Cu^{2+} в них, чем матовых и полуматовых глазурях, обладжающих прочной ситаллоподобной кристаллической структурой.

Электронно-микроскопические исследования подтвердили, что для блестящих покрытий характерна форма кристаллов дендритового габитуса с размером 20–100 мкм. Присутствует также стекловидная фаза, занимающая примерно 30 % площади снимка. Для матовых и полуматовых характерна полнокристаллическая структура с хаотично распределенными кристаллами, размер которых составляет 3–10 мкм и небольшим количеством стекловидной фазы (порядка 5–7 %).

Проведенные исследования в условиях ОАО «Керамин» показали реальную возможность использования медьсодержащих глазурей для декорирования керамогранита при действующих технологических режимах производства.

В результате исследований разработаны полуфриттованные глазури для керамогранита, обеспечивающие требования нормативно-технической документации, обладающие антибактериальным эффектом.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГОРНОЙ ПОРОДЫ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Ловчая В. А., Борисейко В. В.
Белорусский национальный технический университет
Lovchaya_vika@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты анализа затрат на перевозку фрезерного торфа разной влажности с месторождения до обогатительной фабрики. Сопоставлена себестоимость перевозки железнодорожным транспортом добытого сырья скреперными и пневматическими машинами.

Annotation. The article presents the results of the cost analysis for the transportation of milled peat of different moisture content from the deposit to the processing plant. The cost of transporting the extracted raw materials by rail by scraper and pneumatic machines is compared.

В недрах Беларуси на настоящее время с различной степенью изученности выявлено более 4000 месторождений полезных ископаемых [1]. Разведанные на настоящее время запасы минерально-сырьевых ресурсов позволяют полностью обеспечить потребности страны в калийных и поваренных солях, известковом и цементном сырье, керамических и тугоплавких глинах, песках строительных и песчано-гравийных материалах, строительном камне, пресных и минеральных подземных водах, в коммунально-бытовом топливе на основе торфа.

Физические свойства горных пород являются отражением совокупности геологических процессов их образования – петрогенеза. Для наиболее распространенных осадочных пород они включают стадии осадконакопления, литофикации (диагенеза) и последующих их изменений в катагенезе, метаморфизме или выветривании. Основными показателями физических свойств горных пород являются плотность частиц грунта и плотность грунта, гранулометрический состав, пористость и влажность, пластичность и консистенция и др. Влажность горных пород – это одно из основных свойств горных пород наряду с влагоемкостью, водопроницаемостью, водоотдачей и водоподъемной способностью. Влажность подразумевает количество воды, содержащейся в породе. Влажность горных пород является функциональной характеристикой, которая определяется внешними условиями среды, а также величиной и характером пористости породы, ее структурно-текстурными особенностями. Чтобы исключить влияние влажности, определение физических свойств пород выполняют на воздушно-сухих образцах. В связи с этим влажность не фигурирует в классификации основных физических свойств пород. Наличие пор и трещин в породах предопределяет возможность их заполнения различными жидкостями и газами. Наиболее часто горные породы бывают насыщены водой, которая может содержаться в них и разном виде.

Анализ влияния на себестоимость готовой продукции на примере получения топливных торфяных брикетов показал, что затраты дизтоплива на доставку с полей добычи к месту обогащения существенно отличаются, т.к. при разной влажности фрезерный торф имеет разную массу.

Известно, что при скреперном способе добычи средняя влажность фрезерного торфа составляет около 45 %, а при добыче пневматическими машинами – около 24 %. [2]. Доставка фрезерного торфа осуществляется в вагонах колеи 750 мм в среднем по 12 вагонов в одном составе. Объем вагона составляет 27 м^3. Соответственно, один состав позволяет доставить около 325 м^3. При влажности 45 % и плотности фрезерного торфа около 360 кг/ м^3 общая масса торфа в вагонах одного состава составит 117 тонн, а при влажности 24 % соответственно 84 тонны. При транспортировке состава тепловозом ТУ-8 средний расход топлива составляет 0,017 кг/т·км. Следовательно, затраты на перевозку фрезерного торфа влажностью 24 % составят 0,012 кг/т·км.

Так, например, для торфобрикетного завода с производительность 55 тыс. тонн/год, суточная потребность в торфе влажностью 15–20 % составит около 185 тонн, натуральной влажности 45 % около 268 тонн, фактической влажности 24 % составляет 194 тонны, т. е. суточная разность составит 74 т. При плече вывозки около 18 км экономия топлива составит 23 кг дизельного топлива.

Годовая экономия дизельного топлива при пониженной влажности фрезерного торфа составит около 30 тыс. тонн. При стоимости дизтоплива 2,46 руб. и постоянном расходе топлива 0,017 кг/т·км, годовая экономия составит 22 583 тыс. руб.

Заключение. При более низкой влажности фрезерного торфа затраты на производство торфяных брикетов будут значительно ниже. Разные способы добычи обеспечивают не только снижение транспортных расходов, но и экономию энергии для дополнительной искусственной сушки на обогатительной фабрике до влажности 15–20 %. Очевидна необходимость развития добычи фрезерного торфа пневматическими бункерными машинами. Снижение себестоимости продукции и, соответственно, цена, позволят ей быть более реализуемой на современном энергетическом рынке.

Список использованных источников

1. Рациональное использование и охрана ресурсов [Электронный ресурс] (https://studfile.net/preview/7236855/page:14/)

2. Березовский Н.И., Борисейко В.В. Инновационные энерго– и ресурсосберегающие технологии производства брикетов из торфа // Горная механика и машиностроение. – 2014. – № 1. – С. 48 – 55.

ВЫСОКОАКТИВНЫЙ МЕЗОПОРИСТЫЙ АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ ИЗ ОПИЛОК

Мамаев А. В.[1], Цыганкова Н. Г.[2], Савицкая Т. А[2]., Макаревич С. Е.[2], Гриншпан Д. Д. [2]

[1)]Учреждение образования «Национальный Детский Технопарк»,

[2)] Учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»

mamaev_a06@mail.ru[1], grinshpan@bsu.by[2]

Аннотация. Рассматривается способ переработки древесных отходов: коры и опилок в эффективный сорбент – активированный уголь (АУ) с высокоразвитой за счет наличия микро- и мезопор удельной поверхностью и более низкой себестоимостью по сравнению с известными аналогами.

Annotation. A method is considered for processing of wood waste: bark and sawdust into an effective sorbent – activated carbon (AC) with a highly developed specific surface due to the presence of micro- and mesopores and a lower cost compared to known analogues.

В Республике Беларусь активно развивается деревообрабатывающая промышленность. Это неизбежно приводит к возникновению огромного количества отходов: опилок, стружки, щепы, горбыля, коры и др. Так, в цехах Минлесхоза РБ за 2020 г. образовалось 630 тыс. куб. метров опилок и коры. Концерном «Беллесбумпром» в 2020 г. было экспортировано 243,4 тыс. т древесной

щепы и стружки по цене $21 за тонну, 11 361 т опилок по цене $70,3 за тонну. Кора отдельно не собирается, ее учет не ведется. ГЛХУ «Рогачевский лесхоз» реализует населению древесные отходы по следующим ценам: опилки древесные – 4,37 руб., отходы древесные – 5,25 руб., стружка древесная – 1,44 руб., щепа топливная – 34 руб. 98 коп за тонну.

В тоже время промышленные предприятия, которые сбрасывают в природные водоемы огромное количество загрязнённых химическими веществами сточных вод, нуждаются в их очистке. Одним из самых лучших сорбентов для очистки воды является активированный уголь (АУ). На территории Беларуси активированный уголь не производится, так как получаемый по существующим технологиям (способом парогазовой активации из древесины березы) имеет очень высокую себестоимость, которая в 5 раз выше стоимости импортируемого угля. Это обстоятельство делает производство АУ по известным технологиям на территории Беларуси неконкурентоспособным. По информации Национального статистического комитета Республики Беларусь, импорт активированного угля из России, Китая и стран ЕС составил 571 702 кг/год. Поэтому мы сочли целесообразным получить из коры и опилок активированный уголь.

Для получения активированного угля последовательно проводили химическую и двухстадийную термическую обработку в муфельной печи при температурах 300 ºС и 500 ºС в течение различного времени. Полученный уголь по стандартной методике был исследован на сорбцию красителя метиленового голубого (МГ), йода и наличие ионообменных свойств. По данным низкотемпературной адсорбции азота была определена удельная поверхность АУ по BET. Также была определена способность полученного активированного угля выступать в качестве сорбента в процессах фильтрации воды путём анализа изменения цветности, химического потребления кислорода и содержания железа в исходной грязной воде и воде после фильтрации

С выходом 26 % нами был получен АУ с очень высокой сорбционной способностью по МГ – 610 мг/г, йоду – 1030 мг/г. Представленные результаты позволяют выбрать опилки в качестве сырья для получения АУ высокоактивного АУ с высокой удельной поверхностью, равной 1348 $м^2$/г, из которых 578 $м^2$/г составляет микропоры, 770 $м^2$/г – мезопоры. Суммарный объем пор равен 0,83 $см^3$/г. По своим показателям наш уголь значительно превосходит лучшие мировые аналоги (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика экспериментальных АУ и мировых аналогов

Название продукта, страна-производитель	СА по МГ, мг/г
Таблетки (Natur Product) производства Франци	15±5
Гранулы «Карболонг» производства Украины	90±5
Таблетки Борщаговский ХФЗ производства Украины	195±10
Таблетки «Norit» производства Нидерланды	170±10
Таблетки «Carbo medicinalis 0,3 g» производства Польши	140±10

Окончание таблицы 1

Название продукта, страна-производитель	СА по МГ, мг/г
Таблетки АО «Медисорб» производства России	190±10
Таблетки ПО «Курский КЛС» производства России	230±10
Порошок «Белосорб-П» производства Республики Беларусь	300±10
Активированный уголь (Несвиж) производства Республики Беларусь	320±10
Обычный древесный уголь производства Республики Беларусь	190±10
Таблетки «Kohle-Compretten», (Merck) производства Германии	320±10
Таблетки «Ultracarbon» (Merck), Германия	250±10
Гранулы «Карбовит-КУ-II производства Украины	250±10
Порошок АУТ-МИ (Светлогорск) производства Республики Беларусь	470±10
Таблетки «Углесорб», экспериментально полученные в НИИ ФХП БГУ	540±10
АУ из коры (1 мм), экспериментально полученный в НИИ ФХП БГУ	595±10
АУ из опилок, экспериментально полученный в НИИ ФХП БГУ	**610±10**

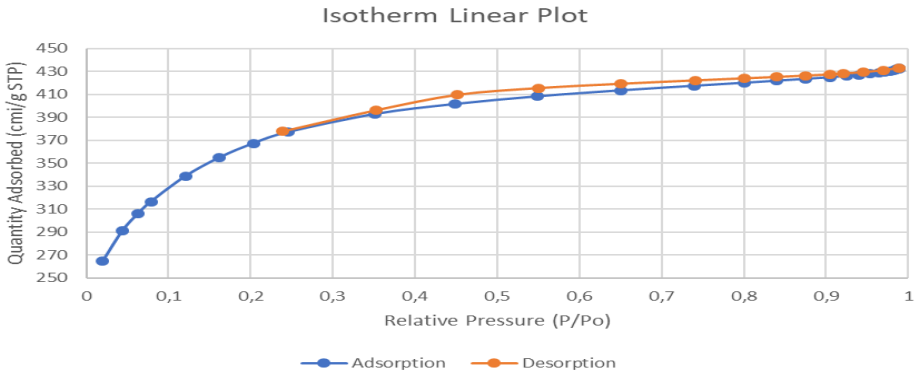


Рисунок 1 – Изотерма низкотемпературной сорбции-десорбции азота

Установлено, что АУ имеет катионообменные свойства. Так, в процессе фильтрации модельного раствора через слой АУ из коры концентрация ионов железа снизилась в 2 раза, а меди более чем в 8 раз. Разработанный нами уголь содержит одновременно микро- и мезопоры, что позволяет ему сорбировать частицы различных загрязнителей, включая микотоксины, ПАВ и радионуклиды. По результатам определения возможности использования полученного АУ в качестве адсорбента для фильтрации воды установлено, что после пропускания грязной воды через угольную загрузку наблюдается значительное снижение ее цветности, перманганатной окисляемости и концентрации ионов железа, что позволяет использовать очищенную воду для питьевых и хозяйственных целей.

Себестоимость полученного угля из опилок составляет около $5000 за тонну, при том что стоимость импортного мезопористого угля равно примерно $20 000.

Таким образом, нами разработан и обоснован новый способ переработки отходов лесной промышленности в высокоактивный мезопористый уголь с очень высокой удельной поверхностью. Производство продукта будет выгодным, поможет эффективно перерабатывать отходы и очищать воду и другие субстанции, при этом обеспечит полное импортозамещение в нашей стране.

ЭФФЕКТИВНОЕ УДОБРЕНИЕ ИЗ НАВОЗА БЕЗ ЗАПАХА

Мамаев А. В.[1], Гриншпан Д. Д.[2]
[1)] Учреждение образования «Национальный Детский Технопарк»,
[2)] Учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт
физико-химических проблем»
grinshpan@bsu.by[2], mamaev_a06@mail.ru[1]

Аннотация. В работе рассматривается способ получения эффективного удобрения из органических отходов животноводства – навоза или помета – и гидролизного лигнина. Удобрение представляет собой сыпучий порошок без запаха, не наносит вреда окружающей среде и обладает пролонгированным действием. Себестоимость удобрения значительно меньше стоимости продаваемых в республике импортных аналогов. При производстве удобрения используется только белорусское сырье, что обуславливает возможность полного импортозамещения и создания условий продовольственной безопасности.

Annotation. A method is proposed for obtaining an effective fertilizer from organic animal waste – manure or dung – and hydrolytic lignin. The fertilizer is an odorless free-flowing powder, does not harm the environment and has a prolonged action. The prime cost of fertilizer is much less than the cost of imported analogues sold in our republic. In the production of fertilizer, only Belarusian raw materials are used, which makes it possible to completely replace imports and create conditions for food security.

В настоящее время в Республике Беларусь образуется около 50 млн т навоза, который после компостирования вносится на поля. По видам навоз отличается в зависимости от каких животных и птиц он получен: коровий, свиной, птичий и т. д. Кроме этого, бывает жидкий и твердый (образуется после сепарации жидкого навоза). Компостирование сегодня является основным способом переработки навоза. К сожалению, используемые на территории Беларуси технологии обращения с навозом (буртование и компостирование) являются малоэффективными, т. к. получаемые органические удобрения имеют высокую влажность (до 90 %), что ограничивает их транспортную логистику и соответственно рынок сбыта. Кроме того, эти удобрения имеют низкие показатели эффективности из-за эмиссии азота в атмосферу и потерь органического вещества при хранении, что и обуславливает их низкую продажную цену. При хранении навоза распространяются неприятные запахи, которые доставляют дискомфорт населению близлежащих населённых пунктов, а при попадании навозных стоков в грунтовые воды наносится огромный вред окружающей среде. Для размещения компоста требуются большие площади, а процесс его созревания является длительным (до 6 месяцев). Садоводы-любители не всегда имеют возможность приобретения мелких партий расфасованного навоза. Российские и польские производители предлагает им альтернативу в виде гранулированного продукта. В 2021 году импорт органических удобрений в нашу республику составил 2899 т. Высокая стоимость и оставшийся специфический запах делают его малопривлекательным для белорусских потребителей.

Нами разработан способ получения эффективного удобрения, который лишен этих недостатков. Для этого производится смешение твёрдого и жидкого навоза с сорбентом «Лигносорб», который представляет собой гидрофобизованный гидролизный лигнин, с последующей термообработкой при температуре 70 °С в течение 1 часа. Полученный продукт, который представляет собой легкосыпучий порошок без запаха, упаковывается в пакеты из биоразлагаемого материала. Наш продукт не наносит вреда окружающей среде и не содержит бактерий и гельминтов, при его хранении отсутствуют потери азота и органических веществ. Удобрение имеет пролонгированное действие, накапливает и удерживает у корней растений питательные вещества и влагу.

Действие удобрения было проверено на кресс-салате. Для этого сравнивалась скорость роста кресс-салата в обычной земле без удобрений, земле с разработанным нами удобрением и земле с добавкой импортного гранулированного навоза. Было установлено, что используемая нами тест-культура всходит и растёт лучше в экспериментальном образце. Наихудший рост удобрения наблюдается в образце земли с добавлением промышленного удобрения. Кроме того, в последнем образце наблюдалось образование и развитие плесневых грибов. Сравнение результатов используемого нами удобрения представлено на рис. 1.

а б в г

Рисунок 1 – Образцы с разработанным (*а*) и промышленным (*б*) удобрением через 5 дней после посадки. Образцы с разработанным (*в*) и промышленным (*г*) удобрением через 10 дней после посадки

Согласно предварительному расчету, себестоимость полученного нами удобрения составляет около $150 за тонну, что значительно меньше стоимости импортных органических (до $1000) и минеральных удобрений ($250–300). Для получения удобрения используется исключительно белорусское сырье, что обуславливает возможность пролного импортозамещения и создания продовольственной безопасности.

Таким образом, разработанный нами лабораторный способ переработки навоза в эффективное пролонгированное сыпуее удобрение без запаха имеет показатели лучше импортных аналогов. Организация промышленного производства удобрения будет выгодным и позволит обеспечить садоводов и дачников органическими удобрениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Махмудова Д. А., Каюмов Д. А.
Ташкентский государственный транспортный университет
dilfuz240570@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты проведенных исследований по изучению влагонакопления грунтов земляного полотна автомобильных дорог в орошаемых районах. При увлажнении земляного полотна в орошаемых территориях Узбекистана помимо атмосферных осадков большую роль играют капиллярные и диффузионные увлажнения. В таблице приведены экспериментальные данные по распределению значения влажности в зависимости от источников увлажнения и по глубине.

Annotation. The article considers the results of the conducted research on the study of moisture accumulation of soils of the roadbed in irrigated areas. In addition to atmospheric precipitation, capillary and diffusion humidification play an important role in the moistening of the roadbed in the irrigated territories of Uzbekistan. The table shows experimental data on the distribution of humidity values depending on the sources of moisture and depth.

В процессе влагонакопления в грунтах земляного полотна большую роль играют атмосферные осадки. По данным В. И. Рувинского, все покрытия, в том числе капитального типа, после нескольких лет службы становятся водопроницаемыми [1, 2]. Вновь построенных дорогах с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием инфильтрация воды незначительна, но по мере старения покрытия она возрастает. Увлажнение большинства земляного полотна автомобильных дорог Узбекистана происходит за счет инфильтрации сверху по дорожной одежде, потому что, на дорогах с облегченными и переходными покрытиями инфильтрация воды протекает легко, а также по мере старения. При увлажнении земляного полотна в орошаемых территориях Узбекистана помимо атмосферных осадков большую роль играют капиллярные и диффузионные увлажнения. В связи с этим были проведены эксперименты [3]. Сущность эксперимента заключалась в определении раздельно общего притока влаги и влаги, поступившей в земляное полотно от подземных вод. При этом мигрирующую снизу влагу разделяли на парообразную и жидкую.

Для разделения влаги по источникам и фазовому составу использовали секции I, II, III устроенные в земляном полотне эксплуатируемой дороги в сентябре месяце. Размер сечения секций 0,5×0,5 м каждая. Расстояние между секциями составляло 2 м. Все 3 секции имели сплошную изоляцию по периметру в виде бездонного чехла, глубиной 1,5 м из двойной полиэтиленовой пленки. Полиэтиленовый чехол устраивали, закопав шурфы на покрытии. Полиэтиленовый чехол наращивали, уплотняя грунт ручным способом до требуемой плотности $К_у = 0,98$ при начальной влажности $W_н = 10$ %. Места стыков заливали битумом. Текущий

контроль над уплотнением земляного полотна осуществляли при помощи ударника ДОРНИИ и уточнённой для данного грунта номограммы с параллельным отбором проб на плотность режущим кольцом [4]. После заполнения шурфа грунтом и его уплотнения все три секции были покрыты слоями дорожной одежды, как эксплуатируемой дороги.

Первую секцию сверху изолировали полиэтиленовой пленкой, уложенной на глубине 0,1 м от верха земляного полотна. Эта секция снизу имела капилляропрерывающую прослойку, толщиной 0,1 м из промытого гравия 5–10 мм. Она предназначена для определения количества мигрирующей парообразной влаги снизу. Вторая секция предназначена для определения количества мигрирующей жидкой фазы по капиллярам. В отличие от первой секции здесь не укладывали капилляропрерываюшей прослойки. Кроме этого верх земляного полотна перекрыта полиэтиленовой пленкой. Третья секция предназначена для определения только количества инфильтрационной влаги (сверху). Поэтому дно секции изолировали полиэтиленовой плёнкой, воизбежание миграции капиллярной и диффузной влаги, а верх остался без изолирования. Кроме того, для определения влажности грунта земляного полотна рядом секциями были заложены скважины, глубиной 1,5 м. Результаты измерений влажности на секциях и в скважинах приведены в таблице.

Таблица 1 – Распределение значения влажности, в %, в зависимости от источников увлажнения и по глубине.

Глубина взятия пробы, м	Влажность, %					Источники поступления влаги, фазовый состав		
		Конечная				снизу		сверху
	начальная	общая	секция I	секция II	секция III	парообразная, %	жидкая, %	инфильтрационная, %
0,2	10,0	16,3	13,3	13,8	16,3	3,0	3,8	3,0
0,4	10,2	15,3	13,8	14,0	15,3	3,6	3,8	1,5
0,6	10,0	12,3	12,0	14,2	12,3	2,0	4,2	0,3
0,8	10,1	11,4	11,3	14,2	10,3	0,5	4,2	0,2
1,0	10,3	11,9	11,8	15,0	10,3	0,0	5,3	0,1
1,2	10,1	12,3	12,3	15,8	10,1	0,0	5,7	0,0
1,4	10,1	12,8	12,8	16,8	10,2	0,0	6,7	0,0

Сопоставление влажности в верхнем слое земляного полотна до глубины 1,4 м на секции, где миграция влаги снизу исключена, с секциями на которых поступление влаги снизу имело место, свидетельствует о том, что в увлажнении в верхней части полотна при асфальтобетонном покрытии роль атмосферных осадков более существенна [5].

Анализ табличных данных показывает, что в верхней части земляного полотна за счет инфильтрации атмосферных осадков приток влаги резко уменьшается с глубиной, миграция влаги снизу происходит в основном в парообразном

состоянии за счет термодиффузии водяного пара; приращение влаги за счет жидкой фазы незначительно и распространяется на нижние слои земляного полотна, начиная с глубины 0,6 м. Из таблицы следует, что в верхнем полуметровом слое земляного полотна влага накапливается сверху за счет инфильтрации атмосферных осадков и снизу от подземных вод в виде термодиффузии водяных паров и жидкой фазы в капиллярах.

Список использованных источников

1. Рувинский В.И. Оптимальные конструкции земляного полотна. Транспорт М. 1982 г. 166-стр.

2. Каюмов, А. Д., Д. А. Махмудова, and Р. М. Худайкулов. "Поведение лессовых грунтов. Журнал «Автомобильные дороги». Москва 06 (2014): 991.

3. Махмудова Д.А., Икрамова Ф.Х. Укрепление земляного полотна с помощью инновационных материалов на основе базальта // universum: технические науки. 2020. №12-2 (81). url: https://cyber-leninka.ru/article/n/ukreplenie-zemlyanogo-polotna-s-pomoschyu-innovat-sionnyh-materialov-na-osnove-bazalta.

4. Махмудова Д.А. Результаты исследования влажности грунтов земляного полотна автомобильных дорог //Вестник КГУСТА. – 2016. – №. 1. – С. 103-106.

5. Jalilovich K. A., Mansurzhonovich K. R., Abdulazizovna M. D. Improving the quality of salted soils soils during the construction of transport facilities //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2022. – Т. 3. – №. 5. – С. 1276-1284.

ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Мирзажанова С. Б., Баходирова Н. К.
Ташкенсткий Государственный технический университет
sabi30302@gmail.com, nigorabohodirova060@gmail.com

Аннотация. В статье анализируется состав хвостов и отходов медно-обогатительной фабрики АГМК, и извлечение металлов из отходов гидрометаллургическим способом, и при этом снизить состав свойства железа в хвосте, при этом техногенные отходы не воздействовали на окружающую среду. Наиболее рациональным способом избавить от пагубного влияния таких объектов на окружающую среду – это процесс выщелачивания. Выщелачивание протекает выбранном параметре Т:Ж = 1:6, температура 80–85 ^{o}C, концентрация серной кислоты 250 г/л.

Annotation. The article analyzes the composition of the tailings and wastes of the AMMC copper processing plant, and the extraction of metals from wastes by the hydrometallurgical method, while reducing the composition of the properties of iron in the tail, while man-made wastes did not affect the environment. The most rational way to get rid of the harmful effects of such objects on the environment – this is the leaching process. Leaching proceeds with the selected parameter T:L = 1:6, temperature 80–85 ^{o}C, sulfuric acid concentration 250 g/l.

Введение. В данное время запасы цветных и черных металлов, сконцентрированные в отвалах и хвостохранилищах на АО «Алмалыкский ГМК», исчисляются сотнями миллионов тонн. Наиболее рациональным способом избавить от отходов и хвостов действующую на окружающую среду – это интенсифицировать естественный процесс выщелачивания.

Согласно проведенному химическому анализа, отходов медно-обогатительной фабрики АГМК, показал, что процентное содержание соединений оксида железа составляет 42,4 %, рассчитав, можно определить, что в 1 тонне отходов накапливалось 424 кг оксидного железа, которое, в свою очередь нужно извлечь максимум железа путем выщелачивания. В отвалах медно-обогатительной фабрики АГМК лежит более 140 млн т забалансовой руды и из этих окисленная руда составляет около – 35 %. Но, для выщелачивания металлов, прежде всего следует создавать оптимальные условия. И в процессе для кучного выщелачивания влияет pH, температура, аэрация.

Таблица 1 – Среднее химической соединение отходов медно-обогатительной фабрики АГМК

№	Окисленные элементы	Показатель оксидных соединений	Окисленные элементы	Показатель оксидных соединений
1	SiO_2	36,3	Fe_2O_3	42,4

В хвосте содержатся минералы гематита и пиротина. Их общее содержание железа в минералах составляет 45%. Исходя из данного процентного содержания, нужно применить малозатратный метод, для экономической и экологической стабильности [3, 5]. Сернокислотное растворение магнитной фракции осуществляется при параметрах Т:Ж = 1:6, при температуре 80–85 °С, концентрация серной кислоты 250 г/л. Минералы содержащиеся в магнитной фракции, в процессе сернокислотного растворения протекают по следующим реакциям, и пирротин легко растворяется в разбавленных растворах серной кислоты:

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S. \quad (1)$$

Гематитное соединение железа протекает при разбавленных растворах серной кислоты по следующим реакциям:

$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_3O. \quad (2)$$

Исходя из вышеперечисленного, используя образец хвоста необходимо извлечь железо методом выщелачивания. Для проведения опыта на кафедре «Металлургии» было проведено несколько экспериментов. Разница между экспериментами была в отношении Т:Ж; температурой; а также временем проведения эксперимента [6, 7]. Исходя из полученных результатов, образец был обогащён при помощи магнитной сепарации для определения присутствия минералов гематита и пирротина в данном образце. В результате для проведения магнитной сепарации и загрузки материала в оборудование исходим из отношения Т:Ж = = 1:4, через 20 минут образуется пульпа.

Для растворения магнитной фракции мы нагреваем до температуры 60 °С смесь 100 г твердого вещества, а также 400 г жидкого вещества в составе котором 150 г/л является серная кислота. Полученные методом масс-спектрометрических (ICP-MS) анализов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Масс-спектрометрический (ICP-MS) анализ

Наименование	Li	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Ti	V	Mn	Fe
Концентрат раствора выщелачивания	6 300	48 000	3 900	1 400	55 000	190 000	640 000	40 000	18 000	380 000	530 000

Исходя из полученных результатов, образец был обогащён при помощи магнитной сепарации для определения присутствия минералов гематита и пирротина в данном образце. В результате для проведения магнитной сепарации и загрузки материала в оборудование исходим из отношения Т:Ж = 1:6, через 30 минут образуется пульпа. Для растворения магнитной фракции мы нагреваем до температуры 80-85 °С смесь 100 г твердого вещества, а также 600 г жидкого вещества в составе котором 250 г/л является серная кислота. Полученные методом масс-спектрометрических (ICP-MS) анализов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Масс-спектрометрический (ICP-MS) анализ

Наименование	Li	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Ti	V	Mn	Fe
Концентрат раствора выщелачивания	8 300	51 000	4 600	1 900	64 000	220 000	720 000	46 000	20 000	440 000	620 000

Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП), Fe имел показатель 530 000 г/л, 620 000 г/л. Как видно из диаграммы на рис. 1, влияние температуры на хвосты медной обогатительной фабрики и извлечение веществ меняется. По результатам доказано, что оптимальным показателем в технологическом процессе является процентное содержание сернистой кислоты.

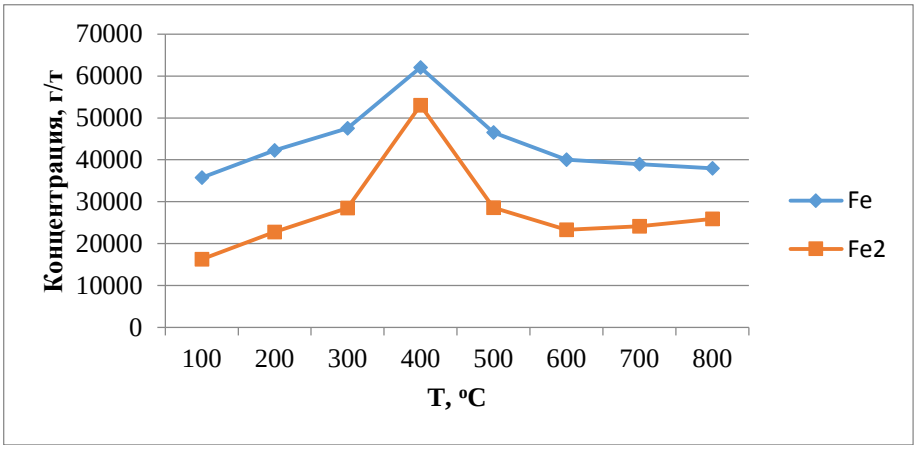


Рисунок 1 – График изменения концентрации железа при изменении параметров температуры, концентрации серной кислоты и времени

Заключение. Исходя из проведенных экспериментов, выяснили что 2 опыт более эффективный и экономичный. Для проведения оптимального опыта требуется принять значения Т:Ж = 1:6; температура 80–85 ^{o}C; 250 г/л серная кислота. Железа в хвосте содержалось 42,4 %, после проведенного эксперимента образовался раствор железа с показателем 620 г/л.

Список использованных источников

1. Мирзажонова С.Б., Маткаримов С.Т., Саидова М.С., Боходирова Н.К. Технологии переработки горно-металлургических отходов. – Т.: IMPRESS MEDIA. – 2022. – 136 с.

2. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. Ташкент.: “Фан” – 2009. 404 с.

3. Мирзажонова С.Б., Маткаримов С.Т. Метод кучного выщелачивания медных руд из отвала Кальмакырского рудника// Международная научно-практическая конференция. 14-15 май 2021. 35-36 с.

ЗАЩИТЫ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ ОТ РАЗРУШЕНИЯ

Носирхужаев С. К., Маткаримов С. Т., Бердияров Б. Т., Гаибназаров С. Б.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
Sardornosirxojayev77@gmail.com

Аннотация. В статье технология защиты устойчивых материалов металлургических плавильных печей от к уничтожению, сложна. В работе мы предложили исключительное мастерство по огнеупорной укладке в период его закладки с использованием медной сетки и подачей положительного (плюсового) постоянного тока заряжать его от внешнего источника питания. При температуре от 1200 до 1250 °C, катионы драгоценных металлов в зажигалке отталкиваются от подкладки и отрицательно притягиваются заряженные кремний-кислородные комплексы, служащие для повышения прочности футеровки. степень впитывания шлака поверхностью огнеупорного кирпича 1,3 мм, штейна 1,9 мм. Этот послужило увеличению срока службы огнеупорного кирпича на 73 %. Поведение ионов меди Cu^{2}+ и силикат-ионов SiO_4-, $(SiO3)^{2-}_{n}$ в расплавленной шлак штейновой фазе определяют в зависимости о подаче электрического заряда (положительного и отрицательного) на поверхность тугоплавких материалов.

Annotation. In the article, the technology of protecting sustainable materials of metallurgical melting furnaces from destruction is complex. In this work, we have proposed exceptional skill in refractory laying during its laying, using a copper grid and supplying positive (positive) direct current to charge it from an external power source. At temperatures ranging from 1200 to 1250 °C, the precious metal cations in the lighter are repelled from the lining and charged silicon-oxygen complexes are negatively attracted, which serve to increase the strength of the lining. the degree of slag absorption by the surface of refractory bricks is 1.3 mm, matte is 1.9 mm. This served to increase

the service life of refractory bricks by 73 %. The behavior of copper ions Cu^{2+} and silicate ions SiO_4^{2-}, $(SiO_3)^{2-}_n$ in the molten slag matte phase is determined depending on the supply of an electric charge (positive and negative) to the surface of refractory materials.

До недавнего времени Узбекистан не производил огнеупорных материалов. Вместе с тем потребность в них по республике большая. Только Алмалыкский горно-металлургический комбинат в год потребляет более 6 тыс. тонн. На их приобретение тратятся большие валютные средства. На капитальные ремонты металлургические плавильные агрегаты ставятся, в основном, по причине износа огнеупоров. Эти ремонты, как правило, проводятся в течении нескольких десятков и более дней.

Кроме прямых затрат на приобретение огнеупоров и наладку печей, необходимо учитывать и косвенные потери от прекращения выпуска меди, золота, серебра и других ценных компонентов в период ремонта.

В этой связи создание технологии защиты огнеупорных материалов металлургических плавильных печей от разрушения является на сегодняшний день весьма актуальной.

Экспериментальная часть. Согласно ионной теории строения металлургических расплавов шлаки и штейны, образующиеся в печи во время расплавления шихты, состоят из простых катионов (Cu^{2+}, Fe^{2+}, Au^{+}, Ag^{+} и др.) и анионов (сложные кремнекислородные комплексы). Это означает, что в огнеупор проникают не элементы, а ионы.

Исходя из этого, в работе предлагается на предварительно наведённый гарнисаж, или на огнеупорную кладку в период ее закладки нанести медную сетку и подать на нее положительный заряд от внешнего источника постоянного тока. При этом положительно заряженные ионы меди, золота, серебра и др. будут отталкиваться обратно в расплав, а сложные кремнекислородные анионные комплексы, за счет сил электростатического притяжения, будут плотно прилегать к положительно заряженному гарнисажу (или к огнеупору с сеткой) и не дадут им разрушаться за счет абразивного воздействия шихтовых материалов.

Лабораторная электролизная ванна объемом 1 литр изготовлена из оргстекла. Электроды: анод-графитовый (в виде стержня или листа), катодом служили графитовые электроды, введенные в образцы огнеупорного кирпича размером; длина 8 см, ширина 6 см и толщина 4 см. В середине огнеупора просверлена ниша до определенной глубины, диаметр ниши – 10 мм, куда установили графитовый электрод. Корзина, где ставится огнеупор, изготовлена из стальной сетки и подключается к внешнему источнику тока. Система оборудована контрольно-измерительными приборами (вольтметр, амперметр), регулятором тока и индикаторной лампочкой.

Эксперименты шли следующим образом; заранее приготовленный электролит (раствор сосящей из $CuSO_4$ и H_2SO_4) с содержанием меди 150 г/л заливается в электролизную ванну и включается источник тока электролизера. При этом загорается индикаторная лампа, т. е. показывается начало процесса электролиза.

Таким образом, положительные ионы меди Cu^{2+} свободно без никаких сопротивлений движутся к катоду через поры огнеупора. Если подавать положительный заряд к стальной корзинке из внешнего источника, то индикаторная лампа гаснет, т. е. процесс электролиза останавливается.

Согласно законам физики, положительные заряды от сетки отталкиваются, и ионы меди (Cu^{2+}) не могут проникнуть в поры огнеупора где расположен катод.

Исследования показали, что изменение концентрации меди в электролите, а также присутствие в нем других ионов (Zn^{2+}, Pb^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}), практически не вносит существенных изменений в электролизный процесс, т. е. катионы не проникают в образцы, что свидетельствует об эффективности предложенной методики защиты огнеупорных материалов от разрушения. На втором этапе проводили экспериментальные исследования с реальными жидкими продуктами плавки медного производства.

Таблица 1 – Результаты исследований по изучению скорости и глубины пропитки ионов меди в поры огнеупоров при температуре 1250 °С (материал – жидкие продукты медного производства)

Способы зашиты	**Время τ, мин.**										**Общ.глубина пропитки ионов меди, мм**
	1	**3**	**5**	**10**	**20**	**30**	**40**	**60**	**120**	**180**	
Черновая медь											
без гарнисажа	0,1	0,1	0,3	0,7	0,9	1,9	2,7	3,5	4.3	5.7	20
с гарнисажем	0	0	0,2	0,5	0,9	1.7	2,8	4	6.7	7,1	23
с подачей положительного заряда	0	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	4,5
Белый матт											
без гарнисажа	0	0	0	0,2	1,1	1,7	2,5	3,2	4,0	4,3	17
с гарнисажем	0	0	0	0	0	0	0,9	1,8	3	3,3	9
с подачей положительного заряда	0	0	0	0	0,2	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	4,5
Штейн КФП											
без гарнисажа	0	0	0	0	0	0	0,2	0,9	1,7	2,2	5
с гарнисажем	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	1,0	2
с подачей положительного заряда	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0,5	0,7	1,1	2,7
Шлак КФП											
без гарнисажа	0	0	0	0	0,1	0,7	0,9	1,9	2,3	6,1	12
с гарнисажем	0	0	0	0	0	0	0,9	1,2	1,9	2,0	6
с подачей положительного заряда	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0,5	1,1	1,6	3,6
Конвертерный шлак											
без гарнисажа	0	0	0	0	0	0,5	1,2	2,0	2,8	3,5	10
с гарнисажем	0	0	0	0	0	0	0,7	1,3	2,0	3,0	7
с подачей положительного заряда	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0,6	0,9	1,1	3

СВЕРХТВЕРДЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПО АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Овчинников Е. В., Чекан Н. М., Акула И. П., Михайлов В. В.
Учреждение образования «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»
Государственное научное учреждение «Физико-технический институт НАН Беларуси»
Институт прикладной физики НАН Молдовы
ovchin@grsu.by

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы получения высокотвердых покрытий по технологии послойного нанесения. Применение многокомпонентных покрытий, формируемых послойно позволяет получить набор эксплуатационных характеристик, которые невозможно получить при однослойном нанесении. В результате аддитивного подхода формируются покрытия с высокими триботехническими, коррозионными, адгезионными характеристиками.

Annotation. The article deals with the issues of obtaining high-hard coatings using the technology of layer-by-layer deposition. The use of multicomponent coatings formed in layers allows obtaining a set of performance characteristics that cannot be obtained with a single layer application. As a result of the additive approach, coatings with high tribological, corrosion, and adhesive characteristics are formed.

Основным достижением индустриализации и экономического роста стал прирост используемой энергии, потребление которой стало глобальной проблемой, для решения которой затрачивается большое количество материальных и людских ресурсов, разрабатываются стратегии энергосбережения различного уровня: местного, регионального, государственного и межгосударственного. В последние несколько десятилетий считалось, что глобальное использование возобновляемых источников энергии, например, солнечной, геотермальной, гравитационной рассматривалась как альтернативный способ решения проблемы увеличения выработки энергии для нужд человечества. Однако, учитывая технические ограничения, географические ограничения и другие факторы, есть много проблем в использовании преимуществ возобновляемых источников энергии. С другой стороны, энергосбережение рассматривается как еще один эффективный способ облегчить энергетический кризис. По сравнению с внедрением систем возобновляемой энергии, энергосберегающие методы имеют аналогичные преимущества, но более экономичны.

В нашей повседневной жизни потребление энергии в зданиях и составляет около 40 % от общего энергопотребления в мире. Существенно уменьшить использование энергии в промышленности и быту возможно благодаря различным тонкослойным покрытиям, формируемым по различным технологическим методикам. На сегодняшний день применяются различные методы, в том числе электроискровое, газотермическое, электродуговое и термическое напыление, импульсный ла-

зерный осаждение, золь-гель процесс, гидротермальный синтез, осаждение полимеров из различного агрегатного состояния, физическое (PVD) и химическое осаждение из паровой фазы (CVD), лазерное и электроннолучевое напыление.

Снижение энергопотребления в машиностроении достигается путем применения сверхтвердых покрытий для модифицирования различной технологической оснастки и обрабатывающего инструмента. Данный подход для повышения эксплуатационных характеристик модифицируемых изделий позволяет увеличить антифрикционные, противоизносные, коррозионностойкие характеристики. Однако, в ряде случаев использование тонкослойных сверхтвердых покрытий не приводит к ожидаемому эффекту, что обусловлено как конструкцией применяемого технологического оборудования, так и методологически недоработанной технологией формирования покрытий. В связи с этим необходимо выполнение дополнительных научно-исследовательских работ в области создания тонкослойных вакуумных покрытий. Для того, чтобы оценить целесообразность и эффективность их использования, необходимо знание основных принципов формирования многофункциональных покрытий на основе металлических и углеродных матриц, получаемых из магнитоуправляемых потоков многокомпонентной реакционной среды.

Для повышения качества производственных процессов и экономической эффективности, необходимо использовать весь потенциал износостойких сверхтвердых покрытий. Наиболее широко используют покрытия на основе TiN, TiC и TiCN в качестве защитного материала для режущих инструментов, пресс-форм, деталей и узлов в машиностроении. Низкая химическая активность данных твердых покрытий защищает модифицированное изделие от прилипания обрабатываемого металла и тем самым уменьшает адгезионный износ инструмента. Наиболее распространены износостойкие покрытия со следующей химической формулой Ti-X-(N, C и B) (X = Al, Cr, C, Si, B и т. д.), которые показали перспективность для промышленного применения при резке, формовке и штамповки различного типа металлов. В этом аспекте наноструктурированные твердые покрытия широко применяются в качестве защитных твердых покрытий из-за их высокой твердости, термостабильность и износостойкость.

Свойства простого химического соединения TiN могут быть значительно улучшены добавлением других химических элементов, таких как Al или Si. Включение Al в структуру ГЦК-TiN приводит к образованию покрытий TiAlN, характеризующихся высокой твердостью (~32–40 ГПа) и высокой стойкостью к окислению (до 800–850 °C). Дальнейшие исследования по созданию многокомпонентных покрытий показали, что соединения как AlCrSiN и AlTiSiN, позволяют существенно увеличить эксплуатационные характеристики вакуумных покрытий. Дополнение Si и Al в TiN с образованием химического соединения AlTiSiN приводит к получению покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками по сравнению с TiN в отношении стойкости к высокотемпературному окислению, термической стабильности и механическим характеристики.

Согласно проведенных предварительных исследований данные многокомпонентные нитридные покрытия обладают высокой износостойкостью благодаря

образованию стабильных оксидных слоев на изношенных поверхностях. Возможно также введение бора (B) в AlTiSiN, что приводит к формированию AlTiBN, и значительно увеличивает износостойкость по сравнению с TiAlN и TiBN. Однако оксиды, образующиеся в области трибоконтакта, не всегда эффективны для уменьшения трения и износа материалов, который зависит от морфологии и процесса протекания химического оксидирования. Трансформацией морфологии, микроструктуры и механических свойств многокомпонентных покрытий можно управлять с помощью термического окисления или введения углерода в трехкомпонентные покрытия.

Изучена микроморфология многокомпонентных покрытий методами оптической микроскопии, системы TiAlSi(N, C), сформированных на основе из различных материалов, в зависимости от условий получения. Данные покрытия характеризуются сглаженной морфологией, покрытие эквидистантно расположено относительно поверхности подложки. Наблюдается формирование ультрамалых образований в структуре покрытий, концентрация которых возрастает с увеличением концентрации N, C. Показана зависимость морфологии покрытий от условий формирования слоев TiAlSi(N,C). Методом атомно-силовой микроскопии изучена морфология покрытий TiAlSi(N,C) показано формирование нанодисперсных структур в структуре покрытия. Концентрация образований в нанодиапазоне изменяется при варьировании напряжения смещения в процессе формировании сверхтвердого покрытия.

Многокомпонентные покрытия на основе алюминия-титана-кремния-азота позволяют получить значимые результаты при эксплуатации металлообрабатывающего инструмента. Это достигается за счет высоких физико-механических параметров данных покрытий, таких как: барьерные свойства, т.е. снижающие диффузионные процессы, что позволяет сохранять достаточно точно стехиометрический состав покрытий. Постоянные стехиометрический состав покрытия обеспечивает стабильность эксплуатационных характеристик. Образование защитных слоев на поверхности металлического субстрата позволяет повысить стойкость к коррозионной среде при повышенных температурах, резко снижаются окислительные процессы. Формирование покрытий на поверхности субстрата уменьшает вероятность образования и последующего роста микротрещин.

Согласно данных оптической микроскопии, в структуре покрытий образуется достаточно большое количество глобулярных образований, размеры и концентрация которых зависят от технологии формирования и химического состава покрытий. В результате осаждения материала покрытий в вакууме с использованием ионно-плазменного потока в структуре покрытий формируются нанофазные объекты, которые должны приводить к существенным изменениям прочностных и адгезионных характеристик осаждаемых слоев. В покрытиях AlTiSi(C,N) наблюдается большое количество включений, находящихся по размерам в микронной области. Данные образования являются агломератами более низкоразмерных частиц. Возможно, данные частицы являются фазами трехкомпонентных и

более соединений, наподобие MAX-фаз. Проведенный анализ по определению количества данных частиц в исследуемых образцах показал зависимость количества данных частиц от условий формирования покрытий.

НАНОДИСПЕРСНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ МЕТОДОМ СВС ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Овчинников Е. В., Возняковский А. П., Возняковский А. А.,
Эйсымонт Е. И., Кузнецова Е. В.
Учреждение образования «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»
Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе
ovchin@grsu.by

Аннотация. В статье рассмотрены структура и физико-химические свойства графена и графеноподобных структур, а также технология их получения. Предложено данные углеродные модификаторы применять для модифицирования полимерных материалов. Показано, что применение графеноподобных структур, получаемых по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для модифицирования реактопластичных полимеров позволяет существенно увеличить физико-механические характеристики композиционных материалов.

Annotation. The article considers the structure and physicochemical properties of graphene and graphene-like structures, as well as the technology for their production. It is proposed to use these carbon modifiers for modifying polymeric materials. It is shown that the use of graphene-like structures obtained by the technology of self-propagating high-temperature synthesis for the modification of thermoplastic polymers makes it possible to significantly increase the physico-mechanical characteristics of composite materials.

В настоящее время графену приписывают свойства, которые позволяют отнести его как к «чудо»-материалу. Достаточно большое количество исследований подтверждают данное предположение. Эти исследования выявили многофункциональность свойств двумерного атомарного кристалла графена, который сочетает в себе отличительные свойства, такие как теплопроводность (~5000 Вт/(мК)), определяемую высокой подвижностью электронов при комнатной температуре, большие значения удельной поверхности (2630 $м^2/г$), высокие значения модуля упругости (1 ТПа) и высокая электрическая проводимость. Сочетание данных физико-механических характеристик могут обеспечить широкое применение графена в промышленности. Основные области применения графена включают композиционные материалы, электромеханические системы, электронику, суперконденсаторы и солнечные батареи.

Однако произвести и получить хорошего качества графен в необходимых оптовых количествах для потребителей является действительно технически

сложной задачей. Еще одна проблема, которая в итоге влияет на уникальные свойства данного материала – получение гомогенной дисперсности графена. Таким образом, изучение механических и тепло-физических характеристик композитов, армированных графеном, важны как для научных приложений, так и для промышленности. Представляет интерес изучить механические свойства композитов, армированных графеном.

В качестве альтернативы графена, производство которого является дорогостоящим, возможно применение оксида графена, получение которого отработано и позволяет создавать материал в необходимом количестве для производства. По сравнению с углеродными нанотрубками (УНТ), графен имеет большие значения отношения площади поверхности к объему. Благодаря этому графен оказался более эффективным модификатором по сравнению с другими углеродными модификаторами, что в конечном итоге лучше изменяет механические свойства полимерных композитов. Стоимость графена ниже, чем УНТ, потому что его можно легко получить из сырья в виде графита иди карбида кремния в больших количествах. Таким образом, физико-химические и механические характеристики графена также оказались более подходящими для современных приложений, чем других углеродных частиц. Необходимо отметить, что прочность при растяжении графена примерно такая же такая, как и УНТ, но намного выше, чем у стали, кевлара, сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Однако не только механические свойства, но и теплопроводность, электрические свойства графена лучше, чем у многих известных конструкционных материалов.

Таким образом, исследование эксплуатационных характеристик композиционных материалов, содержащих нанодисперсные частицы графеновых и графеноподобных структур, является актуальной задачей современного материаловедения.

В качестве исходных матриц для создания полимерных композиционных материалов (ПКМ) использовали традиционные многотоннажно выпускаемые отечественной промышленностью полимеры: эпоксидные полимеры, эпоксиполиэфиные полимеры и т. п. Исследовали влияние низкоразмерных частиц углерода (УДА), алмазосодержащей шихты, графенов, на триботехнические характеристики термопластичных материалов. В качестве модификаторов применяли графеноподобные структуры производства ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН (образец № 1) и Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по материаловедению (образец № 2 и образец № 3).

Образец № 1 получали по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из органического сырья природного происхождения. Образцы № 2 и № 3 получали методом эксфолиации графита. Данные образцы отличались степенью чистоты получаемого продукта. Образец № 3 подвергался дополнительной очистке путем ультразвуковой обработки.

Образцы для проведения испытаний в зависимости от состава матрицы получали методом свободного литья в форму, при режимах, рекомендованных для переработки базового полимерного реактопластичного материала в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТ и ТУ.

Проведенные исследования показали, что введение нанодисперсных частиц в полимерную матрицу на основе эпоксидной смолы ЭД-20 приводит к уменьшению значений термостимулированных токов. Данный эффект зависит от концентрации модификатора в полимерной матрице; с увеличением значений концентрации модификатора в полимере значения термостимулированного тока снижаются. Возможно предположить, что происходит физическое взаимодействие между зарядовыми центрами полимера и модификатора, в результате чего формируется лабильная сетка физических связей, что должно приводить к изменению физико-механических характеристик композиционного материала.

Увеличение прочностных характеристик композиционных материалов на основе эпоксидной смолы ЭД-20 происходит при введении модификатора ГПС (образец № 1). Наблюдается оптимальная концентрация модификатора в композиции, находящаяся в области 0,01 % мас. Превышение концентрации модификатора свыше указанных значений приводит к снижению прочностных характеристик разработанных композиционных материалов. Введение в полимерную матрицу других модификаций углеродных наномодификаторов, исследуемых в данной работе, также приводят к снижению значений твердости.

Согласно полученным данным, введение графеноподобных структур в общем случае приводит к увеличению коэффициента трения, что свидетельствует об агломерации графеноподобных структур (образец № 1) в композиции и снижении модифицирующего действия на полимерную матрицу. Необходимо отметить снижение значений коэффициента трения при концентрации модификатора, находящейся в области 0,01 % мас. Это может быть объяснено, исходя из максимально высокого гомогенного распределения нанодисперсных частиц по объему полимерной матрицы, в результате чего достигается максимальный упрочняющий эффект за счет образования лабильной сетки физических связей в объеме полимера. Согласно проведенных оптических исследований, образование третьего тела при выбранных режимах испытаний не происходит. Использование в качестве модификаторов эпоксидной матрицы графеноподобных структур (образец № 2 и образец № 3) к снижению значений коэффициента трения не приводит во всей области исследуемых концентраций.

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ МЕТРОПОЛИТЕНА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ НОВОЙ ВЕТКИ МЕТРО. ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ПОДЗЕМНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Оспанов Р. С., Сафаров Ш. Ш.
Ташкентский Государственный Транспортный Университет
Jandos_Chingis@mail.ru

Аннотация. Проблемы сейсмической опасности актуальны и в нашей Республике, примерно 52 % территории могут подвергаться землетрясениям интенсивностью 7 баллов и выше. В этой зоне расположено более 330 населенных пунктов, в том числе 120 городов, проживает около 80 % населения республики.

Annotation. The problems of seismic hazard are also relevant in our Republic, approximately 52 % of the territory may be subject to earthquakes with an intensity of 7 points or higher. More than 330 settlements, including 120 cities, are located in this zone, and about 80 % of the population of the republic lives.

Поскольку человечество не может уменьшить сейсмическую опасность, для снижения сейсмического риска, остается уменьшать уязвимость к землетрясениям. Сейсмический риск – это вероятность получения повреждений вследствие землетрясения. В связи с этим, проблемы оценки сейсмического риска находятся в центре внимания ученых Узбекистана, интенсивно занимающихся этими вопросами уже не одно десятилетие.

Ташкент последний раз подвергался воздействию сильного землетрясения 26 апреля 1966 года, когда Ташкент был гораздо менее заселенным и находился в начальной стадии развития нежели сегодня. В соответствии с инженерно-сейсмологическими оценками локальных грунтовых условий вся территория города разделена на две зоны, определяющими максимально ожидаемую интенсивность сейсмических колебаний 8-9 баллов по шкале MSK, что представляет весьма серьезную опасность городской застройки и жителей города. Системы жизнеобеспечения часто группируют в шесть основных типов систем электроэнергия, газ и жидкое топливо, транспорт, канализация и водоснабжение. Эти системы разделяют три общие характеристики: географический разброс, взаимосвязь и разнообразие. Системы жизнеобеспечения рассеяны по широкой площади и подвержены широкому диапазону сейсмических и геотехнических опасностей, используются сообща и взаимосвязаны с другими секторами общества. Они взаимосвязаны и взаимозависимы. Каждая система жизнеобеспечения составлена из многих взаимосвязанных оборудований и находятся под влиянием других систем жизнеобеспечения. Работа систем жизнеобеспечения связана с характеристиками большого числа разнообразных компонентов; большинство сетей систем жизнеобеспечения были построены в течении многих лет и функционируют с узлами (деталями), произведенным в соответствии с различными техническими

и строительными методами, стандартами. Водные ресурсы города обеспечиваются двумя поверхностными источниками (Кадырьинским и Бозсуйским водозаборными сооружениями) и пятью подземными источниками водоснабжения. Для обеспечения водой в городе проложено разветвленная сеть водопровода различного диаметра. Водоотведения предназначено для приема хозбытовых и промышленных стоков. Система теплоснабжения города Ташкента состоит из тепловых центров, малых локальных котельных и насосных станций. Существенной частью системы теплоснабжения являются тепловые сети, посредством которых вырабатываемые тепло и горячая вода поступают на конкретные объекты потребления – жилые, административные, промышленные и хозяйственные здания и сооружения. Система газоснабжения состоит из газопроводов высокого и низкого давлений, проложенных подземными и воздушными линиями. Электроснабжение города осуществляется внутренними и внешними источниками, соединенных между собой подземными кабелями и воздушными линиями. Основные кабельные сети введены в эксплуатацию в середине 90-х годов прошлого столетия и большая часть этих линий изношена. Около 50 % подземных сетей и трансформаторных подстанций построены до 1966 года, из которых большая часть без учета влияния сейсмики. В настоящее время Ташкентский метрополитен насчитывает 3 линии (Чиланзарская, Узбекистанская и Юнусабадская), 29 станций с общей протяженностью 37,5 км. При проектировании и строительстве первой (Чиланзарской) линии Ташкентского метрополитена впервые в практике метростроения были разработаны и внедрены новые сейсмостойкие конструкции перегонных тоннелей и станций метрополитена из крупноразмерных сборных железобетонных элементов заводского изготовления. Разработанные и внедренные при проектировании и строительстве Ташкентского метрополитена сейсмостойкие конструкции можно сгруппировать в следующие четыре типа: перегонные тоннели закрытого способа работ кругового очертания; перегонные тоннели открытого способа работ с прямоугольного очертания; станции метрополитена колонного типа; станции метро односводчатого типа.Конструкция станции колонного типа по сравнению с типовым решением значительно переработана с учетом сейсмических, инженерно-геологических и климатических условий. В части антисейсмических мероприятий были предусмотрены продольные и поперечные сейсмопояса, обеспечивающие совместную работу сборных железобетонных элементов. Опыт строительства первой линии показал некоторые недостатки этой конструкции, основной из которых высокая трудоемкость возведения станций и большой расход арматурной стали. Учитывая это, было разработано новое конструктивное решение станции колонного типа, монтируемой из крупноразмерных сборных железобетонных объемных элементов. Внедрение указанной конструкции позволило наряду с обеспечением прочности и сейсмостойкости конструкции значительно сократить сроки возведения и трудозатрат. На построенных участках Ташкентского метро были проведены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния конструкций перегонного тоннеля кругового очертания, станции метрополитена колонного типа.Конструкции перегонных тоннелей закрытого способа работ были испытаны путем создания динамической нагрузки работой мощного вибропогружается ВП-170, установленной

на специально изготовленную железобетонную плиту, с монолитной в нее укороченной железобетонной сваи-оболочки диаметром 1,6 м.

Результаты проведенных экспериментов использовались для проверки теоретических исследований. По алгоритмам и составленной программе произведен расчет исследуемой обделки на воздействие полученной акселерограммы, т. е. записи ускорений грунта. За геометрические и механические параметры конструкций и грунта приняты фактические. Сравнение эпюр перемещений и силовых факторов, построенных от действия импульсивной нагрузки и от воздействия реальной акселерограммы, записанной в результате эксперимента показывает подобие напряженно-деформируемого состояния обделки.

Список использованных источников

1. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. – Ташкент: Фан, 1973. – 180 с.

2. Рашидов Т.Р., Закиров А.З., Ишанходжаев А.А. Тошкент метропотени илмий асослари (Тошкент метрополитенининг 30 йиллигига бағишланади). Сб. мат-ов межд. научно-практ. конф. «Проблемы развития автотранспорта и транспортных коммуникаций в центрально Азиатском регионе». Ташкент, 2007, С. 264-268.

3. Закиров А.З. Метрогипротранс-Ташметропроект-Ташкентский метрополитен. Ж-л «Метро и тоннели», Спецвыпуск, май 2003. С. 30-31.

4. Рашидов Т.Р., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитена мелкого заложения. Ташкент, “Фан”, 1993. 136 с.

5. Адылов Ш.Г., Ишанходжаев А.А., Султанов К.С., Ким В.Ю. Воздействия Назарбекского землятресения на подземные сооружения Ташкентского метрополитена.Мат-лы пятой Всес. конф. по ДОФПС. Ташкент, 1981, том2, С.37-39.

6. RADIUS Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban Areas against Seismic Disasters. United Nations Initiative towards Earthquake Safe Cities. (2000) Secretariat of the ISDR, UN, Geneva.

ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ В МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ СНИЖАЮЩИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Оспанов Р. С., Сафаров Ш., Алимбаев А.
Ташкентский Государственный Транспортный Университет
Jandos_Chingis@mail.ru

Аннотация. Многие мостовые сооружения на автомобильных дорогах имеют большой срок эксплуатации, построены по старым нормам итехнологиям, находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют серьезнойреконструкции и ремонта. Техническое состояниемостов характеризуется наличием большого числа дефектов и повреждений, которые значительно снижают эксплуатационную надежность.

Annotation. Many bridge structures on highways have a long service life, are built according to old standards and technologies, are in poor condition and require serious reconstruction and repair. The technical condition of bridges is characterized by the presence of a large number of defects and damages, which significantly reduce operational reliability.

Мост – это сложная техническая система, целевого назначения, которая должна обеспечить.

1) непрерывное, удобное и безопасное движение транспортных потоков с заданными на перспективу характеристиками транспортныхсредств и интенсивностью движения;

2) заданные на перспективу параметры функционирования пересекаемого препятствия;

3) сохранность архитектурно-художественного образа;

4) сохранность окружающей среды [1].

Многие мостовые сооружения на автомобильных дорогахимеют большой срок эксплуатации, построены по старым нормам итехнологиям, находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют серьезной реконструкции и ремонта. Техническое состояниемостов характеризуется наличием большого числа дефектов и повреждений, которые значительно снижают эксплуатационную надежность.

Дефект – отдельное несоответствие конструкции или сооружения в целом какому-либо параметру, установленному проектом или нормативным документом.

Повреждение – неисправность, полученная конструкцией при изготовлении, транспортировании, монтаже или эксплуатации.

I группа – повреждения, практически не снижающие прочность и долговечность конструкции (поверхностные раковины, пустоты; трещины, в том числе усадочные и учтенные расчетом, раскрытием не свыше 0,2 мм, а также те, у которых под воздействием временной нагрузки и температуры раскрытие увеличивается не более чем на 0,1 мм.

Рисунок 1 – Разрушение насадки береговой опоры моста

II-группа – повреждения, снижающие долговечность конструкции(коррозионно-опасные трещины раскрытием более 0,2 мм и трещинираскрытием более

0,1 мм, в зоне рабочей арматуры предварительно напряженных пролетных строений, в том числе и вдоль пучков подпостоянной нагрузкой; трещины раскрытием более 0,3 мм под временной нагрузкой; пустоты раковины и сколы с оголением арматуры; поверхностная и глубинная коррозия бетона и т. п.).

Рисунок 2 – Разрушение бетона насадки и верхней части свай

III-группа – повреждения, снижающие несущую способность конструкции (трещины, не предусмотренные расчетом ни по прочности, ни по выносливости; наклонные трещины в стенках балок; горизонтальные трещины в сопряжениях плиты и пролетных строений; большие раковины и пустоты в бетоне сжатой зоны и т. п.).

Повреждения I группы не требуют принятия срочных мер, их можно устранить нанесением покрытий при текущем содержании в профилактических целях. Основное назначение покрытий при повреждениях I группы – остановить развитие имеющихся мелких трещин, предотвратить образование новых, улучшить защитные свойства бетона и предохранить конструкции от атмосферной и химической коррозии. При повреждениях II группы ремонт обеспечивает повышение долговечности сооружения. Поэтому и применяемые материалы должны иметь достаточную долговечность. Обязательной заделке подлежат трещины в зоне расположения пучков преднапряженной арматуры, трещины вдоль арматуры. При повреждениях III группы восстанавливают несущую способность конструкции по конкретному признаку. Применяемые материалы и технология должны обеспечивать прочностные характеристики и долговечность конструкции.

Список использованных источников

1. В.А.Лиханов, О.П.Лопатин – Транспортно-эксплуатационные качества дорог и городских улиц. Киров 2014 г. 139 стр.

2. МҚН 14-2010 Методические указания по оценке транспортного и эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования. Ташкент 2010 г.

3. ИКН 05-2011. «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог».

4. Информационный отдел Главного управления благоустройства Республики Каракалпакстан 2021 г.

5. Е.Е. БАТЧАЕВ, М.В. БАДИНА - Анализ транспортно-эксплуатационных показателей улично-дорожной сети города Ноябрьска.

ХИМИКОУСТОЙЧИВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГОРНЫХ ПОРОД-БАЗАЛЬТОВ

Оспанов Р. С.
Ташкентский Государственый Транспортный Университет
Jandos_Chingis@mail.ru

Аннотация. На основе базальтов Кутчинского месторождения (Узбекистан) синтезированы низкотемпературные стекла. Основной кристаллической фазой в полученных из них ситаллах является твердый раствор в системе альбит-анортит.

Annotation. On the basis of the basalts of the Kutchi deposit (Uzbekistan) the low-temperature glass was synthized. The main crystalline phase, ceramics which is collected from them, is a solid solution in the albite-anorthite system.

В последние годы в Узбекистане особое место отводится программе локализации, т. е. вопросам освоения местных видов минерального сырья. Издан ряд постановлений об усилении работ в промышленности стройматериалов. Этим определяется целая группа задач перед геологами, технологами и производственниками республики. Одними из основных задач является поиск и разработка новых направлений использования местного сырья, расширение минерально-сырьевого потенциала и создание современных высокорентабелных перерабатывающих предприятий. В Узбекистане имеется подготовленная база различных видов нерудного сырья, а также различных отходов производства, которые могут служить исходным сырьем для производства ситаллов [1, 2]. Анализ состава базальтов Кутчинского месторождения свидетельствует о многофазности исследуемой горной породы. По микроскопическим данными в них присуствуют несколько основных фаз в виде щелочесодержащего анортита с формулой $(Na,Ca)Al_2Si_2O_8$; железосодержащего пироксенового твердого раствора типа диопсида $CaMg[Si_2O_6]$, авгита $Ca(Mg, Fe^{2+})[Si_2O_6{\cdot}CaFe[AlSiO_6]$, эгирина $Na,Fe^{3+}[Si^2O_6]$; актинолита $Ca_2|Mg, Fe|_5[OH]_2|Si_8O_{22}|$; эпидота $Ca_4Al_6[OH]_2\ O_3[Si_2O_7]_3$; кварца SiO_2. Присутствуют также рудные минералы в незначительном количестве. Структура породы от слабопорфировластовой до порфировластовой, размер порфировластов – 0,2×0,5 мм. Они составляют от 10–15 до 60–65 % шлифа. Текстура – параллельно-слоистая [3, 4]. Фазовый состав базальтовых пород Кутчинского месторождения исследовали также рентгенографического методом на дифрактометре ДРОН-4. Скорость счетчика составляла 2 град/мин. На основе анализа дифрактограмм установлено присутствие таких минералов как авгит (2,98; 2,52; 1,162 Å), актинолит (2,71; 2,54; 2,32 Å), эпидот (2,90; 2,82; 2,68; 2,11 Å), кварц (3,34; 2,28; 1,813 Å), рефлексы 3,24; 3,12 Å, сохранившиеся до температуры 800 °С, отнесены к минералам группы пи-

роксена, а рефлекс 3,20 Å – к минералу группы амфиболов. Анализ дифрактограмм термообработанных образцов базальтовых пород показал инертность породы до температуры 600 °С. Выше этой температуры начинается структурное разрушение минералов группы амфиболов и переход их в расплав. При 800 °С уже отсутствуют минералы амфиболовой группы и, судя по уменьшению и исчезновению многих рефлексов, начинается процесс перехода в расплав минералов пироксеновой группы [5, 6]. Проектирование состава базальтосодержащих шихт стекол в работе осуществлялось с целью получения ситаллов в системе альбит-анортит. В качестве источников необходимых оксидов были выбраны базальтовые породы, ангренские каолины различных сортов и алюминийсодер-жащий отход химической промышленности (табл. 1). Для снижения вязкости стекломассы, содержащей относительно большое количество оксида алюминия, в состав шихты дополнительно введена сода. Составы опытных шихт приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Химические составы сырьевых материалов для синтеза стекол

Оксиды, масс. %	Ангренский каолин первичный обогащенный		Отход Шуртанского газохимического комплекса
	Бумажный АКF-78	Керамический АКF-30	
SiO_2	48,41	55,59	–
Fe_2O_3	1,01	1,07	–
FeO	–	–	–
TiO_2	–	0,35	–
MnO	–	–	–
AI_2O_3	36,22	28,61	90
CaO	0,14	0,70	–
MgO	0,28	0,47	–
K_2O	0,57	0,49	–
Na_2O	0,50	0,99	–
SO_3	–	–	–
П.п.п	12,87	11,33	10

Таблица 2 – Шихтовый состав опытных образцов

Индексы масс	Массовое содержание компонентов, %				
	Базальт Кутчинский	Ангренский бумажный каолин	Ангренский керамический каолин	AI_2O_3 отход	Na_2CO_3
2Б	69,30	17,40	–	13,30	–
3Б	69,30	–	15,24	15,46	–
5Б	68,49	17,19	–	13,14	1,18
6Б	66,92	16,80	–	12,84	3,44
7Б	72,64	20,76	–	6,60	–

Исследование поведения базальтовой породы Кутчинского месторождения показало, что переход породы в расплавленной состояние начинается при относительно низкой температуре и завершается при 1200 °С. Такое поведение породы позволило предположить возможность получения низкотемпературных

стекол, как основы получения ситаллов. Приготовленные шихты варили в корундзитовых тиглях в электрической печи с силитовыми нагревателями при температуре 1400 °С. Выдержка составляла 1 ч. Затем стекла сливали в формы и получали образцы в виде штабиков и дисков. Отжиг стекол не проводили во избежание наведения кристаллизации. Полученные стекла были однородными, прозрачными и имели различные оттенки черного. Были исследованы некоторые физико-химические свойства стекол: плотность определяли методом гидростатического взвешивания; химическая устойчивость стекол – по методике испытания поверхностей свежего излома (табл. 3). Некоторке составы стекол показали высокую химстойкость.

Таблица 3 – Физико-химические свойства стекол

Индекс состава стекла	Показатели			
	Плотность, 10^{-3}·кг/м^3	Химическая устойчивость, %		
		к конц. H_2SO_4	к конц. HCl	к 35 %-й NaOH
2Б	2,71	98,60	99,73	91,4
3Б	2,73	99,61	99,39	86,84
5Б	2,75	99,46	98,94	96,78
6Б	2,73	96,34	96,79	95,9
7Б	2,72	99,60	79,13	95,78

При термообработке до температур не выше 900 °С образуются пироксеновая фаза и железосодержащие минералы. С повышением температуры образуется твердый раствор в системе альбит-анортит и в большинстве стекол присутствует оливин. Таким образом, на основе базальтов Кутчинского месторождения синтезированы низкотемпературные стекла. Основной кристаллической фазой в полученных из них ситаллах является твердый раствор в системе альбит-анортит.

Список использованных источников

1. Conducting studies of the calculation system for assessing the technical condition and cost of repair of road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 317-320.

2. Regulatory and theoretical bases for assessing the technical condition and cost of repairing road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 320-324.

3. Experimental and theoretical studies of the contact interaction of the shore of cracks in experimental samples of disks at a vacuum. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp.324-328.

4. Requirements for operated bridges in high-speed traffic.International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp.386.

5. The development of modern ideas about the structure and properties of fiber concrete as a composite material based on steel and non-metallic fiber. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 389-392.

6. Calculation of the prefabricated slab superstructure of a reinforced concrete road bridge for temporary loads of A-14 and NK-100. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp.310-317.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Оспанов Р. С.[1], Оспанова С. С. [2]
[1)] Ташкентский Государственный Транспортный Университет
[2)] Нукусский Государственный Педагогический Институт
Jandos_Chingis@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог. Приведена методика проведения экспериментов по определению фазового состава мигрирующей влаги в теле земляного полотна. Результаты экспериментальных данных по изучению фазового состава влаги в земляном полотне приведены в таблице.

Annotation. The article considers the water-thermal regime of the roadbed. The method of conducting experiments to determine the phase composition of migrating moisture in the body of the roadbed is given. The results of experimental data on the study of the phase composition of moisture in the roadbed are shown in the table.

Водно-тепловым режимом земляного полотна называют изменения влажности и температуры в различных точках земляного полотна, происходящие в различные сезоны года. Изучение этих изменений и надлежащий их учет имеют важное значение при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог. Прочность грунта, составляюшего земляное полотно, в значительной степени зависит от его влажности. Количество влаги, находящееся в земляном полотне, не остается втечение года постоянным и непрерывно изменяется. Приток воды в грунт земляного полотна может происходить вследствие:

– впитывание воды от атмосферных осадков, выпадающих в пределах земляного полотна, а также притекающей с прилегающей местности;

– просачивания по капиллярным порам поверхностной воды из мест ее застоя у откосов земляного полотна в кюветах и резервах;

– поднятия грунтовой воды или верховодки по капиллярным порам;

– перемещения капиллярной влаги из более увлажненных частей земляного полотна к менее увлажненным.

В земляном полотне потеря влаги грунта может происходить в результате:

– просачивания влаги вглубь земляного полотна;

– перемещения капиллярной и пленочной влаги в смежные более сухие части земляного полотна;

– испарения воды в порах грунта и перемещения паров в другую часть земляного полотна или в окружающую атмосферу.

Соотношение между числовыми значениями этих величин для конкретных условий непрерывно изменяется, причем происходит циклическое изменение влажности в течение года. На изменение количества влаги в различных слоях земляного полотна, кроме факторов, входящих в уравнение водного баланса, большое влияние оказывают также происходящие колебания температуры нагрева грунта. Эти колебания создают в теле земляного полотна температурные перепады под влиянием неодинаковых условий нагрева поверхности дорожной одежды, обочин и откосов, различной теплопроводности материалов дорожной одежды и грунта, различных условий испарения с поверхности. Вновь построенных дорогах с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием инфильтрация воды незначительна, но по мере старения покрытия она возрастает [1, 2]. Увлажнение большинства земляного полотна автомобильных дорог Узбекистана происходит за счет инфильтрации сверху по дорожной одежде, потому что, на дорогах с облегченными и переходными покрытиями инфильтрация воды протекает легко, а также по мере старения асфальтобетонных и цементобетонных покрытий она возрастает.

В республике Узбекистан протяженность автомобильных дорог с усовершенственно – капитальными покрытиями на четыре с половиной раза меньше, чем протяженность дорог с облегченными, переходными и низшими покрытиями. Поэтому изучение инфильтрационного типа водного режима является весьма актуальной. В связи с этим была попытка разработки теоретических положений, позволяющих определить расчетные влажности грунтов при диффузно-инфильтрационном и капиллярно-инфильтрационном типе водно-теплового режима [3, 4]. Аналитическое исследование тепломассообмена при диффузно-инфильтрационном типе водно-теплового режима. Известно, что грунты земляного полотна и материалы дорожной одежды воздухо- и паропроницаемы [5, 6] и относятся к капиллярно-пористым системам, к ним может быть применена теория переноса тепла и массы, разработанная А. В. Лыковым для капиллярно-пористых систем. На основе этой теории проф. В. М. Сиденко разработал математическую модель для описания физических процессов, протекающих в многослойных дорожных конструкциях под воздействием окружающей среды [3], аналитическое выражение которой имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + в \frac{\partial W}{\partial T}, \tag{1}$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \mp \alpha_1 \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \alpha_1 в_1 \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \tag{2}$$

где T, W – температура, влажность на глубине z, в момент времени t, град, доли единицы; α, α_1 – соответственно коэффициенты тепло и влагопроводности грунта, м^2/сутки; $в$, $в_1$ – коэффициенты, характеризующие теплообмен при фазовых превращениях и термомиграции влаги, град, 1/ч.

Для сопоставления полученных теоретических данных с натурными данными нами проведен эксперимент. Эксперимент поставлен на эксплуатируемой дороге в Сырдарьинской области, по методике, примененной В. М. Сиденко и Н. Ильясовым при исследовании мигрирующей влаги. Покрытие дорожной одежды состоит из асфальтобетонной смеси 10 см, основание из гравийно-песчаной смеси – 18 см. Грунт земляного полотна – лессовидная пылеватая супесь, с числом пластичности PI = 5,35; влажность при текучести $W_т$ = 29,1 %; влажность при раскатывании $W_р$ = 23,8 %; максимальная плотность при стандартном уплотнении 1780 кг/м^3 и оптимальная влажность $W_{оп}$ = 17,5. В районе исследования глубина залегания грунтовых вод – 1,5 м. Сущность эксперимента заключалась в определении раздельно общего притока влаги и влаги, поступившей в земляное полотно от подземных вод [7]. При этом мигрирующую снизу влагу разделяли на парообразную и жидкую. Для разделения влаги по источникам и фазовому составу использовали секции I, II, III устроенные в земляном полотне эксплуатируемой дороги в сентябре месяце. Размер сечения секций 0,5×0,5 м каждая. Расстояние между секциями составляло 2 м. Все 3 секции имели сплошную изоляцию по периметру в виде бездонного чехла, глубиной 1,5 м из двойной полиэтиленовой пленки. Полиэтиленовый чехол устраивали, закопав шурфы на покрытии. Полиэтиленовый чехол наращивали, уплотняя грунт ручным способом до требуемой плотности $К_у$ = 0,98. при начальной влажности $W_н$ = 10 %. Места стыков заливали битумом. После заполнения шурфа грунтом и его уплотнения все три секции были покрыты слоями дорожной одежды, как эксплуатируемой дороги. Замеры влажности производили отбором образца бургеологом в периоде влагонакопления, т. е. в марте – расчетном периоде термостатновесовым способом.

Список использованных источников

1. Conducting studies of the calculation system for assessing the technical condition and cost of repair of road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 317-320.

2. Regulatory and theoretical bases for assessing the technical condition and cost of repairing road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 320-324.

3. Experimental and theoretical studies of the contact interaction of the shore of cracks in experimental samples of disks at a vacuum. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 324-328.

4. Requirements for operated bridges in high-speed traffic. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 386-389.

5. The development of modern ideas about the structure and properties of fiber concrete as a composite material based on steel and non-metallic fiber. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 389-392.

6. Calculation of the prefabricated slab superstructure of a reinforced concrete road bridge for temporary loads of A-14 and NK-100. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp.310-317.

7. Influence of the inertia force of underground pipeline systems under seismic loads. AIP Conference Proceedings 2637, 050002 (20 October 2022). https://doi.org/10.1063/5.0119606.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ТАВРОВЫХ БАЛОК МОСТОВ

Оспанов Р. С.
Ташкентский Государственый Транспортный Университет.
Jandos_Chingis@mail.ru

Аннотация. В статье отражены результаты исследований несущей способности тавровых железобетонных балок, усиленых высокопрочными тканевыми углепластиковым волокнистым полимером в зоне действия поперечных сил.

Annotation. The article reflects the results of studies of the bearing capacity of T-shaped reinforced concrete beams reinforced with high-strength fabric carbon fiber polymer in the area of transverse forces.

В статье приведена методика расчета наклонных сечений усиливаемых железобетонных тавровых балок внешним армированием высокопрочными композиционными материалами (ВКМ) на основе углеродных, арамидных и стеклянных волокон. В основу расчета положены рекомендации Руководства по усилению конструкций [1, 2], исследования, проведенные автором [3, 4] и результаты многочисленных зарубежных экспериментальных исследований [5, 6].

На рис. 1. приведены основные схемы наклейки, используемые при усилении наклонных сечений. Для балок в основном используется наклейка ФАП с трех или двух сторон элемента. Номинальная прочность наклонных сечений элемента, усиленного системой ВКМ, должна превышать требуемую прочность. В общем виде условие прочности наклонных сечений элемента, усиленного ФАП записывается так:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_{sw} + \psi_f Q_f \,, \qquad (1)$$

где ψ_f – коэффициент запаса, зависящий от схемы наклейки ВКМ.

Коэффициент запаса, зависящий от схемы наклейки ВКМ для полностью обернутых элементов ψ_f = 0,95, а для трехсторонних U-образных хомутов или приклеенных к наружной поверхности слои ψ_f = 0,85.

Рисунок 1 – Схемы наклейки ВКМ при усилении наклонных сечений

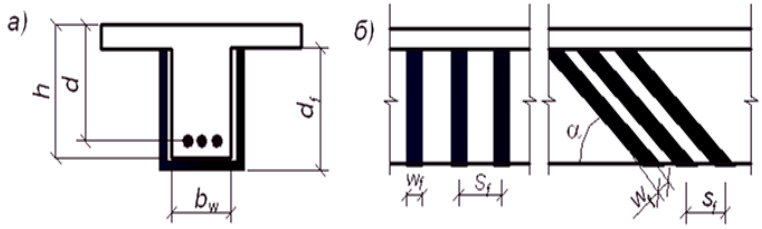


Рисунок 2 – Размещение хомутов из ВКМ для усиления наклонных сечений

Рисунок 2 иллюстрирует параметры, которые используются для вычисления прочности наклонных сечений с учетом ВКМ. Вклад системы ВКМ в увеличение прочности на сдвиг элемента основан на работе соответствующего направления фибры по отношению к предполагаемой траектории трещины [7, 8].

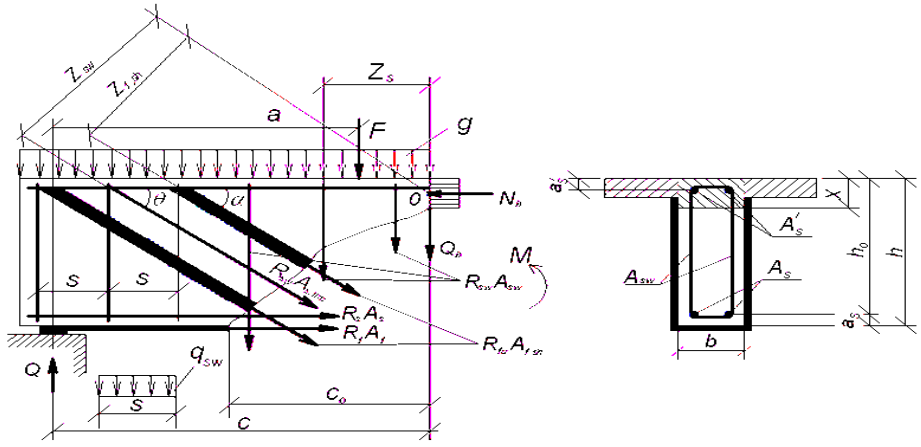


Рисунок 3 – Расчетная схема наклонного сечения на поперечную силу
и изгибающий момент

После подбора сечения усиляющей накладки необходима проверка обеспечения несущей способности сечений:

1. Наклонных к продольной оси элемента на действие поперечной силы по наклонной полосе между наклонными трещинами.
2. На действие поперечной силы по наклонной трещине.
3. На действие изгибающего момента по наклонной трещине.

Расчет изгибаемых железобетонных элементов по бетонной полосе между наклонными сечениями производят по выражению:

$$Q \le \varphi_{b1} R_b b h_0. \quad (2)$$

Расчет железобетонных элементов по наклонным сечениям на действие поперечных сил осуществляется с учетом следующих дополнений.

Общее условие прочности (рис. 3):

$$Q \le Q_{ult} = Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc} + Q_{f,sh} = Q_b + \sum R_{sw} A_{sw} + \sum R_{sw} A_{s,inc} \sin\theta + Q_{f,sh}. \quad (3)$$

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении Q_b, определяется по:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c}, \quad (4)$$

$$0,5 R_{bt} b h_0 < Q_b < 2,5 R_{bt} b h_0. \quad (5)$$

В связи с расположением хомутов из ВКМ в зоне анкеровки ВКМ продольного направления, усилия в последнем в расчетах не учитываются. При расчете железобетонных элементов на действие поперечных сил учитываются основные параметры, присутствующие в приведенных выше нормативных документах: относительная длина проекции наклонного сечения c/h_0, относительное содержание продольной арматуры A_s/bh_0 относительная величина момента M/z. Тем самым представленная модель позволяет заменить эмпирические зависимости, присутствующие в различных нормативных документах. Что касается эмпирической зависимости, присутствующей в отечественных нормативных документах, выраженной через относительную длину проекции наклонного сечения c/h_0, то эта модель позволяет дополнить нормативную зависимость влиянием относительного содержания продольной арматуры A_s/bh_0 и относительного момента M/z, что в целом отвечает экспериментальным данным.

Список использованных источников

1. Conducting studies of the calculation system for assessing the technical condition and cost of repair of road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 317-320.

2. Regulatory and theoretical bases for assessing the technical condition and cost of repairing road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 320-324.

3. Experimental and theoretical studies of the contact interaction of the shore of cracks in experimental samples of disks at a vacuum. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 324-328.

4. Requirements for operated bridges in high-speed traffic. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 386-389.

5. The development of modern ideas about the structure and properties of fiber concrete as a composite material based on steel and non-metallic fiber. International

Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 389-392.

6. Calculation of the prefabricated slab superstructure of a reinforced concrete road bridge for temporary loads of A-14 and NK-100. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp.310-317.

7. Influence of the inertia force of underground pipeline systems under seismic loads. AIP Conference Proceedings 2637, 050002 (20 October 2022). https://doi.org/10.1063/5.0119606

8. Methodology Of Techno-Economic Feasibility Study For The Reconstruction of Road Bridges. International Conference on problems and perspectives of modern Sciense (June 2021). https://www.scopus.com/results/authorNamesList

ОЦЕНКА СРОКОВ СЛУЖБЫ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

Оспанов Р. С.
Ташкентский Государственый Транспортный Университет
Jandos_Chingis@mail.ru

Аннотация. В последние годы на дорогах Узбекистана и других стран наблюдается опасное нарастание различных повреждений в эксплуатируемых пролетных строениях, вызванное увеличением сроков службы и интенсивности движения транспортных средств и грузо напряженности. Самыми распространенными дефектами пролетных строений мостов являются трещины, наиболее опасные из которых возникают в зоне действия поперечных сил.

Annotation. In recent years, on the roads of Uzbekistan and other countries, there has been a dangerous increase in various damages in the operated superstructures caused by an increase in the service life and intensity of traffic of vehicles and cargo tension. The most common defects of bridge spans are cracks, the most dangerous of which occur in the area of transverse forces.

Недостатки в организации эксплуатации мостов, преждевременное «старение», накопление дефектов в железобетонных конструкциях и снижение их несущей способности, неудовлетворительное проектирование – серьезная проблема, приводящая к большим потерям материальных и финансовых ресурсов государства. Изменились режимы эксплуатации мостов: повысились скорости, грузонапряженность, увеличились осевые нагрузки от подвижного состава, заметны изменения климатических условий, повысилась агрессивность среды и т. д. [1–4].

В инженерно-техническом аспекте имеется два варианта решения проблемы:

а) полная замена поврежденных конструкций, что связано с большими затратами;

б) их реабилитация (т. е. усиление, ремонт или восстановление), что является более реальным, позволяющим увеличить также и грузоподъемность конструкций.

С первых дней эксплуатации все конструкции железобетонных мостов постепенно снижают свои качества. Эти изменения происходят под воздействием многих физико-механических и химических факторов. К ним относятся неоднородность материалов, повышение напряжения, приводящие к микроразрывам в материале, попеременное увлажнение и высушивание, периодические замораживании и оттаивания, резкие перепады температур, воздействие солей и кислот, выщелачивание, коррозия металла, загнивание древесины, истирание конструкций и т. п. Происходят постепенные изменения структуры и свойств материалов. Надежность и долговечность конструкций при этом зависят от интенсивности протекания разрушительных процессов. Поэтому *под долговечностью* конструкций понимают такой срок службы, в течение которого материал или конструкция сохраняют свои свойства и заданные характеристики. Таким образом, для оценки и обеспечения надежности эксплуатируемых зданий и сооружений важным является знание (прогноз) ресурса всех конструкций, срока их службы. В общем виде именно они определяют периоды и объемы ремонтов [5–8]. При расчетах сроков службы конструкции, где фактор времени выступает в явном виде, необходимо учитывать следующие положения, определяющие её поведение как в стадии эксплуатации, так и в предельной стадии:

1) несущая способность, свойства и состояние конструкции сооружения (прочность, деформативность, нагрузки, влияние среды и т. д.) изменяются с течением времени и описываются вероятностно-статистическими закономерностями;

2) нагрузки и воздействия среды, определяющие поведение конструкции в эксплуатации, имеют режимный (повторяющийся, периодический, циклический и др.) характер и по своей физической природе являются случайными;

3) в конструкции с течением времени постепенно развиваются повреждения, которые снижают эксплуатационные качества конструкции и приводят к выходу ее из строя (усталостное, хрупкое или вязкое трещинообразование в материале, рост деформативности, коррозия арматуры и бетонаи др.). С течением времени эти повреждения достигают размеров при которых эксплуатация конструкции становится затруднительной (например, значительные оста-точные прогибы, чрезмерное раскрытие трещин и т. д.) или резко снижается её долговечность;

4) срок службы следует определять по всем возможным признакам выхода конструкции из строя, при этом он должен быть не менее нормативного значения:

$$T \geq T_н, \tag{1}$$

где T – срок службы конструкции, он принимается равным минимальному из сроков службы, определенных по различным признакам нарушения долговечности и выхода из строя конструкции.

Нормативный срок службы может быть установлен различными путями: на основе минимума общих затрат на строительство и текущих расходов при эксплуатации зданий и сооружений либо на основе метода экспертных оценок. Решающим фактором, по которому следует устанавливать нормативный срок службы, является накопленный опыт проектирования и эксплуатации.

В сочетании с диагностированием фактического состояния метод расчета сроков службы железобетонных конструкций позволяет:

– с необходимой вероятностью дать количественную оценку времени нормальной эксплуатации конструкции;

– прогнозировать время отказа конструкции под действующими нагрузками на основе фактических данных о реальном поведении конструкции;

– определить запасы прочности и надежности конструкции в любой момент времени с учетом ее фактического состояния;

– контролировать динамику деструктивных процессов и напряженно-деформированное состояние конструкции в период эксплуатации;

– обоснованно рекомендовать к дальнейшему использованию находящихся в эксплуатации и реконструируемые конструкции, если их остаточный срок службы вполне достаточен для восприятия новых нагрузок;

– определить остаточный срок службы конструкции с учетом ее фактического состояния; обеспечить обоснованный подход к планированию межремонтных сроков.

Список использованных источников

1. Conducting studies of the calculation system for assessing the technical condition and cost of repair of road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 317-320.

2. Regulatory and theoretical bases for assessing the technical condition and cost of repairing road bridges. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 320-324.

3. Experimental and theoretical studies of the contact interaction of the shore of cracks in experimental samples of disks at a vacuum. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 324-328.

4. Requirements for operated bridges in high-speed traffic. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 386-389.

5. The development of modern ideas about the structure and properties of fiber concrete as a composite material based on steel and non-metallic fiber. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp. 389-392.

6. Calculation of the prefabricated slab superstructure of a reinforced concrete road bridge for temporary loads of A-14 and NK-100. International Scientific and Technical Conference “Resource-saving technologies in transport”. pp.310-317.

7. Influence of the inertia force of underground pipeline systems under seismic loads. AIP Conference Proceedings 2637, 050002 (20 October 2022). https://doi.org/10.1063/5.0119606

8. Methodology Of Techno-Economic Feasibility Study For The Reconstruction of Road Bridges. International Conference on problems and perspectives of modern Sciense (June 2021). https://www.scopus.com/results/authorNamesList

КОМПЛЕКС ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Пантелеев К. В., Воробей Р. И., Гусев О. К., Микитевич В. А.,
Самарина А. В., Свистун А. И., Тявловский А. К., Тявловский К. Л.,
Жарин А. Л.
Белорусский национальный технический университет
nil_pt@bntu.by

Аннотация. рассматриваются разработанные зарядочувствительные методы, приборы и методики бесконтактного неразрушающего контроля состояния прецизионных поверхностей.

Annotation. the developed charge-sensitive methods, devices and techniques for non-contact non-destructive control of the state of precision surfaces are considered.

В последние годы интерес к зарядочувствительным методам и, в частности, различным модификациям зонда Кельвина, а также к результатам их применения для анализа и контроля свойств прецизионных поверхностей материалов (металлов, полупроводниковых, диэлектрических и композиционных материалов) [1–4], что подтверждается непрерывным ростом научных публикаций в данной области, в том числе, зарубежной. Сканирующие модификации зонда Кельвина (Scanning Kelvin Probe, SKP) широко используются для контроля однородности свойств поверхности. С появлением атомно-силовой микроскопии стала возможным реализация зонда Кельвина на нано уровне – метод SKPFM (Scanning Kelvin Probe Force Microscopy). А для исследования полупроводниковых материалов применяются комбинации зарядочувствительных и фотоэмиссионных методов: SPS (Surface Photovoltage Spectroscopy), JPV-SKP (Junction PhotoVoltage Scanning Kelvin Probe), SPV-SKP (Surface PhotoVoltage Scaning Kelvin Probe).

На рисунках 1–3 приведен внешний вид специализированных измерительных установок серии СКАН, разработанных и изготовленных в Белорусском национальном техническом университете по заказу ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» для бесконтактного неразрушающего контроля полупроводниковых слоев кремниевых пластин.

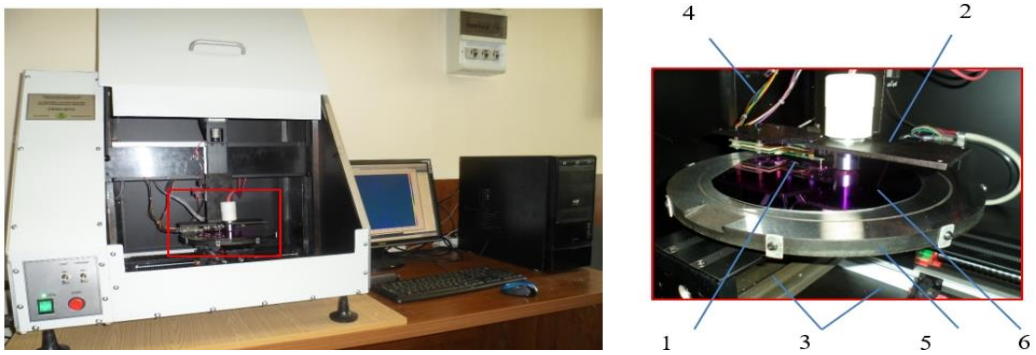


Рисунок 1 – Общий вид установки СКАН-2013: *1* – отсчетный электрод (зонд); *2* – источник коронного разряда; *3* – приводы сканирования по координатам [*x*, *y*]); *4* – привод подвода измерительной головки по координате [z]; *5* – предметный столик; *6* – образец [5]

Основное назначение СКАН-2013 – контроль состояния полупроводниковых слоев кремниевой пластины по параметрам распределения работы выхода электрона [2, 5].

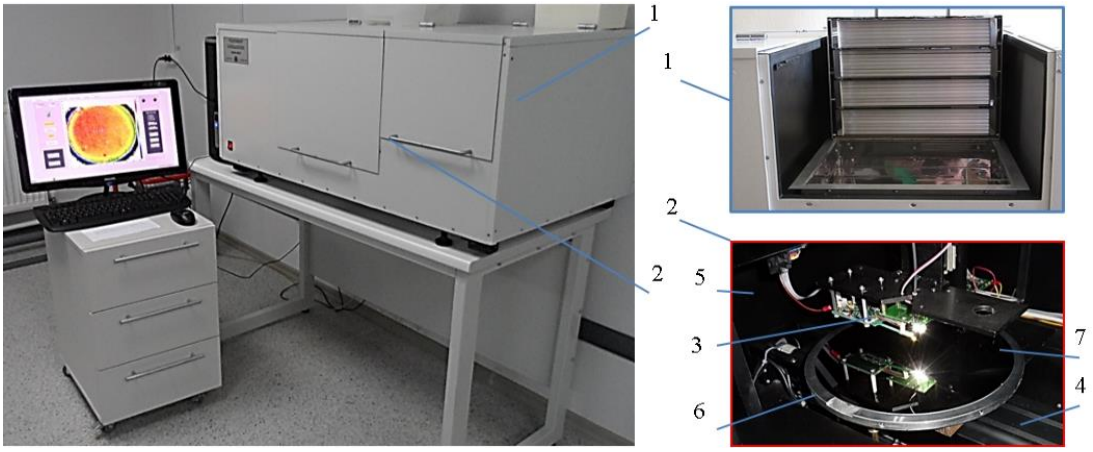
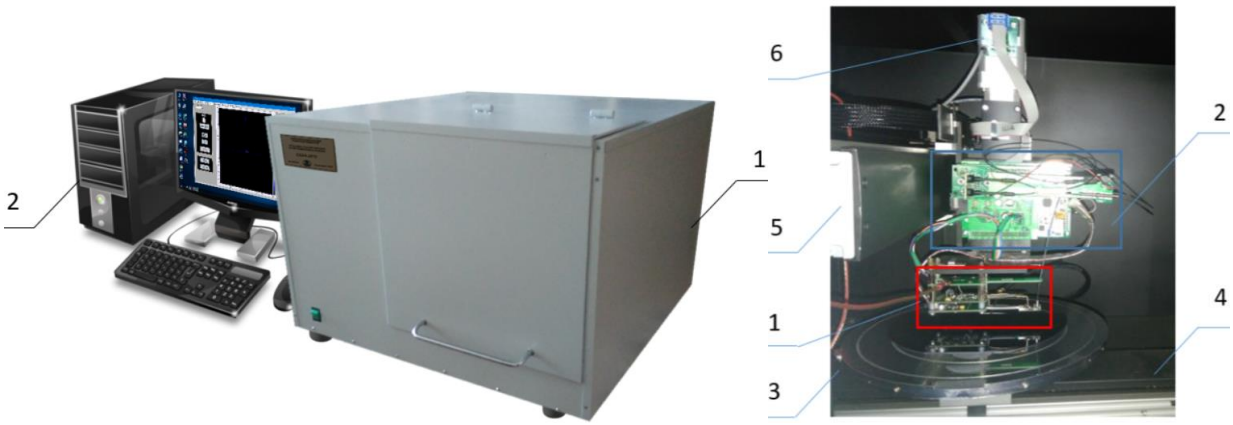


Рисунок 2 – Общий вид измерительной установки СКАН-2015: *1* – камера отжига; *2* – камера сканирования; *3* –отсчетный электрод (зонд) и источник оптического воздействия; *4* – приводы сканирования по координатам [*x*, *y*]); *5* – привод подвода измерительной головки по координате [*z*]; *6* – предметный столик; *7* – образец [6]

Основное назначение СКАН-2015 – бесконтактный неразрушающий контроль субмикронных слоев полупроводниковой пластины (диаметром до 200 мм) по параметрам распределения времени жизни неравновесных носителей заряда и концентрации примеси железа в кремнии р-типа путем анализа разностных распределений электрического потенциала поверхности до и после кратковременного отжига поверхности пластины при температуре около 200 ºС [3, 6].



а б

Рисунок 3 – Общий вид установки СКАН-2019: а: 1 – измерительная система СКАН-2019; 2 – персональный компьютер; б: 1 – отсчетный электрод; 2 – микропроцессорный блок с драйверами управления; 3 – предметный столик; 4, 5 – приводы сканирования по координатам [x, y]; 4 – привод подвода измерительной головки по координате [z]; 7 – отсчетный электрод (система измерительных зондов) [7]

Основное назначение СКАН-2019 – бесконтактный контроль распределения поверхностного удельного сопротивления полупроводниковых слоев кремниевой пластины [7]. В основу метода неразрушающего измерения поверхностного удельного сопротивления положены особенности пространственного распределения поверхностного потенциала, связанного с генерацией неравновесных носителей заряда.

В установках серии СКАН использован уникальный метод и устройство регистрации поверхностного электрического потенциала в режиме неполной компенсации измерительного сигнала (цифровой зонд Кельвина) [8], разработанные в Белорусском национальном техническом университете.

Список использованных источников

1. Pantsialeyeu, K. Charge sensitive techniques in tribology studies / K. Pantsialeyeu, A. Zharin, M. Opielak, P. Rogalski // Przeglad Elektrotechniczny. – 2016. – R. 92, № 11. – P. 239 – 243.

2. Pilipenko V.A., Saladukha V.A., Filipenya V.A., Vorobey R.I., Gusev O.K., Zharin A.L., Pantsialeyeu K.V., Svistun A.I., Tyavlovsky A.K., Tyavlovsky K.L. Characterization of the electrophysical properties of silicon-silicon dioxide interface using probe electrometry methods. Devices and Methods of Measurements. 2017;8(4):344-356.

3. Influence of rapid thermal treatment of initial silicon wafers on the electrophysical properties of silicon dioxide obtained by pyrogenous oxidation / V.A. Pilipenko, V.A. Solodukha, A. Zharin, O. Gusev, R. Vorobey, K. Pantsialeyeu, A. Tyavlovsky, K. Tyavlovsky, V.A. Bondariev // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes, 2019, vol. 23, iss. 3, p. 283–290. DOI: 10.1615/HighTempMatProc.2019031122.

4. Pantsialeyeu K., Zharin A., Gusev O., Vorobey R., Tyavlovsky A., Tyavlovsky K., Svistun A. Digital contact potential probe in studying the deformation of dielectric materials. Informatics, Control, Measurement in Economy and Environmental Protection, 2020, № 10, vol. 4. P. 57–60.

5. Panteleev, K.; Zharin, A.; Mikitsevich, V.; and Gusev, O. (2020) "Semiconductor wafers testing based on electron work function of surface," Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering: Vol. 2 : Iss. 5 , Article 2. – P. 12–14.

6. Пантелеев К.В., Микитевич В.А., Свистун А.И., Воробей Р.И., Гусев О.К., Жарин А.Л. Зарядочувствительный метод исследования деформационных процессов. Приборы и методы измерений. 2022;13(4):291-301.

7. A. Zharin, K. Pantsialeyeu, A. Svistun, K. Tyavlovsky (2020) "Determining the lifetime of minority charge carriers and iron impurity concentration in semiconductor structures with submicron layers," Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering: Vol. 2 : Iss. 4, Article 3. – P. 17-21.

8. Пантелеев, К. В. Методы и средства измерения контактной разности потенциалов на основе анализа компенсационной зависимости зонда Кельвина : авто-реф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.01 / К. В. Пантелеев; БНТУ. – Минск, 2016. – 23 с.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ТЕРМОДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ НА МЕДИ

Плетенев И. В.
Белорусский национальный технический университет
ipletenev@mail.ru

Аннотация. Исследованы особенности образования термодиффузионных алюминий содержащих слоев на меди с сопоставлением полученных результатов с диаграммой состояния системы «алюминий-медь». Отмечены характерные фазы и их распределение по сечению слоя, а также проведена оценка методом микроиндентирования микротвердости каждой из зон слоя.

Annotation. Peculiarities of formation of thermal diffusion aluminum-containing layers on copper were studied with a comparison of the obtained results with the state diagram of the "aluminum-copper" system. The characteristic phases and their distribution over the layer cross section are noted, and the microhardness of each of the layer zones is estimated by microindentation.

Как правило, термодиффузионные слои представляют собой слоистые системы, поскольку большинство диффузионных слоев, формирующихся при химико-термической обработке, являются многофазными и образованными по механизму реакционной диффузии. Согласно этой теории, фазы по толщине слоя распределяются как на диаграмме состояния, т. е. последовательность их образования и состава по толщине, соответствует последовательности их расположения на самой диаграмме. Встречаются исключения, например, это происходит при процессах комплексного насыщения, когда речь идет о сложной по составу среде,

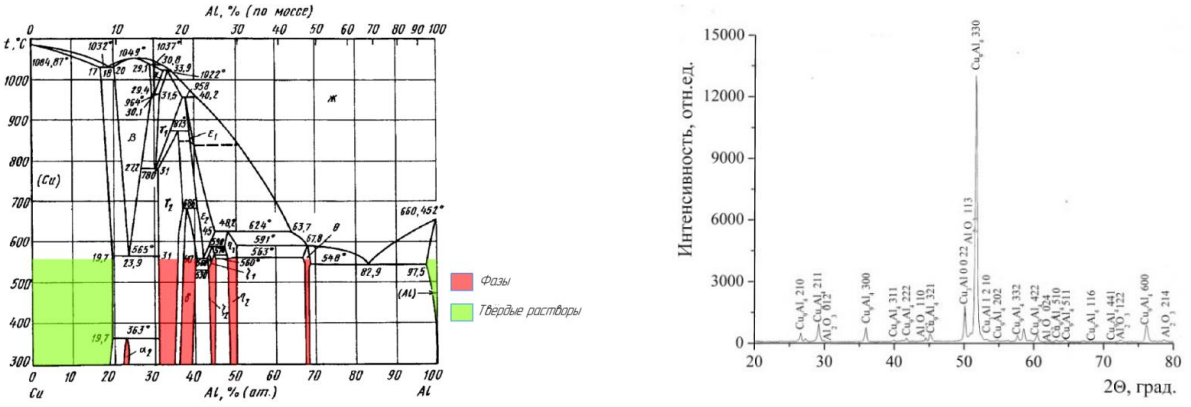
в которой преимущественно проходит насыщение одним элементом, но есть сопутствующие элементы, которые дополнительно легируют образующийся слой. Обычно такое насыщение реализуется из комплексных смесей порошкового типа, это наиболее простой и доступный способ создать среду с несколькими разнородными источниками активных атомов.

Сопоставительный анализ структуры получаемых слоев проводят для систем, включающих базовый легирующий элемент и основу, а сопутствующие элементы, предполагается, что в структурообразовании практически не участвуют, и будут находиться в твердом растворе. Как показывает практика структура диффузионного слоя, в большинстве своем, будет согласовываться с диаграммой состояния после насыщения, поэтому можно идти от обратного и прогнозировать строение слоя в случае комплексного насыщения, но только в варианте, когда удается выделить преобладающий, более активный с точки зрения диффузии элемент [1].

Кроме прогнозирования структуры и фазового состава слоя в случае комплексного насыщения важным является и получаемое изменение свойств, это определяет целесообразность и эффективность дальнейшего практического применения. Известно, что распределение концентрации элементов по сечению диффузионной зоны при реакционной диффузии характеризуется наличием резких изменений в местах перехода от одной фазы к другой, на границе раздела фаз [1, 2]. При этом страдает, как правило, пластичность слоя, при изгибающих нагрузках он растрескивается.

В работе анализировалось структурные особенности образующихся термодиффузионных алюминий содержащих слоев на меди при комплексном насыщении, проводилось сопоставление полученных результатов с диаграммой состояния системы «алюминий-медь» и изучение микромеханических свойств, в частности микротвердости образованных структурных составляющих слоя.

На рисунке представлен результат анализа диаграммы состояния в системе «алюминий-медь» при температуре насыщения 550…560 ºС, что характерно для низкотемпературного процесса (рисунок 1, а) и фрагмент рентгенограммы с обнаруженными фазами (рисунок 1, б).



а б

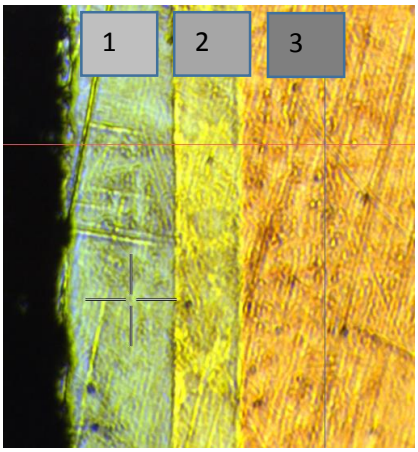
Рисунок 1 – Диаграммы состояния «алюминий-медь» (а) и фрагмент рентгенограммы диффузионного слоя (б)

Известно, что на меди после алитирования, принимая во внимание температуру насыщения, от поверхности образца вглубь изделия должны образовываться следующие фазы: Θ-фаза (Al_2Cu), далее η_1-фаза (AlCu), следом δ-фаза (Al_2Cu_3), γ_2-фаза (Al_4Cu_9) и в конце зона α твердого раствора алюминия в меди [2].

По результатам ренгенофазового анализа образца выясняется, что ряд интерметаллидов отсутствуют в слое (рисунок 1, б). Это, по нашему мнению, связано, прежде всего, с тем что, у необнаруженных фаз крайне низкая концентрация в слое, дополнительно к этому проявляется влияние комплексного насыщения, ведущего к перераспределению фаз. Как уже отмечалось ранее, такие ситуации не редкость, для, например, тонкопленочных систем исследователи в рассматриваемой системе отмечают образование в слое только фаз AlCu, $AlCu_3$ и Al_4Cu_9 [3]. В нашем случае определяется только фаза Al_4Cu_9 и $AlCu_3$. Особое внимание следует уделять фазе Al_4Cu_9, поскольку она всегда присутствует в слое после насыщения, ее доля значительна, и по данным исследователей она наиболее хрупкая и твердая фаза в структуре слоя. На диаграмме γ_2-фаза – твердый раствор на базе указанного интерметаллида, существует вплоть до комнатных температур, решетка характеризуется кубической сингонией.

Известно, что все алюминиды меди имеют повышенную твердостью и низкую пластичностью относительно чистой меди. Твердость технической меди в нагартованном состоянии не превышает 110 МПа, твердость алюминидов меди по литературным данным значительно выше [1–3].

Проведенными исследованиями установлено, что для выявленных зон диффузионного слоя характерны значения микротвердости в интервале 1780–11000 МПа (рисунок 2).



а

Зона контроля	Микротвердость, $HV_{0,05}$
1	1100±150
2	390±70
3	178±10

б

Рисунок 2 – Микроструктура диффузионного слоя на меди марки М1 (а) и микротвердость по зонам слоя (б)

Таким образом, в работе проанализированы особенности фазового состава диффузионного слоя формирующегося из многокомпонентной среды, которая реализует преимущественно насыщение алюминием. Показано, что распределе-

ние фаз по глубине слоя не согласуется с диаграммой состояния системы «алюминий-медь», в структуре слоя преобладает интерметалид Al_4Cu_9. Исследована микротвердость в характерных зонах образующегося диффузионного слоя.

Список использованных источников

1. Бурнышев, И. Н. Многокомпонентное диффузионное насыщение медных сплавов / И. Н. Бурнышев, О. М. Валиахметова, В. Ф. Лыс // Химическая физика и мезоскопия. – 2010. – Т. 12. – № 4. – С. 519-525.

2. Радюк А.Г. Формирование диффузионных слоев на поверхности меди и ее сплавов [текст] / А.Г. Радюк, А.Е. Титлянов, А.Е. Украинцев // Цветные металлы. – 2007. – №5. – С. 95–97.

3. Твердость пленок системы Al - Cu / С. Б. Кущев, А. А. Максименко, М. А. Босых [и др.] // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 53-59.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ И ФОСФАТСОДЕРЖАЩИХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЛЕГИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СПЛАВАХ МАГНИЯ

Поспелов А. В., Касач А. А., Курило И. И., Цыганов А. Р.
Белорусский государственный технологический университет
Andrei29088@mail.ru

Аннотация. Методами линейной вольтамперометрии изучены особенности коррозии сплава магния WE43 в растворе Хэнка (pH 7,4), имитирующий внутреннюю жидкость организма, а также защитные свойства сформированных на нем покрытий на основе фосфатов кальция (CaP) и комбинированных покрытий CaP-PLA. Показано, что нанесение на поверхность сплава WE43 покрытий CaP позволяет снизить плотность тока коррозии примерно в 10 раз, покрытий CaP-PLA в 500 раз.

Annatation. By methods of linear voltammetry the features of corrosion of magnesium alloy WE43 in Hank's solution (pH 7.4), imitating the internal body fluid, as well as the protective properties of the coatings formed on it based on calcium phosphate (CaP) and combined coatings CaP-PLA were studied. It is shown that the application of CaP coatings on the surface of WE43 alloy allows to reduce the corrosion current density by about 10 times, CaP-PLA coatings by 500 times.

Введение. Магниевые сплавы привлекают все большее внимание как потенциальные материалы для использования в качестве имплантатов в ортопедической хирургии. Они обладают высокой прочностью, низкой плотностью и биосовместимостью, что делает их идеальными кандидатами для создания ортопедических имплантатов [1]. Однако, магниевые сплавы имеют некоторые ограни-

чения в использовании в качестве имплантатов, связанные с их быстрой коррозией в физиологических жидкостях организма. Результатом коррозии является образование водорода и щелочных продуктов, что может привести к образованию трещин и разрушению материала, а также вызывать реакции тканей организма, приводящие к отторжению имплантата [2].

Основными подходами к решению проблемы коррозии магниевых имплантационных материалов являются использование легированных редкоземельными элементами (РЗЭ) сплавов магния и модификация их поверхности. Легирование магния РЗЭ улучшает его механические свойства и коррозионную стойкость, это обусловлено образованием в сплаве интерметаллических фаз Mg-РЗЭ [3]. Дополнительно РЗЭ могут обеспечивать антибактериальные и противовоспалительные свойства.

Модификация поверхности магниевых сплавов включает в себя использование защитных покрытий различной природы. Защитные покрытия на основе фосфата кальция (CaP) наносятся на поверхность магниевых сплавов для снижения скорости коррозии имплантата в физиологических жидкостях организма. Покрытия на основе CaP обладают не только высокой химической биостабильностью, но и отличной биосовместимостью, остеокондуктивностью и биорезорбируемостью [4]. Органические покрытия предлагают широкий спектр возможностей для интеграции различных химических функциональных групп на поверхности имплантатов. В биоинженерии для формирования органических покрытий на поверхности имплантата используются различные биополимеры, которые демонстрируют механические свойства, сравнимые с мягкими биологическими тканями. Таким образом, биополимеры поддерживают рост клеток, обеспечивают биосовместимость и контролируемую биодеградацию. Кроме того, полимерные покрытия могут служить носителями для различных лекарственных форм [5].

Сочетание легированных РЗЭ сплавов магния и модификации их поверхности может привести к разработке эффективных имплантационных материалов с контролируемой биорезорбцией и улучшенными биосовместимостью и остеокондуктивностью.

Целью данной работы является получение на магниевом сплаве WE43 комбинированных полимерных и фосфатсодержащих покрытий и изучение их защитных свойств.

Результаты исследований. На рисунке 1 представлены СЭМ изображения поверхности образцов сплава WE43 без покрытия (рисунок 1, *а*), с нанесенным на него фосфатсодержащим покрытием (рисунок 1, *б*) и комбинированным покрытием, состоящим из фосфатсодержащего и полилактидного слоев (рисунок 1, *в*).

Как видно из рисунка 1, *а* сплав WE43 характеризуется сетчатой микроструктурой, выраженной несколькими фазами. Основной фазой (α-фазой) является магний с низким процентным содержанием легирующих элементов. β-фаза представляет собой менее однородную фазу с более высокой концентрацией РЗЭ. Также, на рисунке 1, *а* наблюдаются контрастные области, которые отно-

сятся к интерметаллическим частицам (ИМЧ). Состав ИМЧ представлен соединениями магния с редкоземельными элементами (Mg-РЗЭ), а также фазой циркония [6].

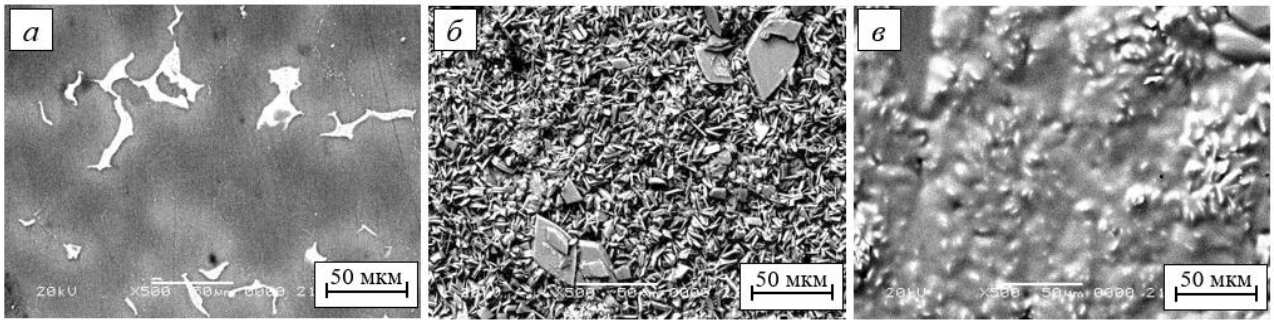


Рисунок 1 – СЭМ изображения поверхности полученных образцов:
а – WE43; *б* – CaP; *в* – CaP-PLA

Предварительное фосфатирование магниевого сплава WE43 приводит к образованию на поверхности образца малорастворимого плотного мелкозернистого покрытия с ярко выраженной кристаллической структурой (рисунок 1 *б*). Качественный и количественный элементный анализ показал, что слой, сформированный в процессе фосфатирования, состоит из кальция, фосфора и кислорода, мас. %: Ca – 45,1; P – 22,7; O – 32,2.

Нанесение полилактида на поверхность фосфатированного образца приводит к формированию комбинированного покрытия CaP-PLA (рисунок 1, *в*).

С помощью электрохимических методов была проведена оценка защитных свойств полученных покрытий. В таблице 1 представлены электрохимические параметры коррозии исследуемых образцов в растворе Хэнка (pH 7,4).

Таблица 1 – Электрохимические параметры коррозии образцов сплава WE43

Образец	$a_к$, В	$b_к$, В	$a_а$, В	$b_а$, В	$E_{корр}$, В	$i_{корр}$, А/см^2
WE43	–2,70	–0,29	–1,09	0,05	–1,34	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$
CaP	–2,86	–0,22	–0,02	0,28	–1,62	$1{,}8 \cdot 10^{-6}$
CaP-PLA	–2,55	–0,12	–0,20	0,18	–1,58	$3{,}4 \cdot 10^{-8}$

Выводы. По сравнению с исходным сплавом WE43 покрытие CaP способствует снижению скорости коррозии образца практически в 10 раз, а комбинированное покрытия CaP-PLA – практически в 500 раз. Высокая защитная способность покрытия CaP-PLA обусловлена тем, что в процессе его формирования происходит заполнение микротрещин фосфатного слоя полимером, что приводит к уплотнению покрытия, а при дальнейшей эксплуатации препятствует непосредственному контакту коррозионной среды с магниевой матрицей.

Список использованных источников

1. Li L., Gao C., Xu D. et al. Corrosion of magnesium alloys in medical applications: a review // Acta Biomater. – 2017. – Vol. 62. – P. 14–28.

2. Witte F., Feyerabend F., Maier P., Fischer J., Stormer M., Blawert C. Biodegradable magnesium-hydroxyapatite metal matrix composites // Biomaterials. – 2007. – Vol. 28. – P. 2163–2174.

3. Salahshoor M., Guo Y. Biodegradable orthopedic magnesium-calcium (MgCa) alloys, processing, and corrosion performance // Materials. – 2012. – Vol. 5. – P. 135–155.

4. Hornberger H., Virtanen S., Boccaccini A.R. Biomedical coatings on magnesium alloys-a review // Acta Biomaterialia. – 2012. – Vol. 8 (7). – P. 2442–2455.

5. Salawi A. Pharmaceutical Coating and Its Different Approaches, a Review // Polymers. – 2022. – Vol. 14(16). – P. 3318.

6. Kharitonov D. et. al. Aqueous molybdate provides effective corrosion inhibition of WE43 magnesium alloy in sodium chloride solutions // Corrosion Science. – 2021. – Vol. 190, 109664.

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ СОХРАННОСТИ ЯГОД ВИНОГРАДА

Садовская А. В., Вага И. И.
Белорусский национальный технический университет
Sadovskaya@bntu.by

Аннотация. Приведены результаты исследования изменения массы образцов винограда сорта Султан с нанесенным защитным пленочным покрытием на основе крахмала, желатина и глицерина, при хранении ягод в течение 15 суток, изучено воздействие пластификатора глицерина на механические характеристики пленок. Исследования направлены на разработку пленкообразующих покрытий на основе биополимеров для продления качества и сроков хранения винограда, выращенного в Узбекистане.

Annotation. The results of a study of the change in the weight of samples of Sultan grapes with a protective film coating based on starch, gelatin and glycerin, when storing berries for 15 days, are presented, the effect of the plasticizer glycerol on the mechanical characteristics of the films is studied. Research is aimed at developing film-forming coatings based on biopolymers to extend the quality and shelf life of grapes grown in Uzbekistan.

Разработка новых упаковочных материалов, способных с одной стороны выполнять свои защитные свойства, а с другой не оказывать неблагоприятного влияния на окружающую среду, является важной задачей, на решение которой направлены правительственные ограничения ряда стран по сокращению пластиковых отходов и значительное количество научных исследований, в том числе по разработке и производству биоразлагаемой упаковки, съедобных покрытий и пленок [1]. Биоразлагаемые полимеры также используются в упаковках с модифицированной атмосферой для хранения фруктов и овощей. Узбекистан обладает мощной сырьевой базой для выращивания и экспорта продукции растениеводства, особенно столового винограда. Для сравнения в Беларуси производится

17 362 т винограда, на одного человека приходится 1,8 кг, в Узбекистане производится более 1 600 000 тонн, что составляет 50,3 кг на человека. Экспорт узбекского винограда налажен в 14 государств, среди них Россия, Казахстан, Кыргызстан, Беларусь, ОАЭ, Латвия, Эстония. Согласно [2] в 2022 году основным экспортируемым товаром в Россию стал виноград, поставки которого выросли на 60 % по сравнению с 2021 годом и составили 160 тыс. тонн, поставки винограда в Беларусь увеличились в 2 раза по сравнению с 2021 годом. Актуальным остается вопрос повышения уровня переработки, сокращения потерь от порчи продукции на стадии производства и продажи до конечного потребителя. Для борьбы с послеуборочной гнилью и продления срока годности овощей и фруктов применяются различные способы послеуборочной обработки синтетическими восками и/или химическими компонентами. Фрукты и овощи теряют вес после сбора урожая при хранении за счет испарения, что приводит к изменению текстуры и изменению поверхности, что влияет на срок их хранения.

Возрастающие ограничения на использование агрохимикатов и растущий потребительский спрос на высокое качество, минимальную обработку свежих пищевых продуктов приводит к поиску новых методов и технологий сохранения высокого качества и безопасности продукции. Использование съедобных покрытий может стать эффективным и безвредным для окружающей среды способом и альтернативой для продления срока хранения и защиты фруктов и овощей от вредного воздействия окружающей среды.

Такие покрытия должны быть безопасными для человека и окружающей среды, соответствовать техническим регламентам о безопасности пищевой продукции, о безопасности пищевых добавок, не должны содержать в своем составе токсичных, аллергенных, неусваиваемых (неперевариваемых) компонентов; обеспечивать стабильность структуры продукта и предотвращать механические повреждения при транспортировке, хранении, обработке [3].

Среди современных методов хранения использование съедобных пленок является новой стратегией упаковки и защиты поверхности мелких фруктов и ягод.

В настоящее время в пищевой промышленности широкое распространение получили пленки на основе природных биоразлагаемых полимеров – целлюлоза, хитозан, желатин, полипептиды, казеин и др. Особый интерес вызывает крахмал, основным источником промышленного производства которого служат картофель, пшеница, кукуруза, рис и некоторые другие растения [4].

Крахмал позволяет получать бесцветные, прозрачные покрытия, в химическом составе крахмал содержит 0,05–0,3 г жиров, что позволяет использовать для увеличения срок годности фруктов, овощей, однако крахмал гигроскопичен и обладает низкой пароизоляционной способностью. Однако крахмал в чистом виде не способен образовывать пленки из-за низкой механической прочности и высокой проницаемости паров воды, поэтому получение пленочных материалов возможно с добавлением различных пластификаторов (например, глицерина, воды) [4]. Также кроме пластификаторов для улучшения физико-механических свойств добавляют такие компоненты, как альгинат натрия, желатин, агар-агар, которые обладают способностью образовывать студни, сгущать продукцию.

Пленки на основе биополимеров могут обеспечить необходимый барьер для ягод от неблагоприятных внешних биотических или абиотических факторов, поддерживая при этом необходимые физиологические процессы, такие как влаго- и газообмен.

Образцы пленочных покрытий на основе крахмала, желатина и глицерина были подготовлены в лабораторных условиях кафедры «Промышленный дизай и упаковка» БНТУ. На свежий виноград наносили пленочные покрытия, содержащие крахмал/желатин и 0–25 % глицерина. Изучено влияние покрытия на физико-химические показатели ягод винограда сорта Султан при хранении в течение 15 суток при комнатной температуре. В ходе исследований определяли следующие показатели ягод: убыль массы, среднюю массу ягод и внешний вид ягод.

Также проведено исследование влияния глицерина на механические характеристики пленок – относительное удлинение, которое измеряли на разрывной машине при температуре окружающей среды. Установлено, что глицерин влияет на механические характеристики (удлинение) пленок: при 10 %-м содержании глицерина удлинение возрастает на 60 % и в три раза (300 %) при 20 %-м содержании глицерина.

Экспериментальные образцы пленок готовили следующим образом: готовили рабочий раствор крахмала и желатина в соотношении 10:10, 10:50, 50:10, 50:50, 30:50 и 30:10, к рабочему раствору добавляли глицерин в количестве 5, 10, 15, 20, 25 %.

Нанесение на ягоды винограда пленочного покрытия, содержащего 20 % глицерина и более, было затруднено так как покрытие было густым и липким, а также наблюдалась липкость ягод винограда при хранении. На основании полученных данных были сделаны следующие результаты: потери массы винограда, не подвергнутого обработке пленочными покрытиями, выше, чем с нанесенным покрытием на 1,9–6,6 %. Для винограда необработанного водой (не мытого), с нанесенным пленочным покрытием из крахмала 30 %, 50 % желатина и 20 % глицерина, потери меньше на 6,6 % по сравнению с виноградом необработанным покрытием на 15-е сутки хранения, и на 4,4 % меньше потери массы на 8-е сутки хранения. Для образцов, содержащих 5 и 10 % глицерина потери массы на 1,9–2,5 % меньше, чем у винограда, не обработанного покрытием.

Таким образом, на основании полученных данных установлено пластифицирующее действие глицерина на свойства пленочных покрытий, а также влияние биополимеров на качественные характеристики ягод винограда при хранении, пленочные покрытия могут применяться в качестве защитных, что требует проведения исследовании по изучению нанесения покрытий на гроздья винограда, дальнейшего подбора состава покрытия, содержащего безопасную антимикробную добавку и исследования различных условий хранения продукции.

Список использованных источников

1. Основные направления в разработке биоразлагаемых полимерных материалов / Садовская А.В., Молчан В.И., Франко Е.П. / Инновации и современные технологии в промышленном дизайне и упаковке [Электронный

ресурс] : материалы 75-ой научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ, 26 апреля 2022 года / Белорусский национальный технический университет; редкол.: В.В. кузьмич (пред. редкол.) [и др.] ; сост. А.В. Садовская. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 15-17.

2. Узбекистан увеличил экспорт винограда в Россию на 60%. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://uz.kursiv.media/2022-12-06/uzbekistan-uvelichil-eksport-vinograda-v-rossiju-na-60// – дата доступа: 15.02.2022.

3. Савицкая, Т.А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние/ Т.А. Савицкая. – Полимерные материалы и технологии. – 2016. – №2. – С. 6-36.

4. Кудрякова, Г. Х. Биоразлагаемая упаковка в пищевой промышленности/ Г.Х. Кудрякова, Л. С. Кузнецова, Е. Г. Шевченко, Т. В. Иванова // Пищевая промышленность. – 2006. – №7. – С. 52–54.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ СУЛЬФИДНО-ЦИНКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ПЕЧАХ КС

Саидова М. С., Арибджонова Д. Э., Бекназарова Г. Б.
Ташкентский государственный технический университет
malikasaidova615@gmail.com

Аннотация. В статье приведены информации о повышение производительности окислительного обжига сульфидных цинковых концентратов в промышленности металлургии цинка. Основано для снижение концентрации вредных соединении и образующих с III оксидом железа и IV оксидом кремния относительно более устойчивые соединение, чем эти оксиды с оксидом цинка.

Annotation. In article is considered information on increase of productivity of oxidising roasting of sulphidic zinc concentrates in the industry of metallurgy of zinc. Gland and IV oxide silicon rather steadier connection, than these oxides with oxide zinc is based for decrease in concentration harmful connection and forming with III oxides.

В настоящее время основное количество получаемый цинка в мире производится классическим способом. Это способ производства цинка заключается в обработке обожженных цинковых концентратов раствором серной кислоты с целью перевода ZnO в раствор. Сульфатный раствор после очистки от примесей подвергается электролизу, при котором образуется чистый катодный цинк. Для получения металлического цинка в виде чушек, катодный цинк, переплавляют в электропечах.

Обжиг является основной операцией, определяющей эффективность последующих переделов производства цинка. Основные параметры, которые определяют качество продуктов обжига; температура, расход воздуха, соответствующий полному окислению металлов и выжигу серы, гранулометрический состав поступающий на обжиг шихты.

Однако при обжиге образуется ферриты и силикаты цинка, которые отрицательно влияют на извлечение цинка, т. е. ферриты и силикаты цинка не растворяются в слабой серной кислоте и остаются в остатке от выщелачивания (в кеках). Кеки подвергают вельцеванию для извлечения цинка, свинца и кадмия. Ферриты цинка сравнительно легко разрушаются сернистым и серным ангидридом, газом-восстановителем (природным или от сжигания топлива).

В настоящей работе был изучен процесс образования ферритов и силикатов цинка при обжиге и даны показатели лабораторного исследование по предотвращению образований выше указанных соединение цинка [1].

Исследование показало, что, получаемый в процессе обжига оксид цинка взаимодействует с окисью железа Fe_2O_3, образуя метаферрит цинка $ZnO \cdot Fe_2O_3$.

$$ZnO + Fe_2O_3 \rightarrow \ ZnO \cdot Fe_2O_3 \qquad (1)$$

При температуре 650 °С реакция протекает весьма интенсивно, поэтому проведение обжига при температуре 700–750 °С не исключает образования феррита. Он не растворяется в слабой серной кислоте и остается в остатке от выщелачивания обожженного концентрата, что приводит к прямым потерям цинка.

Внутри зерна окись цинка взаимодействует с окисью железа, образуя феррит цинка $ZnO \cdot Fe_2O_3$. Эта реакция идет интенсивно уже при 650 °С. Так как цинковые концентраты содержат железо, то предотвратить образование феррита цинка при обжиге невозможно.

Если сульфиды цинка и железа присутствуют в концентрате в виде марматита (минерал mZnS·nFeS), то каждая часть железа связывает при обжиге в феррит 0,58 частей цинка. При наличии структурно свободного железа (пирит, халькопирит) степень ферритообразования зависит от температуры процесса и полноты контакта соединений железа и цинка.

Ферриты цинка сравнительно легко разрушаются сернистым и серным ангидридами. Поэтому в условиях сульфатизирующего обжига условия борьбы с их образованием наиболее эффективны.

При обжиге в кипящем слое из-за высокой концентрации сернистого ангидрида и слабого контакта между твердыми частицами концентрата, разделенными газом, огарок получают с повышенным содержанием водорастворимого цинка.

Наиболее действенно ферритообразование при обжиге предупреждается получением цинковых концентратов с минимальным содержанием железа [2,3].

Силикаты, разлагаемые серной кислотой и являющиеся источником появления коллоидального кремнезема в пульпе при выщелачивании обожженных цинковых концентратов, возникают в основном в процессе обжига концентратов в результате взаимодействия кремнеземсодержащих нерудных минералов с окислами тяжелых металлов, образующимися при обжиге сульфидов. Образование силикатов при обжиге в кипящем слое при температуре 950 °С протекает минимум на 60 %.

Для гидрометаллургического способа получения цинка силикатообразование при обжиге нежелательно, так как ферриты ($ZnO \cdot SiO_2$, $PbO \cdot SiO_2$), разлагае-

мые серной кислотой, являются источником образования коллоидного кремнезема, осложняющего фильтрование растворов. Силикаты образуются при обжиге в результате взаимодействия кремнеземсодержащих нерудных минералов с окислами металлов. Степень образования силикатов увеличивается с повышением температуры и уменьшением крупности реагирующих веществ.

Таким образом, кремнезем, как и железо, является вредной примесью в цинковых концентратах, поэтому их содержание должно быть минимальным.

Из сказанного выше следует, что при обжиге сульфидного цинкового концентрата избежать феррито – силикатообразования невозможно. Это означает, что потеря цинка при выщелачивании в любом случае будет иметь место. Причем, чем больше содержание железа в концентрате, тем выше вероятность образования наиболее вредного соединения – феррита цинка.

На наш взгляд, кардинальным решением данной проблемы может быть предварительное связывание оксидных соединений железа и кремния в прочные соединения и недопущение их взаимодействия с окисью цинка. Например:

$$2FeO \cdot SiO_2 + 2CaO \rightarrow 2CaO \cdot SiO_2 + 2FeO; \quad (2)$$

$$PbO + SiO_2 = PbO \cdot SiO_2; \quad (3)$$

$$CaO + SiO_2 = CaO \cdot SiO_2; \quad (4)$$

$$PbO \cdot SiO_2 + CaO = CaO \cdot SiO_2 + PbO. \quad (5)$$

Для этой цели мы предлагаем в шихту для обжига вводить в некоторые количества таких соединений (Na_2O, K_2O, CaO, MgO, и BaO,) которые обладали бы большим химическим сродством к FeO и SiO_2, чем оксид цинка [3]. Это позволит еще при умеренных температурах и с гораздо большей скоростью связать оксид железа и кремния в прочные соединения и будут созданы условия, при которых оксид цинка остается в свободным состоянии. Это позволит значительно увеличить степень перехода цинка в раствор при выщелачивании, уменьшить содержание цинка в кеке, повысить сквозное извлечение цинка в готовую продукцию.

Список использованных источников

1. Кучин Г.М. Обжиг цинковых концентратов в кипящем слое. - М.: Металлургия. 2001.

2. Лейзерович Г.Я. Обжиг в кипящем слое. - М.: Металлургия, 2006.

3. А.А. Юсупхходжаев Х.Р.Валиев, Б.Т. Бердияров_ “Вестник” ТашГТУ 3, 2013.

БЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО 3D-БЕТОНИРОВАНИЯ

Самуйлов Ю. Д., Батяновксий Э. И.
Белорусский национальный технический университет
ppublikatsii@mail.ru

Аннотация. Материал статьи отражает проблематику технологии 3D-бетонирования, интенсивно развивающуюся в современных условиях строительного производства. Одной из важнейших составляющих данной технологии является разработка методик, позволяющих получать бетонные смеси, пригодные для последовательной послойной экструзионной печати строительных конструкций и их элементов.

В настоящее время в БНТУ ведутся исследования по разработке технологии получения таких бетонных смесей. В данной работе представлены материалы, примеры составов и показаны параметры бетонирования элемента строительной конструкции на примере элемента колодца.

Annotation. The material of the article reflects the problems of 3D-concreting technology, which is intensively developing in modern conditions of construction production. One of the most important components of this technology is the development of techniques for obtaining concrete mixtures suitable for sequential layer-by-layer extrusion printing of building structures and their elements.

Currently, BNTU is conducting research on the development of technology for the production of such concrete mixtures. This paper presents materials, examples of compositions and shows the parameters of concreting an element of a building structure using the example of a well element.

Материалы для бетонной смеси. Заполнители – отсеянные фракции разной крупности песка природного по ГОСТ 8735-88 и их смеси в установленном экспериментально рациональном соотношении на базе т. н. «фуллеровской» зависимости, представленной на рис. 1.

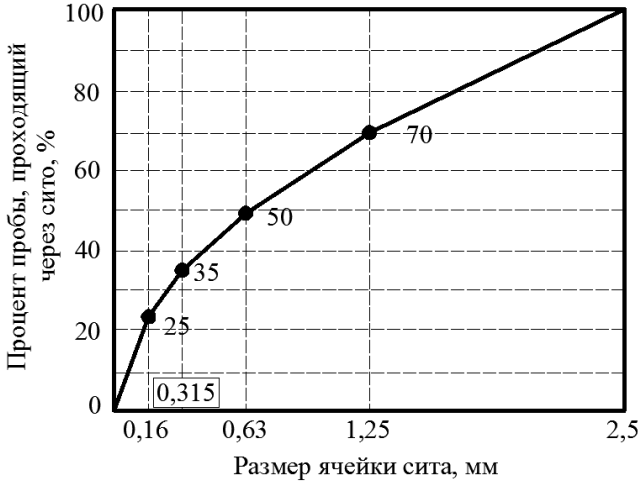


Рисунок 1 – Зависимость Фуллера

Графическая зависимость (рис. 1) отражает рациональное соотношение фракций мелкого заполнителя, обеспечивающее их смеси минимальную пустотность (объем межзерновых пустот) при оптимальной удельной поверхности зерен твердой фазы.

Вяжущие:

а) портландцемент «ЦЕМ I 42,5 Н» по ГОСТ 31108-2020, «CEM I 42,5 N» по СТБ – ЕН 197-1-2015 (соответствует М500-Д0 по ГОСТ 10178-85, 2-й группы эффективности), с характеристиками, соответствующими требованиям указанных стандартов;

б) глиноземистый цемент Fondu (Kerneos, Франция) по EN1464766, с характеристиками, удовлетворяющими требованиям указанного стандарта.

Химические добавки – пластификатор, с целью снижения водосодержания бетона и обеспечения прочностных характеристик; ускоритель схватывания для повышения темпа роста пластической прочности смеси; водоудерживающий реагент для создания оптимальной консистенции смеси, удержания влаги в ее объеме и снижения усадки в процессе твердения в воздушно-сухих условиях.

Суперпластификатор (по СТБ 1112-98) – «Полипласт СП-1», производства ОАО «ГК Полипласт» по ТУ, в сухом состоянии.

Ускоритель схватывания – сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) по ГОСТ 12966-85; дополнительный эффект – уплотнение структуры цементного камня и бетона.

Водоудерживающий реагент – гидроксипропилметилцеллюлоза WeKcelo MP 75 HM (производитель – WeiKem, КНР); УСК – 200 ТТ (производитель – Россия).

Объемное армирование – волокно полипропиленовое 3–6 мм.

Вода затворения – водопроводная питьевая вода, удовлетворяющая требованиям СТБ 1114-98 к воде для приготовления бетонных и растворных смесей.

Пробные составы бетонной смеси

В таблице 1 приведены выборочно номинальные составы конструкционного бетона для 3D-бетонирования при устройстве (возведении) несущих конструктивов и, при необходимости, самонесущих (включая декоративно-архитектурные изделия).

Таблица 1 – Номинальные составы бетона

Состав бетонной смеси № 1	
Вид компонента	Расход на 1 м^3 смеси, кг
ЦЕМ I 42.5 Н	490
Песок по Фуллеру фракции 0–2,5	1224
Вода	343
Глиноземистый цемент Fondu	98
Гидроксипропилметилцеллюлоза WeKcelo MP 75 HM	2,0
Волокно полипропиленовое 3–6 мм	2,5
Водоцементное отношение бетона, доли ед.	0,58
Состав бетонной смеси № 2	
Вид компонента	Расход на 1 м^3 смеси, кг
ЦЕМ I 42.5 Н	491,5
Песок по Фуллеру фракции 0–1,25	1474,5
Вода	270,3
Полипласт СП-1	5,4
Сульфат алюминия	14,7
Водоцементное отношение бетона, доли ед.	0,55

Параметры бетонирования элемента строительной конструкции (на примере элемента колодца).

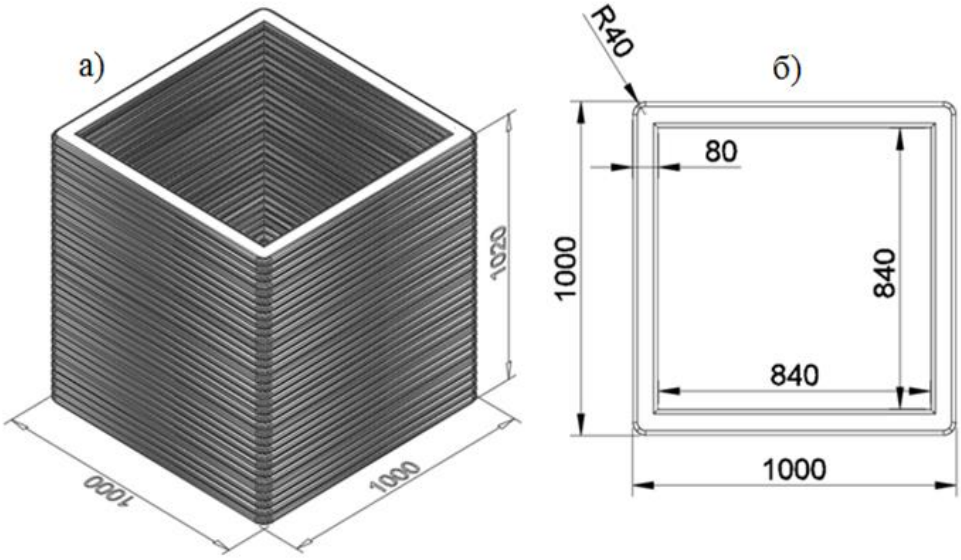


Рисунок 2 – Возводимая конструкция: *а* – общий вид колодца; *б* – размеры колодца в плане

Таблица 2. Основные показатели процесса бетонирования элемента колодца

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Диаметр круглого сопла экструдера	мм	50
2	Плотность бетонной смеси	кг/м^3	2300
3	Высота элемента колодца	мм	1020
4	Наружный размер элемента колодца в плане	мм	1000
5	Внутренний размер элемента колодца в плане	мм	840
6	Радиус закругления углов наружных граней	мм	40
7	Масса 1 м$_{пог.}$ слоя	кг	5,08
8	Масса элемента колодца	кг	632,33
9	Количество слоев	шт.	34
10	Рекомендуемая скорость возведения	м$_{пог.}$/мин	4
11	Рекомендуемая скорость выдавливания смеси	м^3/ч	0,53
12	Время формования элемента колодца	мин	31,125

Список использованных источников

1. Алюминия сульфат технический очищенный. Технические условия: ГОСТ 12966–85. Введ. 01.01.1987. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 12 с.

2. Смеси бетонные. Методы испытаний: СТБ 1545–2005. Введ. 01.07.2005. Минск: Минстройархитектуры, 2005. 24 с.

3. Цементы общестроительные. Технические условия: ГОСТ 31108–2020. Введ. 01.03.2021. М.: Стандартинформ, 2020. 19 с.

4. Вода для бетонов и растворов. Технические условия: СТБ 1114–98. Введ. 01.01.1999. Минск: Минстройархитектуры, 1999. 20 с.

5. Песок для строительных работ. Методы испытаний: ГОСТ 8735–88. Введ. 01.07.1989. М.: Стандартинформ, 2018. 34 с.

6. Добавки для бетонов. Общие технические условия: СТБ 1112–98. Введ. 01.01.1999. Минск: Минстройархитектуры, 1999. 36 с.

ВИДЫ НАТУРАЛЬНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ И ИХ ПЕРЕРАБОТКА

Солиев М. И., Кучкарова Д. И.
Наманганский инженерно-технологический институт
muhammadbey@mail.ru

Аннотация. Целлюлоза является одним из наиболее широко используемых природных полимерных сырьевых материалов. В данной статье анализируются сведения о видах природных целлюлоз, их источниках, извлечении, свойствах, конкретных технических условиях при переработке и их использовании.

Annotation. Cellulose is one of the most widely used natural polymer raw materials. This article analyzes information about the types of natural celluloses, their sources, extraction, properties, specific technical conditions for processing and their use.

В настоящее время подробно изучены способы получения порошкообразной целлюлозы, свойства и области применения. Первые исследования в этом отношении были проведены О. Батистом в 60-х годах прошлого века [1]. Позже были опубликованы работы, развивающие эти исследования [2–4].

Особое место среди образцов целлюлозы занимают порошкообразные целлюлозы. Основными отличиями порошкообразной целлюлозы от натуральной волокнистой являются низкая молекулярная масса, порошкообразное состояние и диспергируемость [5], определяющие технологические свойства.

Выделение целлюлозы из природных источников основано на действии реагентов, растворяющих или разлагающих нецеллюлозные компоненты (лигнин, парафин и др.) в очень жестких условиях (105–180 °С, высокое давление). Основными способами получения целлюлозы являются сульфатная кипячение (обработка водными растворами NaOH и Na_2S) или сульфитная кипячение (обработка водными растворами гидросульфита кальция, магния, натрия, содержащими свободный SO_2), которые являются наиболее производство целлюлозы. Щелочное кипячение (обработка водным раствором NaOH с последующей отбелкой) в основном используется для извлечения целлюлозы из хлопка [6].

Порошкообразные целлюлозы, в том числе микрокристаллическую, получают из различных видов природной целлюлозы, среди которых наиболее химически «чистая» хлопковая целлюлоза, льняная и хвойная (сосна, ель, кедр) и лиственная (береза, тополь) выделяют целлюлозы из изолированных древесная целлюлоза, тростниковые, банановые волокна, солома и др. [6]. В последние годы значительно возрос интерес к выделению целлюлозы из волокон сельскохозяйственных растений, зерна злаков и риса и производству порошкообразной целлюлозы в Азии и Латинской Америке [7].

Производство порошков из биополимеров основано на разрыве глюкозидных связей между элементарными звеньями макромолекулы целлюлозы.

Для этого используется сочетание последовательных химических и/или физических воздействий в водной или неводной среде, что приводит к разрыву гликозидных связей, расположенных в более благоприятных аморфных областях

целлюлозы. В процессе механической деструкции цепи целлюлозы рвутся беспорядочно, продукт деструкции полностью или частично аморфен и состоит в основном из анизометричных частиц.

Препараты фибриллированной целлюлозы, полученные только механическим измельчением, не образуют устойчивых коллоидных систем, имеют однородные куски волокон или заканчиваются пучками фибрилл [8].

Химическим методом разрушения целлюлозы является гидролиз, заключающийся в разрыве «слабых» связей в макромолекулах целлюлозы, находящихся в аморфных зонах. Первоначально этот метод использовался для разрушения целлюлозы и получения образцов порошка; это самый «старый» метод, описанный в классических монографиях по целлюлозе, но не утративший своего значения до сих пор [9–13]. Гидролиз целлюлозы проводят в водной или органической среде с использованием каталитических реагентов кислотного типа (минеральные, органические кислоты, а также полярные кислоты и др.). Этот процесс осуществляется в гетерогенных условиях при высокой температуре или высоком давлении и позволяет значительно снизить степень полимеризации целлюлозы.

Анализ литературы показал, что обширные исследования в области получения и изучения порошкообразных форм целлюлозы в основном учитывают практические аспекты и результаты задач, направленных на практическое применение. Процессы направленной регенерации образцов растворимой целлюлозы изучены слабо и, соответственно, отсутствуют полные сведения о свойствах образцов, регенерированных из указанной выше системы растворения. Это касается, в частности, исследований по формированию возобновляемых гидрогелей из растворов целлюлозы. Эта информация не систематизирована. Поэтому общие принципы формирования гидрогелей или ионитов на основе целлюлозных материалов еще не разработаны. Несмотря на доказательства того, что гидрогели являются наиболее перспективными материалами, четких сведений о функциональных возможностях и возможных областях практического использования гидрогелей практически нет.

Эти соображения служат основой для разработки оптимальных условий комплексного изучения образования гидрогелей. также требует детального изучения физико-химических свойств возобновляемых целлюлозных материалов в виде гидрогелей.

Список использованных источников

1. Battista O.A. Microcrystalline cellulose. / O.A. Battista, P.A. Smith // Ind. Eng. Chem. 1962. – V. 54. – N 9. – P. 20-24.

2. Г.А. Петропавловский Н.Е. Котельникова, В.В. Васильева, В.А. Волкова. О некоторых эффектах структуры целлюлозы // Cellulose Chem. Technol. – 1971. – V. 2. – N 5. – P. 105-116.

3. Н.Е. Котельникова, Г.А. Петропавловский, В.А. Шевелев, Л.А. Волкова, Г.Г. Васильева. Взаимодействие микрокристаллической целлюлозы с водой // Cellulose Chem. Technol. – 1976. – V. 10. – N 4. – P. 391-399.

4. M. El-Sakhawy, M.L. Ha. Physical and mechanical properties of microcrystalline cellulose prepared from agricultural residues // Carbohydrate Polym. – 2007. – N 67. – P. 1-10.

5. Байклз, Н. Целлюлоза и ее производные / Н. Байклз, Л. Сегал // [пер. с англ.] – М.: Мир. – 1974. – Т. 1, 2.

6. S. Elazzouzi-Hafraoui, Y. Nishiyama, J.L. Putaux, L. Heux, F. Dubreuil, C. Rochas. / The shape and size distribution of crystalline nanoparticles prepared by acid hydrolysis of native cellulose // Biomacromol. – 2008. – № 9. – P. 57–65.

7. E.E. Al-Shamary, A.K. Al-Darwash // Influence of fermentation condition and alkali treatment on the porosity and thickness of bacterial cellulose membranes / Online J. Sci. Technol. – 2013. – V. 3. – № 2. – P. 194-203.

8. N. Kotelnikova, A. Mikhailidi // Hydrate cellulose films and preparation of film composites with nickel nano- and microparticles. I. The properties of hydrate cellulose films / Cellulose Chem. Technol. – 2011. – V. 45. – № 9-10. – P. 585-292.

9. A. El Idrissi, S. El Barkany, H. Amhamdi, A.-K. Maaroufi // Physicochemical characterization of celluloses extracted from Esparto “Stipa tenacissima” of Eastern Morocco / J. Appl. Polym. Sci. – 2013. – V. 128. – № 1. – P. 537-548.

10. Гальбрайх, Л.С. Целлюлоза и ее производные. / Сорос. Образ. журн. – 1996. – № 11. – С. 47-53.

11. В.Р. Пен, И.Л. Шапиро. Полидисперсность целлюлозы из сосны и лиственницы / Межд. журн. прикл. фундю исследований. – 2009. – № 4. – С. 81-82.

12. Т.П. Щербакова, Н.Е. Котельникова, Ю.В. Быховцова. Сравнительное изучение образцов порошковой и микрокристаллической целлюлозы различного природного происхождения. Надмолекулярная структура и химический состав образцов / Химия растительного сырья. –2012. –№2. –С. 5–14.

О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЕСКОВ В КОНСТРУКЦИОННОМ БЕТОНЕ

Федорович П. Л., Батяновский Э. И.
Белорусский национальный технический университет
pasha-fed@tut.by

Аннотация. Материал статьи содержит результаты экспериментальных исследований, направленных на решение актуальной и важной для строительной отрасли Беларуси задачи по повышению качественных характеристик конструкционного тяжелого бетона путем улучшения качества мелкого заполнителя – мелкозернистого природного песка. Теоретически и экспериментально обоснована технология получения обогащенного песка требуемой гранулометрии за счет введения в местный (тонкий, мелкий, средний) материал (песок) крупных (≥0,5 мм) фракций гранитного отсева, образующихся на РУПП «Гранит» Беларуси при производстве крупного заполнителя для бетона. Экспериментально подтверждена эффективность использования обогащенного крупными фракциями гранитного отсева песка, обеспечившего улучшение эксплуатационных свойств и характеристик бетона. По

совокупности результатов исследований определено, что прием обогащения природного песка крупными фракциями гранитного отсева может применяться для бетонов различного назначения без ограничений.

Annotation. The material of the article contains the results of experimental studies aimed at solving the urgent and important task for the construction industry of Belarus to improve the quality characteristics of structural heavy concrete by improving the quality of fine aggregate – fine-grained natural sand. Theoretically and experimentally substantiated the technology for obtaining enriched sand of the required granulometry by introducing into the local (thin, fine, medium) material (sand) large (≥0.5 mm) formed at RUPP "Granit" of Belarus in the production of coarse aggregate for concrete. The effectiveness of using granite screenings enriched with large fractions of sand, which improved the performance properties and characteristics of concrete, was experimentally confirmed. Based on the totality of the research results, it was determined that the method of enriching natural sand with large fractions of granite screenings can be used for concrete for various purposes without restrictions.

Введение. Результаты исследований показали возможность эффективного использования отходов камнедробления (далее – гранитный отсев), образующихся на РУПП «Гранит» при производстве крупного заполнителя для бетона [1–4].

Крупные фракции (≥0,5 мм) гранитного отсева рекомендуется использовать для обогащения природных мелкозернистых песков и тем самым решить проблему, характерную для многих регионов Беларуси (особенно ее юго-восточных областей), заключающуюся в отсутствии местного качественного мелкого заполнителя для бетона.

В настоящем материале приведены результаты исследований по разработке технологии обогащения мелкого заполнителя и закономерностей его влияния на физико-технические свойства бетона, включая возможность снижения до 20 % расхода цемента.

Получение требуемой гранулометрии обогащаемого песка. Методологический подход к расчету и подбору требуемого (заданного) зернового состава песка, оцениваемого величиной модуля крупности (Мк), заключался в определении необходимого содержания недостающих в зерновом составе исходного природного песка крупных фракций, обеспечивающих расчетный модуль крупности, введение их в состав обогащаемого мелкого заполнителя с последующей оценкой его гранулометрии повторным (контрольным) рассевом на стандартном наборе сит и испытаниями в бетонных смесях и бетоне. На этой экспериментальной базе разработана и апробирована компьютерная программа (названная «Нормализация»), обеспечивающая быстрый и достоверный (отклонение менее 5 %) расчет соотношения исходного песка и крупных фракций отсева для получения требуемой гранулометрии (по модулю крупности) обогащенного заполнителя.

Общая методология исследований. Общая методология исследований заключалась в последовательном выявлении физико-технических свойств исходного отсева, свойств природного песка разной зернистости (крупности) в диапазоне модулей крупности Мк ~0,9–2,0 долей ед., разработку методики обогащения

исходного песка разной зернистости недостающими крупными фракциями, содержащимися в переработанном отсеве (включающем фракции размером ~ 0,5–5,0 мм), с целью получения мелкого заполнителя для конструкционного тяжелого бетона в диапазоне модуля крупности Мк ~ 2,0–3,5 долей ед. (далее – без обозначения размерности модуля крупности, как это принято в действующей нормативно-технической документации).

На следующем этапе исследований, используя нормализованный мелкий заполнитель разной крупности, выявили закономерности его влияния на формовочные свойства бетонных смесей, кинетику роста и величину прочности бетона, а также эксплуатационные свойства: водопоглощение, водонепроницаемость, соле- и морозостойкость, защитную способность по отношению к стальной арматуре.

Механические и физико-технические свойства бетона на обогащенном песке. Результаты экспериментальных исследований, представленные далее, получены в варианте сравнения уровня показателей прочности на сжатие, водопоглощения, морозо- и солестойкости образцов тяжелого бетона (куб с ребром 100 мм), приготовленных на природном песке с Мк = 1,0 и обогащенном до Мк = = 2,0; 2,5; 3,0 и 3,5 переработанным гранитным отсевом, т. е. его крупными фракциями (≥0,63 мм) с установленным в исследованиях долевым соотношением, при соблюдении правила «прочих равных условий». Для испытаний использовали «стандартизированный» состав бетона по оценке эффективности химических добавок по ГОСТ 30459-96 [5].

Результаты исследований частично отражены данными таблицы 1, в которой в качестве примера приведена оценка изменений прочности (на сжатие), водопоглощения, морозо-, водо- и солестойкости бетона образцов, изготовленных с использованием исходного (Мк ~1,0) и обогащенного крупными фракциями гранитного отсева этого же песка до Мк ~3,0.

Таблица 1 – Механические и физико-технические свойства бетона

Вид песка, Мк	Прочность на сжатие в 28 суток, МПа	Водопоглощение, %	Водостойкость* по прочности бетона через 70 циклов, МПа	Морозостойкость**, марка	Солестойкость* по прочности бетона через 70 циклов, МПа
Исходный Мк = 1,0	34,5	4,6	38,9	F100	18,7
Обогащенный Мк = 3,0	49,5	2,6	52,6	F300 – F400	45,4

* водо- и солестойкость определены при циклическом насыщении (16 часов) в водесреде и в 5 %-м растворе NaCl с высушиванием при температуре 60 ºС (примерно 8 часов) при одном цикле за сутки.

** морозостойкость приведена при оценке по первому базовому методу по ГОСТ 10060.0-95 [6]

Заключение. Экспериментально доказана эффективность приема обогащения мелкозернистых природных песков крупными фракциями гранитного отсева

с целью повышения эксплуатационных свойств и характеристик бетона. По совокупности результатов исследований установлено, что прием обогащения природного песка гранитным отсевом может применяться для бетонов различного назначения и технологий изготовления изделий (возведения, устройства конструкций) без ограничений, в том числе как для повышения качественных характеристик бетона, так и с целью экономии до 20 % цемента.

Список использованных источников

1. Батяновский, Э.И. Свойства цемента и цементного камня с минеральной добавкой в виде молотого гранитного отсева/ Э.И. Батяновский, А.А. Дрозд, А.В. Смоляков, // Строительная наука и техника. – 2009. – № 1. – С. 73–79.

2. Смоляков, А.В. Технологические свойства бетонных смесей и прочность бетона с добавкой в виде молотого гранитного отсева/ Э.И. Батяновский, А.А. Дрозд, А.В. Смоляков, // Строительная наука и техника. – 2009. – № 2(23). – С. 49–57.

3. Батяновский, Э.И. Долговечность железобетона с минеральной добавкой в виде молотого гранитного отсева/ Э.И. Батяновский; А.В. Смоляков, А.А. Дрозд, В.И. Мацкевич // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров: сб. науч. ст./ГрГУ им. Я.Купалы (Гродно, 2010). – Гродно. – 2010. – С. 288 – 291.

4. Смоляков, А.В. Использование гранитного отсева в цементе и конструкционном бетоне / П.Л. Федорович; Э.И. Батяновский // Проблемы современного бетона и железобетона: Материалы III Межд. Симп. (Минск, 9-11.11.2011). В 2 т. Т. 2 «Технология бетона». – Минск, Минсктиппроект, 2011. – С. 438–451.

5. ГОСТ 30459-96 Добавки для бетонов. Методы определения эффективности.

6. ГОСТ 10060.0-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования.

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И ГЕТЕРОСТРУКТУР $TIO_2/G\text{-}C_3N_4$

Хорошко Л. С.[1], Борисенко В. Е.[1], Максимов С. Е.[1], Евсейчик М. А.[1], Рузимурадов О. Н.[2], Нурманов С. Э.[2]
[1)] Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
[2)] Национальный университет Узбекистана
l_khoroshko@bsuir.by

Аннотация. Перспективные тонкопленочные фотокатализаторы на основе оксидов меди, титана и графитоподобного нитрида углерода получены на металлических и стеклянных подложках. Установлена фотокаталитическая активность структур $TiO_2/(CuO+Cu_2O)$ и $TiO_2/g\text{-}C_3N_4$ в отношении тестового органического загрязнителя при активации ультрафиолетовым излучением с длиной волны 365 нм. Обсуждаются возможности повышения фотокаталитической активности тонкопленочных гетероструктур и их использования в проточных системах очистки и обеззараживания воды.

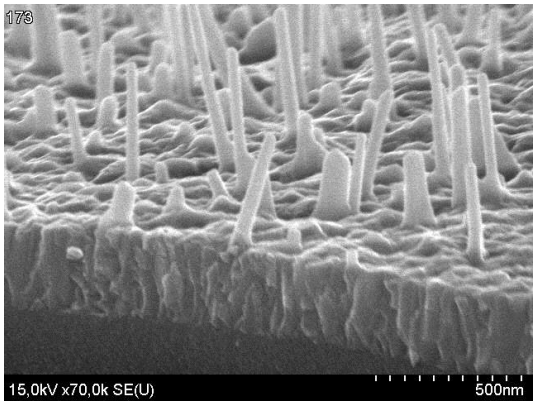
Annotation. Thin film photocatalysts based on oxides of Cu and Ti, and graphitic carbon nitride were fabricated on metal and glass substrates. Photocatalytic activity of the structures in point of a test organic pollutant with UV (365 nm) activation was established. The possibility of increasing the photocatalytic activity of thin-film heterostructures and their use in flow-through systems for water purification and disinfection are discussed.

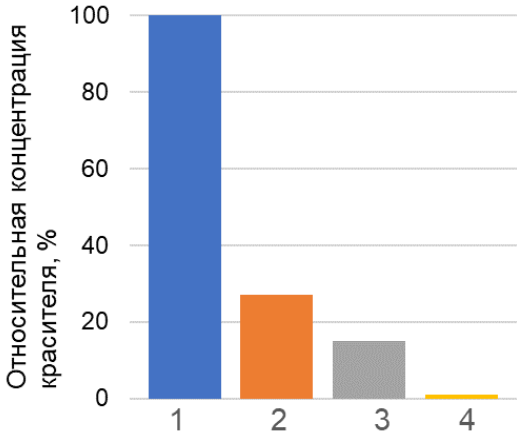
Введение. Материалы и методы фотокаталитической очистки воды и воздуха от органических загрязнений остаются актуальной тематикой фундаментальных и прикладных исследований в течение нескольких последних десятилетий [1, 2]. Среди твердотельных материалов для гетерогенного фотокатализа особый интерес представляют пленочные катализаторы, поскольку их применение позволяет исключить процедуру фильтрации реакционной смеси и эффективно организовать проточную очистку, что является важным фактором масштабирования технологии [3]. Сложность получения тонкопленочных катализаторов заключается, в основном, в малом количестве материала катализатора, соприкасающегося с загрязненным раствором, как в случае порошковых, а потому получение высокоразвитой поверхности является одной из ведущих задач синтеза. Помимо использования традиционных оксидов металлов, проявляющих фотокаталитическую активность (оксиды титана, меди, цинка и др.), перспективным для создания тонкопленочных фотокатализаторов является формирование гетероструктур для повышения эффективности разделения зарядов. Мы предлагаем ряд гетероструктурных систем, проявляющих высокую фотокаталитическую активность, получение которых предполагает использование хорошо изученных химических и термических методов синтеза.

Материалы и методы. Для синтеза гетероструктур TiO_2/(CuO+Cu_2O) использовали одностадийную методику. На очищенную медную фольгу наносили бескислотный золь диоксила титана, приготовленный по методике, описанной в [4], затем фольги с ксерогелями (5 слоев) отжигали на воздухе при температуре 450 °С. Для получения гетероструктур TiO_2/g-C_3N_4 использовали готовые порошки g-C_3N_4, полученные по методике [5, 6], и прекурсоры (меламин и тиокарбамид), которые диспергировали в золе TiO_2 и затем наносили окунанием на подложки с последующим отжигом при температуре 450–550 °С. По результатам совокупности наблюдений, толщина слоя TiO_2, получаемого окунанием из описанного золя, не превышает 100 нм.

Исследовали морфологию (растровая электронная микроскопия – РЭМ), фазовый состав (метод рентгеновской дифракции – РД), фотокаталитическую активность полученных структур. Фотокаталитическую активность определяли по изменению интенсивности максимума поглощения тестового раствора органического красителя Родамина Б после его экспонирования в присутствии созданных пленочных катализаторов излучением УФ-лампы (365 нм, 9 Вт) в течение 30–60 мин.

Результаты и обсуждение. Гетероструктуры TiO_2/(CuO+Cu_2O) на медной фольге представляют собой покрытия с развитой поверхностью, сформированной окисленным медным слоем и пленкой диоксида титана, пронизанной вискерами окисленной меди (рис. 1, *а*). Результаты РД анализа свидетельствуют о формировании гемиоксида и оксида меди в соотношении 1:3,75 [4]. Исследования фотокаталитической активности показывают высокую эффективность разложения тестового красителя структурами на фольге (график 4 на рис. 1, *б*) по сравнению с окисленными медными сетками и структурами TiO_2/(CuO+Cu_2O) на медных сетках (графики 2 и 3 на рис. 1, б, соответственно).





а б

Рисунок 1 – РЭМ-изображение структуры TiO_2/(CuO+Cu_2O) на медной фольге (*а*) и изменение относительной концентрации красителя в тестовом растворе в присутствии фотокатализатора под воздействием УФ-излучения (*б*): 1 – концентрация красителя в исходном растворе, 2–4 см. в тексте

Гетероструктуры TiO_2/g-C_3N_4 на стеклах и алюминиевой фольге также показали высокую фотокаталитическую активность (рис. 2). Следует отметить, что в случае использования готовых порошков g-C_3N_4 фотокаталитическая активность оказывается более высокой и сопоставимой для подложек из стекла и структурированного алюминия.

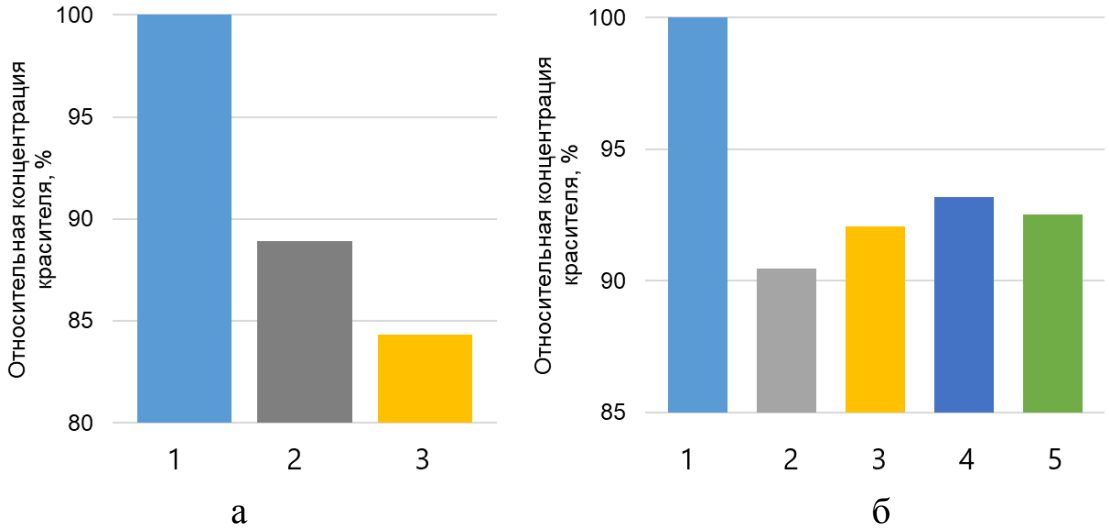


Рисунок 2 – Изменение концентрации красителя в тестовых растворах после экспонирования УФ излучением в присутствии пленочных гетероструктур TiO_2/g-C_3N_4, сформированных на стекле (а) и алюминиевой фольге (б): 1 – исходный раствор; 2 – пленки из суспензий TiO_2+g-C_3N_4 (из меламина); 3 – пленки из TiO_2 + g - C_3N_4 (из тиокарбамида); 4 – пленки из суспензий TiO_2+меламин; 5 – пленки из суспензий TiO_2+ тиокарбамид

Заключение. Продемонстрированы способы получения перспективных тонкопленочных фотокаталитически активных покрытий. Анализ фотокаталитической активности структур TiO_2 / (CuO + Cu_2O) показывает преимущество медных фольг, как исходного материала, перед сетками, а также усиление фотокаталитической активности при использовании комбинации оксидов титана и меди. Другим перспективным материалом для фотокаталитического применения является g-C_3N_4, слоистая структура которого в сочетании с шириной запрещенной зоны ≈2,5 эВ позволяет рекомендовать его для формирования гетероструктур на TiO_2 как с использованием готовых порошков, так и прекурсоров g-C_3N_4 для одностадийного синтеза. Полученные результаты могут быть использованы для получения новых перспективных материалов, применяемых для фотокаталитической очистки воды от органических загрязнителей, в том числе, для проточных систем.

Список использованных источников

1. S.G. Kumar, L.G. Devi, J. Phys. Chem. A 115 (2011) 13211–13241.

2. V. Verma, M. Al-Dossari, J. Singh, M. Rawat, M.G.M. Kordy, M. Shaban, Polymers 14 (2022) 1444.

3. A.V. Baglov, A.A. Radionov, E.B. Chubenko, V.A. Zaycev, V.E. Borisenko, Doklady BGUIR 4 (2018) 45–50.

4. L. Khoroshko, V. Borisenko, P. Baltrukovich, S. Nurmonov, O. Ruzimuradov, J. Sol-Gel Sci. Technol. (2022, *early access July, 29*).

5. E.B. Chubenko, A.V. Baglov, V.E. Borisenko, Adv. Photonics Res. 1 (2020) 2000004.

6. E.B. Chubenko, A.V. Baglov, Yu.A. Fedotova, V.E. Borisenko, Inorganic Materials 57 (2021) 136–141.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА И МАРКИ СТАЛИ НА ФЕРРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА АРМАТУРЫ

Чикулаев Г. С.
Белорусский национальный технический университет,
chikulaevgs@mail.ru

Аннотация. В материале статьи представлены результаты экспериментальных исследований влияния толщины защитного слоя бетона и марки стали арматуры на показания прибора, позволяющего определить степень коррозионного состояния арматуры в железобетонных конструкциях неразрушающим методом. В основе данного метода неразрушающего контроля коррозионного состояния арматуры железобетонных изделий и конструкций лежит то, что в определенной области генерируемых частот ферромагнитные свойства самой стали и продуктов ее коррозии различаются. В связи с этим целью проведенных экспериментов было выявление зависимостей при использовании прибора, основанного на частотном разностно-ферромагнитном методе оценки коррозионного состояния арматуры.

Annotation. The article presents the results of experimental studies of the influence the thickness of the protective layer of concrete and grade of the concrete steel on the instrument readings, which allows to determine the degree of corrosion state of reinforcement in reinforced concrete by a non-destructive method. The basis of this method of non-destructive testing of the corrosion state of reinforcement of reinforced concrete products and structures lies in the fact that in a certain region of the generated frequencies the ferromagnetic properties of the steel itself and its corrosion products differ. In this regard, the purpose of the experiments was to identify dependencies when using a device based on the frequency difference-ferromagnetic method for assessing the corrosion state of reinforcement.

Железобетон характеризуется как достаточно долговечный материал. Но, к сожалению, известны случаи как частичного, так и полного разрушения железобетонных конструкций. Чаще всего разрушение конструкций связано с воздействием внешних факторов. Вначале следует разрушение бетона, который выполняет защитные функции по отношению к арматуре, расположенной внутри тела бетона, а после происходит разрушение арматуры и последующего полного раз-

рушения всей конструкции. Но в некоторых случаях сначала происходит разрушение арматуры, а после разрушается массив бетона. Данное разрушение происходит из-за процесса коррозии, при которой выделяется ржавчина, которая в 2-3 раза занимает больший объем чем первоначальная арматура. Данный процесс разрушения ржавчиной бетона является механическим. Наиболее опасна коррозия, которая развивается вглубь арматуры, а не по поверхности, данный вид коррозии является питтинговой. С ростом объема ржавчины, растет количество трещин на поверхности конструкций, в результате растет скорость протекания коррозии арматуры и последующего разрушения конструкции. На начальной стадии процесс разрушения арматуры визуально не виден, так как арматура расположена в массиве конструкции. Поэтому существует необходимость в оценивании коррозионного состояния арматуры в конструкции неразрушающим способом. На данный момент на кафедре «Технология бетона и строительные материалы» БНТУ разработан частотный разностно-ферромагнитный метод оценки коррозионного состояния арматуры. Данный метод основан на том что в определенной области генерируемых частот ферромагнитные свойства самой стали и продуктов ее коррозии различаются. И этот факт позволяет установить зависимости ухода частоты от коррозионных потерь стали. На основе данного метода разрабатывается прибор «измеритель степени коррозии арматуры» (ИСКА), позволяющий осуществлять две функции – вначале устанавливать толщину защитного слоя бетона, а уже с ее учетом – степень коррозии арматуры. Точность оценки коррозионного состояния арматуры (степени ее поражения) данным прибором непосредственно зависит от различных факторов, связанных с состоянием арматуры (наличие или отсутствие коррозии, разновидности образующихся продуктов коррозии и плотности коррозионных «новообразований») в бетоне, особенностями ее химического состава, а также толщины защитного слоя бетона конструкции.

Основная погрешность измерений степени коррозии арматуры обусловлена изменением толщины защитного слоя бетона (зазора δ между датчиком и измеряемым стержнем), которая в реальных условиях в зависимости от различных факторов может колебаться в достаточно широких пределах. Было установлено, что некоторая погрешность измерений толщины защитного слоя определяется степенью коррозии арматуры из-за миграции ферромагнитных продуктов коррозии в защитный слой бетона. С целью определения величины этой погрешности проведены экспериментальные исследования на образцах бетона с различной степенью коррозии при одной и той же толщине защитного слоя. Степень коррозии определялась частотно разностно-ферромагнитным методом. Контрольные образцы с одинаковой степенью коррозии арматуры разрушались и оценивались визуально по 5-тибалльной системе, предложенной С. Н. Алексеевым. До начала измерений производилась тарировка прибора по некорродированному образцу при толщине защитного слоя 20 мм. Было выявлено, что при определении максимальной толщины защитного слоя бетона, кривая «толщина защитного слоя – показания прибора» становится крутой и точность определений снижается. В связи с этим был определен рабочий диапазон по определению толщины

защитного слоя бетона равный 10–60 мм. В данном диапазоне погрешность прибора составила не более 10 %.

Для изучения влияния марки арматуры на ее ферромагнитные свойства были взяты стержни арматуры Ст.3, Ст.5, 35ГС, 18Г2С и 25Г2С диаметром 10 мм и длиной 300 мм. Данные стержни поочередно устанавливались по центру специальной площадки и при помощи датчика, устанавливаемого на оргстекло, снимались показания измерительного прибора на каждом стержне. Начальные показания прибора для стержней из углеродистых и легированных сталей 35ГС, 18Г2С, 25Г2С были выше, чем для обычных конструкционных Ст. 3, Ст. 5. Это можно объяснить тем что электропроводность стали тем ниже, чем выше содержание углерода, перешедшего в твердый раствор. Аналогичное действие оказывают легирующие добавки. Поэтому в случае исследования углеродистых и легированных сталей, благодаря меньшим потерям на вихревые токи магнитная проницаемость их будет выше, чем для широко применяемых обычных конструкционных сталей Ст. 3 и Ст. 5.

Заключение. Проведенные эксперименты по выявлению влияния толщины защитного слоя бетона позволили выявить рабочий диапазон измерений.

Проведенные эксперименты по выявлению влияния марки стали арматуры оказываемые на показания прибора ИСКА позволяют сделать вывод в перспективности использования прибора, основанного на частотном разностно-ферромагнитном методе оценки.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕТОДИКЕ УСКОРЕННОЙ ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ТЯЖЁЛОГО БЕТОНА

Чуйко А. А.[1], Ковшар С. Н.[2]
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория бетона и строительных материалов (НИИЛ БиСМ), БНТУ
andrey_chuiko@mail.ru[1], kovshar-36@tut.by[2]

Аннотация. На основании анализа результатов экспериментальных исследований по оценке морозостойкости и солестойкости тяжелого бетона при циклических воздействиях предложена новая методика ускоренной оценки морозостойкости тяжелого бетона, которая позволяет существенно сократить сроки проведения испытаний и отказаться от использования дорогостоящего оборудования.

Annotation. Based on the analysis of the results of experimental studies on the assessment of frost resistance and salt resistance of heavy concrete under cyclic impacts, a new method for accelerated assessment of the frost resistance of heavy concrete has been proposed, which can significantly reduce the testing time and eliminate the use of expensive equipment.

Испытания на морозостойкость бетона занимают продолжительный период времени. Для бетона существуют методы ускоренной оценки морозостойкости, активно примеряемые в аккредитованных лабораториях, но все из предложенных методов требуют использования дорогостоящего оборудования (низкотемпературные

климатические камеры), больших энергозатрат, специальной подготовки образцов, а также специального оборудования для контроля параметров, принятых для оценки морозостойкости (дилатометр, ультразвуковые приборы и т. д.). Учитывая развитие отрасли, совершенствование применяемых сырьевых материалов и получение в будущем бетонов с высокими характеристиками встала необходимость разработки более упрощенной, экономически целесообразной новой методики ускоренной оценки морозостойкости бетона [1].

За идею потенциальной методики был принят метод, реализованный в [2] при испытаниях крупного заполнителя для бетона из плотных горных пород. Согласно [2] для оценки морозостойкости заполнителя предусмотрен ускоренный (косвенный) метод – насыщение и высушивание в растворе сульфата натрия, где приведена соответствующая таблица для перехода от ускоренных циклов к стандартным циклам замораживания и оттаивания.

С целью оценки применимости методов «насыщения и высушивания» образцов тяжелого бетона для оценки их морозостойкости первоначально использовали две серии образцов, которые отличались видом применяемого вяжущего, водоцементными отношениями, расходами сырьевых компонентов (таблица 1). Первая серия включала 150 образцов, вторая – 78 образцов (меньшее количество образцов было принято исходя из анализа результатов испытаний первой серии образцов). Количество образцов на каждый, принятый режим испытаний определялось из условия получения не менее 6 значений прочности на сжатие и массы образцов, включая контрольные образцы.

Таблица 1 – Составы бетонных смесей

№.	Расход составляющих на 1 м^3 бетонной смеси, кг			
	цемент	песок	щебень	вода
1	350	710	1100	170
2	260	850	1160	170

Для проведения исследований были изготовлены серии контрольных и основных образцов кубов с ребром 100мм, при этом были обеспечены их идентичные условия формования и выдерживания до испытаний. Перед испытаниями образцы выдерживались в условиях нормально-влажностного твердения в течении 28 суток, после чего часть образцов подвергались испытаниям по третьему ускоренному методу согласно [3], обозначая контрольные точки через заданное количество циклов, отмечая потерю массы и прочности образцов. Другая часть образцов подвергалась испытаниям по предлагаемой новой методике, а именно:

– насыщение образцов в растворе «модельной» среды с температурой (20±2) °С – 16 часов;

– сушка образцов при температуре (105±2) °С – 7 часов;

– часовая выдержка на воздухе при температуре (20±2) °С.

Окончательный выбор «модельной» среды основывался на предварительных результатах испытаний по оценке увеличения массы образцов с каждым

циклом испытаний, а также по величине потери прочности. В качестве модельных сред для исследования были приняты 5 и 10 % растворы хлористого натрия и раствор сульфата натрия.

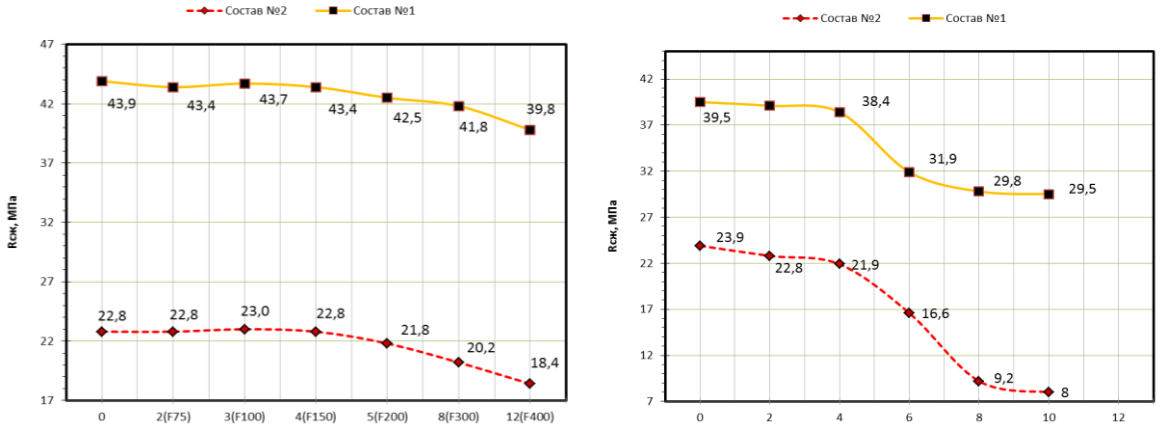


Рисунок 1 – Динамика потери прочности при замораживании оттаивании составов № 1 и № 2 третьим методом по [3] (слева) и при насыщении высушивании по исследовательскому режиму в растворе Na_2SO_4 (справа)

Основные выводы по исследованию:

1. Насыщение и высушивание образцов бетона в 5 и 10 % растворах хлористого натрия (NaCl) не показало закономерной динамики потери прочности образцов.

2. Насыщение и высушивание образцов в растворе сернокислого натрия (Na_2SO_4) привело к процессам разрушения в структуре бетона и как следствие – потере прочности в двух исследуемых составах № 1 и № 2.

3. Рисунок 1 подтверждает схожесть динамики изменения прочностных характеристик бетона состава № 1 и № 2 при испытаниях по разным режимам. Похожий характер кривых при «замораживании и оттаивании» и «насыщении-высушивании» образцов в растворе Na_2SO_4 (сульфата натрия) подтверждает предположение об идентичности факторов, влияющих на морозостойкость и солестойкость тяжелого бетона, т. е. механизм деструкции бетона аналогичен.

Выполненный анализ результатов экспериментальных исследований позволил сформулировать основные требования к новой методике ускоренной оценки морозостойкости бетона, а именно:

– один цикл насыщения-высушивания по принятому режиму соответствует 50 циклам замораживания-оттаивания;

– в качестве критериев разрушения бетона может быть принята потеря прочности не более 20 % при отсутствии требований к потере массы образцов (в виду процесса соленакопления).

В качестве примера, морозостойкость бетона марки F300 по данной методике можно оценить за 7 рабочих дней, тогда как ускоренным методом (третий метод по [3]) с учетом подготовки образцов и проведения испытаний в одну смену, на это понадобится около 12 дней.

В настоящее время авторами проводятся дополнительные исследования по оценке точности, предлагаемой методики ускоренной оценки морозостойкости тяжелого бетона.

Список использованных источников

1. Ускоренные методы определения морозостойкости бетона. Обзорная информация/ Ю.В. Чеховский, А.В. Лифшиц// Промышленность сборного железобетона; обзорная информация – Москва: ВНИИЭСМ, 1986. - Выпуск 1. - Серия 3. – 45 с.

2. ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. — Минск: Минстройархитектуры РБ, 1999. — 60 с.

3. ГОСТ 10060.2-95 Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании.— Минск: Минстройархитектуры РБ, 1997. — 4 с.

ВЛИЯНИЕ РОСТА ZNO НА ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ZNSE

Элмуротова Д. Б., Рахимов И. Т., Шакаров Ф. К., Эсонова М. Д.,
Ялгашева Э. Б., Жураева Н. Ж.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
elmurotova.tdtu@mail.ru

Аннотация. Высокоомная наногетероструктура ZnSe/ZnO:O *n*-типа после допирования Te и термообработки в окислительной среде имела *p-n*-наногетероперехода, за счет генерации пар Френкеля, также показано по спектрам оптического поглощения формирование двух наведенных резонансных уровней Γ_{6v} – 5,76 эВ и $L_{1,3v}$ – 4,85 эВ.

Annotation. The high-resistance n-type ZnSe/ZnO:O nanoheterostructure after doping with Te and heat treatment in an oxidizing medium had p-n-nanoheterojunctions due to the generation of Frenkel pairs; the formation of two induced resonant levels Γ_{6v} – 5.76 eV and $L_{1,3v}$ – 4.85 eV is also shown in the optical absorption spectra.

Особый интерес в данном аспекте представляют собой квантовые точки (КТ). КТ имеют характерные размеры от единиц до 100 нм, в которых значительная доля атомов (порядка 1 % [16]) находится на поверхности наночастиц (НЧ), вследствие этого они обладают повышенной реакционной способностью и присоединяют (отдают) атомы окружения. Квантовые точки – наноразмерные кристаллы сферической или эллиптической формы в виде наностержней и нанооболочек, а также в виде структур типа «нанориса», «нанозвезд» или «наноклеток» [17]. Пространственное ограничение движения носителей заряда в КТ приводит к квантово-размерному эффекту, выражающемуся в дискретной структуре электронных уровней. При попадании на КТ фотонов света в них может возникать

плазмонный резонанс (ПР) за счет возбуждения на границе раздела сред локализованных поверхностных плазмон-поляритонов (ППП). Для снижения токсичности КТ их покрывают, например, полимерной оболочкой, которая может усиливать ПР. Оболочек может быть несколько, вследствие этого появляется и несколько границ раздела сред, усиливающих ПР. С точки зрения интенсивности свечения лучшие КТ – это те, которые имеют наибольший квантовый выход и время флуоресценции. Преимущество КТ над другими флуорофорами состоит в их уникальных оптических свойствах: высокой фотостабильности и квантовом выходе, широком спектре частот поглощения, возможности перестройки узкого спектра частот эмиссии, чистоте возможных цветов свечения. К наиболее важным характеристикам КТ относятся спектр поглощения (КТ представляет собой акцептор, А) и излучения (КТ – донор, Д) света. Данные характеристики КТ существенно зависят от химического состава ядра и оболочек, отношения их диаметров при заданной длине волны падающего света. В настоящее время выполнен большой объем исследований, в которых изучались различные аспекты, связанные с применением НЧ (микрочипы, MEMS-технологии, переход к квазинульмерным (0D) наноструктурам – квантовым точкам и квантовым кольцам), нанобиотехно- логии (биосенсорика, геномика, визуализация, фототермолиз раковых клеток, адресная доставка лекарственных средств, усиление иммунного ответа, антиинфекционные свойства и др.) для создания солнечных элементов и фотодетекторов [18, 19]. Полученные результаты стали основой для активного использования КТ в различных областях наномедицины в диагностических и терапевтических целях [18]. Было также обнаружено, что для эффективного использования КТ в биомедицине необходимо, чтобы резонансы НЧ в оптическом диапазоне попадали в «окно прозрачности» биотканей [21].

На основании вышеизложенного целью работы явился изучение влияние роста ZnO на электрооптические свойства ZnSe.

Изучалось фотоґвольґамперная характеристика (Фото-ВАХ) в темноте и при освещении наногетероструктур (НГС) ZnSe/ZnO:O до и после ТО в парах Zn, легирования примесью Te, которое образуют наногетеропереход (НГП).

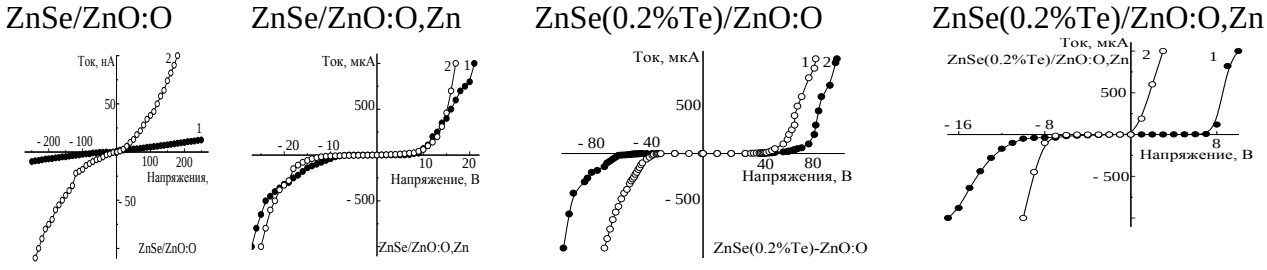
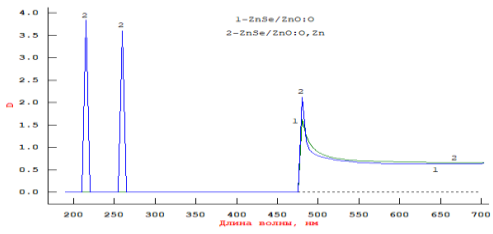


Рисунок 1

На рис. 1 показаны фото-ВАХ высокоомных НГС ZnSe/ZnO:O имели в темноте линейную т. е. омическую ВАХ, где на свету образовалось фоточувствительной полупроводниковая структура (ППС) при высоких напряжения. В ре-

зультате ТО в парах Zn и легирование изовалентной примесью в НГП сформировалась ППС за счет образования глубоких, стабильных, электрически активных центров.

ZnSe/ZnO:O и ZnSe/ZnO:O,Zn



ZnSe(0.2%Te)/ZnO:O и ZnSe(0.2%Te)/ZnO:O,Zn

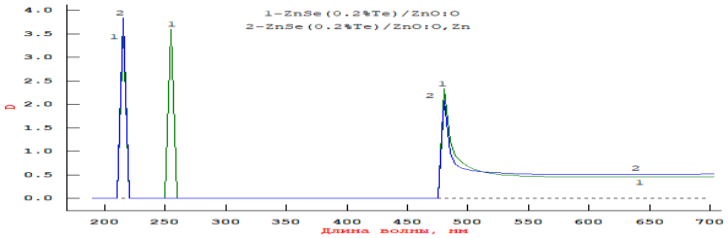


Рисунок 2

По спектрам оптической поглощении исследовалось оптические свойства, где было показано, что легирование Te и обработка в парах Zn привело к формированию РУ Γ_{6v} и $L_{1,3v}$.

Выводы. Показано, что в высокоомных образцах ZnSe/ZnO:O *n*-типа после допирования Te и термообработки в окислительной среде образуются *p-n*-наногетеропереходы, за счет генерации пар Френкеля в обеих подрешетках и электрон-дырочных пар и перезарядки центров. В спектрах оптического поглощения в режиме сильнопоглощающих объектов определены две наведенных резонансных уровней Γ_{6v} – 5,76 эВ и $L_{1,3v}$ – 4,85 эВ образованных после ТО парах цинка легирование изовалентной примесью.

Список использованных источников

1. А.С. Вохминцев и др. Оценка офтальмотоксического воздействия квантовых точек InP/ZnSe/ZnS 660 и биоконъюгатов на их основе в аспекте перспектив лечения резистентных эндофтальмитов // Офтальмология. 2021;18(4):876–884. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-4-876-884.

2. D.B. Elmurotova at all. Amplification of photoconductivity of znSe/ZnO:O nanoheterostructures after reactor irradiation // Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. V.2 Is. 5, A13. 10-24-2020. P. 55—59.

3. Галанов А.И. Разработка магнитоуправляемой системы для доставки химиопрепаратов на основе наноразмерных частиц железа. Сибирский онкологический журнал. 2008;3(27):50–57.

4. Хлебцов Н.Г. Оптика и биофотоника наночастиц с плазмонным резонансом. Квантовая электроника. 2008;38(6):504–529.

5. Хлебцов Н.Г., Дыкман Л.А. Биораспределение и токсичность золотых наночастиц. Российские нанотехнологии. Обзоры. 2011;6(1–2):39–59.

6. Андрусишина И.Н. Наночастицы металлов: способы получения, физико-химические свойства, методы исследования и оценка токсичности. Сучасні проблеми токсикологіі. 2011;3:5–14.

7. Олейников В.А., Суханова А.В., Набиев И.Р. Флуоресцентные полупроводниковые нанокристаллы в биологии и медицине. Российские нанотехнологии. 2007;2(1–2):160–173.

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА

Юнусов Х. Э.[1], Сарымсаков А. А.[1], Туракулов Ф. М.[1], Юркштович Т. Л.[2], Соломевич С. О.[2], Бычковский П. М.[3]

[1)] Институт химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан,

[2)] Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,

[3)] Учебно-научно-производственное Республиканское унитарное предприятие «Унитехпром БГУ»,

polymer@academy.uz[1], sergeysolomevich@gmail.com[2], unitehprom-bgu@gmail.com[3]

Аннотация. В водных растворах натрий-карбоксиметилцеллюлозы со степенью замещения 0,85±0,05 и степенью полимеризации 998±20 синтезированы стабилизированные наночастицы селена посредством взаимодействия селенита натрия с аскорбиновой кислотой. Изучены структура, физико-химические свойства растворов натрий-карбоксиметилцеллюлозы, содержащих стабилизированные наночастицы селена. ИК-Фурье спектроскопическим методом выявлено образование металлокомплексов за счет донорно-акцепторных взаимодействий между карбоксиметильными группами натрий-карбоксиметилцеллюлозы и наночастицами селена. Методами атомно-силовой микроскопии, УФ-спектроскопии, Zetasizer Nano Zs, определены размеры и форма наночастиц селена, присутствующие в структуре натрий-карбоксиметилцеллюлозы. Установлено, что размер и форма наночастиц селена зависит от условий реакции восстановления и концентрации соли селенита натрия в растворах натрий-карбоксиметилцеллюлозы.

Annotation. Stabilized selenium nanoparticles have been synthesized via the interaction of sodium selenite with ascorbic acid in aqueous solutions of sodium carboxymethylcellulose with a degree of substitution of 0.97 and a degree of polymerization of 810. The structure and physicochemical properties of the sodium carboxymethylcellulose solutions containing stabilized selenium nanoparticles have been studied. The formation of the metal complexes due to the donor-acceptor interactions between the carboxymethyl groups of carboxymethylcellulose and selenium nanoparticles has been revealed by means of IR-Fourier spectroscopy. The size and shape of the selenium nanoparticles present in the structure of sodium carboxymethylcellulose have been determined by means of atomic force microscopy, electronic absorption spectroscopy, and dynamic light scattering. It has been stated that the size and shape of the selenium nanoparticles depend on the conditions of the reduction reaction and concentration of sodium selenite in the solutions of sodium carboxymethylcellulose.

В последние годы возрастает интерес к микроэлементу селену, который входит в состав антиоксидантной системы защиты организма. В отличие от селенит ионов (SeO_3^{2-}) наночастицы селена (Se^0) менее токсичны обладают повышенной

биосовместимостью с организмом человека, предотвращают или приостанавливают развитие злокачественных опухолей. Полимерные формы препаратов на основе наночастиц селена, в отличие от известных противоопухолевых препаратов, способны оказывать пролонгированное действие [1].

Наночастицы селена (НЧSe) могут быть получены путем восстановления раствора селенита натрия аскорбиновой кислотой и другими восстановителями в присутствии полисахаридов, таких как хитозан, глюкоманнан, целлюлоза, натрий-карбоксиметилцеллюлоза (Na-КМЦ) [2].

Целью данной работы является исследование формирования стабилизированных НЧSe в растворах Na-КМЦ, а также изучение их структуры и физико-химических свойств.

В качестве полимерной матрицы были использованы промышленные образцы Na-КМЦ, со степенью замещения (СЗ) = 0,85±0,05 и степенью полимеризации (СП) = 998±20, полученные из хлопковой целлюлозы, после очистки от сопутствующих неорганических и органических примесей. Для формирования наночастиц селена в растворах Na-КМЦ, использованы водные растворы селенита натрия (Na_2SeO_3), различной концентрации.

Химическое восстановление ионов селена в структуре Na-КМЦ до наночастиц проводили при 60 °С посредством добавления различных количеств 0,01 М водного раствора аскорбиновой кислоты ($C_6H_8O_6$).

Для синтеза стабильных наночастиц селена в качестве реакционной среды был выбран раствор очищенного образца Na-КМЦ со СП = 998±20 и СЗ = 0,85±0,05. Селеносодержащие наноструктуры получали восстановлением селенита натрия аскорбиновой кислотой в присутствии раствора очищенной Na-КМЦ. Соотношение селенит натрия: аскорбиновая кислота 1:2, температура 50 °С. При восстановлении селенита натрия аскорбиновой кислотой в присутствии водного раствора карбоксиметилцеллюлозы наблюдалось изменение окраски коллоидного раствора от желтовато-оранжевого до красно-оранжевого. Восстановление селенита натрия аскорбиной кислотой ($C_6H_8O_6$) в водных растворах Na-КМЦ протекает согласно уравнению реакции (1), приводящий к образованию Se^0 (в виде красно-оранжевого раствора) и дегидроаскаорбиновой кислоты.

$$Na_2SeO_3+2C_6H_8O_6 = Se^0+(C_6H_6O_6)_2^- +2NaOH + H_2O. \quad (1)$$

В водном растворе под воздействием механического перемешивания, при температуре 25 °С Na_2SeO_3 диссоцирует на катионы Na^+ и анионы SeO_3^{2-} а соли Na-КМЦ на катионы Na^+ и анионы КМЦ-COO^- соответственно.

В процессе восстановления Na_2SeO_3 в присутствии аскорбиновой кислоты ($C_6H_8O_6$) анионы SeO_3^{2-} в водных растворах под воздействием ультразвукового диспергирования восстанавливаются до наноразмерного металического состояния (Se^0) и аскорбиновая кислота окисляется до диаскорбиновой кислоты В процессе формирования наночастиц селена отрицательно заряженные крбоксиметильные группы (-CH_3COO^-) взаимодействуют с металлической

формой наноселена, за счет донорно-акцепторных взаимодействий, образуя металлокомплексы.

Таким образом, осуществлен синтез стабилизированных наночастиц селена путем химического восстановления оксидов селена аскорбиновой кислотой в растворах Na-КМЦ. Методами оптической, атомно-силовой микроскопии и УФ-спектроскопических исследований установлено, что размеры и формы наночастиц селена зависят от условий реакции восстановления.

В зависимости от соотношений Na-КМЦ, SeO_3^{2-}, аскорбиновой кислоты и условий реакции возможно изменение размеров и форм стабилизированных наночастиц селена, формирующихся в водных растворах при химическом восстановлении SeO_3^{2-}.

Полученные растворы Na-КМЦ, содержащие наночастицы селена могут быть использованы для создания на их основе лекарственных препаратов широкого спектра действия, в частности – противоопухолевых препаратов, снижающих отрицательное воздействие на организм лучевой и химиотерапии, и препаратов, компенсирующих дефицит селена в организме.

Работа выполнена при финансовой поддержке международного проекта Узбекистан-Белоруссия при финансовой поддержке Министерства инновационного развития РУз MRB-AN-2019-16 «Создание полимерных форм лекарственных средств для лечения онкологических заболеваний на основе наночастиц селена стабилизированных на биоразлагаемых полимерных подложках природного происхождения» на 2019–2021 гг. и при финансовой поддержке программа научно-исследовательских работ Института химии и физики полимеров Академии Наук Республики Узбекистан на 2020–2024 годы «Фундаментальные аспекты создания наноструктурных полимерных форм лекарственных средств и изделий медицинского назначения – будущее наночастиц в организме».

Список использованных источников

1. Agnihotri S.A., Mallikarjuna N.N., Aminabhavi T.M. // J. Control Release. 2004. V. 100. №.1. P.5.

2. Saini D., Fazil M., Ali M.M., Baboota S., Ameeduzzafar A., Ali J. // Drug Deliv. 2015. V. 22. №.6. P. 823.

СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНА, МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ, ФАРМАЦИЯ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ»

МОБИЛЬНОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО

Абдихаликов С. П.[2], Магрупов Т.М.[1]
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
[1]talatmt@rambler.ru, [2]seit-abdihalikov@rambler.ru

Аннотация. В этой статье предлагается удаленная мобильная система мониторинга здоровья с возможностями мобильного телефона и веб-сервиса. Она обеспечивает комплексное решение: физиологические параметры, включая частоту дыхания и частоту сердечных сокращений, которые измеряются носимыми датчиками и записываются мобильным телефоном и предоставляет пользователю графический интерфейс для более легкого наблюдения за состоянием своего здоровья; предоставляет врачам и членам семьи необходимые данные через веб-интерфейс и позволяет уполномоченному персоналу контролировать состояние пациента и облегчать дистанционную диагностику; поддерживает службы оповещения и определения местоположения в режиме реального времени во время неотложной ситуации, такой как падение или сердечный приступ, чтобы можно было своевременно реагировать на непредвиденные события. Экспериментальные результаты показывают, что предлагаемое устройство может надежно отслеживать физиологические параметры и удобно сообщать о местоположении пользователя.

Annotation. This article proposes a remote mobile health monitoring system with mobile phone and web service capabilities. It provides a comprehensive solution: physiological parameters, including respiratory rate and heart rate, which are measured by wearable sensors and recorded by a mobile phone, and provides the user with a graphical interface to easily monitor their health status; provides doctors and family members with the necessary data through a web interface and allows authorized personnel to monitor the patient's condition and facilitate remote diagnosis; supports real-time alert and location services during an emergency, such as a fall or heart attack, so that unforeseen events can be responded to in a timely manner. Experimental results show that the proposed device can reliably track physiological parameters and conveniently report the user's location.

В настоящее время система удаленного мобильного мониторинга здоровья (УММЗ) пациента стала главным вопросом медико-технических исследований. При этом носимая технология физиологического обследования пациента позволяет отслеживать состояние её здоровья в режиме реального времени. Кроме того, имеется возможности длительного и непрерывного обследования состояние человека для регулярного мониторинга и своевременной дистанционной диагностики [1–3], УММЗ не только улучшит качество жизни пациента, но и снизит нагрузку на медицинскую систему и стоимость общественного здравоохранения [4, 5].

В работе предлагается мобильное медицинское телеметрическое устройство (ММТУ) (рисунок 1) для использования в медицинских учреждениях и системах сбора медико-биологических данных исследовательских лабораторий. Устройство позволяет получить информацию о состоянии организма человека с помощью биосигналов.

Основная цель ММТУ заключается в передаче информации от тела человека на устройство мобильного телефона. Устройство выполняет вычислительные операции над биомедицинскими сигналами поступающих от передатчика и передает результат в приемный модуль. Информация, полученная от тела человека с помощью датчиков, обрабатывается с помощью микроконтроллера Atmega328 и передает поступающие данные на персональный телефон через блок GSM-модуля Sim900; с помощью микроконтроллера Atmega328 создается точка раздачи, перехватывается связь, выполняются входящие команды, и она отправляется на экран.

Рисунок 1 – Структурная схема ММТУ

Основная цель ММТУ заключается в передаче информации от тела человека на устройство мобильного телефона. Устройство выполняет вычислительные операции над биомедицинскими сигналами поступающих от передатчика и передает результат в приемный модуль. Информация, полученная от тела человека с помощью датчиков, обрабатывается с помощью микроконтроллера Atmega328 и передает поступающие данные на персональный телефон через блок GSM-модуля Sim900; с помощью микроконтроллера Atmega328 создается точка раздачи, перехватывается связь, выполняются входящие команды, и она отправляется на экран.

Определены функции каждого блока мобильного медицинского телеметрического устройства:

1. Микроконтроллер Atmega328 является 8-разрядным CMOS микроконтроллером с низким энергопотреблением, основанным на усовершенствованной AVR RISC архитектуре. Он относится к семейству микроконтроллеров типа AVR и имеет 8-битный процессор, который позволяет выполнить большинство команд за один такт.

2. DS18B20 - цифровой термометр, способный измерять температуру в диапазоне от –55 ºC до +125 ºC с программируемой точностью 9–12 бит. DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером по однопроводной линии связи,

используя протокол интерфейса 1-Wire. Он получает питание непосредственно от линии данных, без использования внешнего источника.

Комплект датчиков пульса состоит из встроенных датчиков GY-521, Ds18b20 и MAX30102. Датчик пульса проводит пульсоксиметрию и отслеживает сердечный ритм. Датчик GY-521 представляет собой интегрированный датчик, состоящий из 3-осевого гироскопа и акселерометра.

Приемный модуль LM1602 отправляет поступающие данные на персональный телефон и ЖК-экран.

Модуль GY-521 представляет собой температурный датчик, состоящий из 3-осевого гироскопа и акселерометра. Он построен на базе микросхемы MPU6050. На плате модуля также расположена необходимая обвязка MPU6050, включая подтягивающие резисторы интерфейса I2C.

3. Модуль SIM900 GSM GPRS используется для расширения возможностей обычных плат Ардуино – отправка смс, совершение звонков, обмен данными по GPRS. Существуют различные виды модулей, наиболее часто используемые – SIM900, SIM800L, A6, A7.

Предлагаемое ММТУ позволяет удаленный мобильный мониторинг здоровья пациента с помощью мобильного телефона и веб-сервиса, наблюдение за физиологическими параметрами, состоянием здоровья пациента, обеспечивает дистанционную диагностику и связь в экстренных случаях, постоянный контроль за частотами дыхания и сердечных сокращений. Экспериментальные результаты показывают, что предлагаемое устройство может надежно и постоянно отслеживать состоянием больного и сообщать о местоположении пациента.

Список использованных источников

1. Юлдашев З.М., Пустозеров Е.А., Анисимов А.А. Многоуровневая интеллектуальная система удаленного мониторинга состояния здоровья людей с хроническими заболеваниями // Биотехносфера. 2016. № 5 (47). С. 2–8.

2. Yunzhou Zhang, Huiyu Liu, Xiaolin Su, Pei Jiang, Dongfei Wei, "Remote Mobile Health Monitoring System Based on Smart Phone and Browser/Server Structure", Journal of Healthcare Engineering, vol. 6, Article ID 590401, 22 pages, 2015. https://doi.org/10.1260/2040-2295.6.4.717

3. S. P. Abdihalikov and D. S. Ripka, "Hardware and Software Medical Complex Monitoring of Vital Signs of the Patient," 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), 2020, pp. 1456-1459, doi: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039487.

4. Magrupov T.M., Yuldashev Z.M., Abdihalikov S.P. A Medical Hardware-Software System for Remote Monitoring of Heart Diseases. Journal of the Russian Universities. Radioelectronics. 2021;24(2):78-86. https://doi.org/10.32603/1993-8985-2021-24-2-78-86.

КОНТРОЛЬ БЕНЗИМИДАЗОЛОНОВ В СОСТАВЕ NP УДОБРЕНИЙ

Абидов И., Хошимов Ф. Ф.
Наманганский инженерно-технологический институт
muhammadbey@mail.ru

Аннотация. Изучена возможность разработки методики определения бензимидазолонов в составе карбамида и аммофосов. Образцы удобрений получены путем выпарки растворов карбамида или аммафоса содержащих бензимидазолонов. Разработано методы контроля производства ФАВ содержащегося в составе NP удобрений. Проведенные исследования показывают, возможность организации крупнотоннажного производства карбамида и аммофоса, содержащих ИВИН, БИОН, 5-ХБИОН.

Annotation. The possibility of developing a method for the determination of benzimidazolones in the composition of carbamide and ammophos was studied. Fertilizer samples were obtained by evaporation of solutions of urea or ammaphos containing benzimidazolones. Methods have been developed to control the production of FAS contained in NP fertilizers. The conducted studies show the possibility of organizing large-scale production of carbamide and ammophos containing IVIN, BION, 5-HBION.

Из многочисленных структурных аналогов биотина бензимидазолоны выделяются высокой физиологической активностью. Изучение гербицидной активности 6-ацилбензимидазолин-2-онов показало, что изомеры с нормальной ацильной цепочкой активнее, чем изомеры с разветвленной частью ацила. Бензимидазолон и его производные представляют большой интерес, как с точки зрения практического применения, так и в теоретическом отношений. Отдельные производные бензимидазолона обладают фунгицидными, гербицидными, ростовыми свойствами. Для разработок технических условий и постановки продукции на производство, необходимы надежные методы контроля и определения содержания, исследуемых ФАВ в составе готового продукта. УФ-спектры снимали на спектрометре «Hitachi-EPS-3T» (растворитель - этанол) и на спектрометре СФ-4А (растворитель - метанол).

С целью количественного определения N-окись-2,6-диметилпиридин (ИВИН), бензимидазолин-2-он (БИОН), 5-хлорбензимидазолин-2-он (5-ХБИОН) в составе карбамида и аммофоса разработаны методы контроля ФАВ в составе последних спектрофотометрическим методом добавок.

В лабораторных условиях были получены образцы удобрений путем выпарки при 100 °С растворов карбамида, содержащих различные количества ИВИН. Изучение политермических систем и спектрофотометрический анализ показал, что ИВИН не подвергается физическим и химическим изменениям.

Содержание ИВИН в образцах находилось на одном уровне с аналогичными «сухими композициями». При сплавлении ИВИН и карбамида в течение 10–15 мин при температуре 135 °С установлено, что ИВИН в выбранном интервале варьирования параметров не подвергался изменениям, а, следовательно, сохраняет все свойства физиологически активного соединения.

В связи с тем, что БИОН и 5-ХБИОН не растворимы в водных растворах карбамида, они вводятся только в горячий плав карбамида, имеющего температуру 135 °С. Для разработки методов контроля ИВИН, БИОН, 5-ХБИОН в составе ФАВ-содержащего аммосфоса, также были сняты УФ-спектры ФАВ и аммофоса. Характеристичными полосами поглощения для количественного определения ИВИНа явилась λ = 260 нм, для БИОНа – λ = 280 нм, для 5-ХБИОН – λ = 227 нм.

Разработанные методи определения вышеприведенных ФАВ пригодны в случае анализируемых составов, содержащих ИВИН, БИОН, 5-ХБИОН, в различных концентрациях. Результаты работы могут применяться в производстве ФАВ содержащих минеральных удобрений в предприятиях химической промышленности, разработке комплексных удобрений для тепличных и посевных культур в сельском хозяйстве.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что организация крупнотоннажного производства карбамида и аммофоса, содержащих ИВИН, БИОН, 5-ХБИОН, ТПН, не представляет особых затруднений. При этом следует подчеркнуть, что последние являются доступными физиологически активными веществами. Разработаны методы спектрофотометрического определения БИОН, 5-ХБИОН, ИВИН в составе полученных удобрений.

Список использованных источников

1. Абидов Иброхимжон, Хошимов Фарход Файзуллаевич. Технология получения аммофоса, модифицированного физиологически активными веществами. Universum: химия и биология: научный журнал. – № 11(77)., 2020., 85 стр.

2. Абидов И., Хошимов Ф. Технология модифицированного аммофоса. International scientific-methodical journal UzACADEMIA Volume 1. Issue 8, December, 2020.

3. Абидов, И., Хошимов, Ф.Ф. Технология карбамида, модифицированного физиологически активными веществами. International scientific and technical journal “Innovation technical and technology”, 2020, 1(3), 15-20.

4. Хошимов, Ф. Ф., Каримов, Р. К. Твердофазная технология получения полимерного комплекса рутина. Узбекский химический журнал. Ташкент, 2015, 2.

5. И.Абидов, Ф.Хошимов, А.Охундадаев. Технология азотно-фосфорных удобрений содержащих физиологически активных веществ. Монография, Наманган. НамИТИ 2019.

6. Абидов Иброхимжон, Хошимов Фарход Файзуллаевич. Технология получения аммофоса, модифицированного физиологически активными веществами. Universum: химия и биология, 2020, 11-1 (77), 85-89.

ПОЛУЧЕНИЕ АММОФОСА СОДЕРЖАЩЕГО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Абидов И., Хошимов Ф. Ф.
Наманганский инженерно-технологический институт
muhammadbey@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований получение аммофоса содержащего физиологически активных веществ (ФАВ) N-окись -2,6-лутидина и β-(2-тетрагидрофурил) пропионитрил. Показано, что производство ФАВ содержащего аммофоса, на основе фосфатного сырья Каратау реализуется на базе действующего оборудования производства, а с установкой дополнительного реактора для растворения физиологически активных добавок и смешения потоков аммофосной пульпы, узлов хранения и дозирования ФАВ *в* реактор-смеситель.

Annotation. The article presents the results of studies on the production of ammophos containing physiologically active substances (PAS) -2,6-lutidine N-oxide and β-(2-tetrahydrofuryl) propionitrile. It is shown that the production of PAS containing ammophos, based on phosphate raw materials of Karatau, is implemented on the basis of existing production equipment and with the installation of an additional reactor for dissolving physiologically active additives and mixing ammophos pulp flows, storage units and dosing PAS into a mixing reactor.

Синтез и изучение физиологически активных веществ представляет все возрастающий повышенный интерес, в связи их эффективностью для применения в народном хозяйстве. Применение удобрений с физиологически активными веществами позволяет улучшить рост, развитие, урожайность растений, повысить устойчивость к заболеваниям, полно использовать основные элементы минерального питания, и освобождает от лишних затрат на их индивидуальное внесение под культуру. Перспективными в этом отношении являются производные пиридина, в частности, ИВИН, производные бензимидазола, среди которых найдены препараты, обладающие широким спектром рострегулирующей и пестицидной активности и соединения фурана, в частности, ТПН, которые находят все более широкое применение в различных областях народного хозяйства. В настоящее время ростовые вещества используют для обработки посевных семян или опрыскиванием вегетирующих растений водными растворами определенной концентрации. Совместное внесение удобрений с физиологически активными веществами как агрохимически, так и экономически выгодно.

В качестве физиологически активных веществ выбрали N-окись-2,6-диметилпиридин (ИВИН) и β-(2-тетрагидрофурил) пропионитрил (ТПН), так как результаты агрохимических испытаний указывают на их высокую эффективность. В списке разрешенных к применению в сельском хозяйстве регуляторов роста растений значится препарат ИВИН. Изучена диаграмма плавкости данной системы. Как показали исследования систем на основе ИВИН, ТПН и составляющих компонентов аммофоса целесообразно вводить ФАВ в нейтрализованную аммофосную пульпу. Действие фосфорной кислоты, возможно, вызывает их разложение.

Анализ фазовых диаграмм растворимости систем C_7H_9NO-$(NH_4)_2HPO_4$, $NH_4H_2PO_4$, [90 % $NH_4H_2PO_4$ +10 % $(NH_4)_2HPO_4$]- H_2O показывает, что физиологически активная добавка хорошо растворяется в водных растворах дигидроорто- и гидроортофосфатов аммония. ТПН при смешении с растворами дигидроорто- и гидроортофосфатов аммония высокой концентрации плохо растворим, поэтому построить полные политермические диаграммы, включающие ТПН и компоненты аммофоса, не удалось.

Следовательно, при введении ИВИНа в аммофосную пульпу, имеющую температуру более 60 °С, согласно диаграммы растворимости, он будет растворяться до его содержания 5 мас. %. Такая концентрация является оптимальной, поскольку на растворение и равномерное перемешивание ИВИНа при этом затрачивает 1–2 мин. Аммофосная пульпа после аппарата скоростной аммонизатор-испаритель (САИ) с солевой массой раствора 50–55 % имеет температуру – 80–85°С. Растворение ИВИНа не представляет особых затруднении.

Полученная таким образом аммофосного пульпа, содержащая 5 мас. % ИВИНа, смешивается с таким количеством аммофосной пульпы, чтобы концентрация ФАВ в готовом продукте составляла 0,03-0,05 мас. %. Показатели технологического режима приведены для стандартной технологической нитке мощностью 120 тыс. т P_2O_5 в год:

Производство аммофоса, содержащего ИВИН и ТПН, на основе фосфатного сырья Каратау осуществляется с использованием для аммонизации ЭФК аппаратов САИ, а для грануляции и сушки – аппаратов БГС.

ФАВ содержащий аммофос, не слеживается, его гигроскопическая точка близка к значению гигроскопической точки чистого аммофоса. Технология получения удобрения реализуется на базе действующего оборудования производства аммофоса с установкой дополнительного реактора для растворения физиологически активных добавок и смешения потоков аммофосной пульпы, узлов хранения и дозирования ФАВ *в* реактор-смеситель.

Список использованных источников

1. Абидов И., Хошимов Ф. Исследование взаимодействия в системе, состоящих из n-окси-2,6-диметилпиридина и карбамида. Uzacademia ilmiy-uslubiy jurnali scientific-methodical journal vol 2, issue 3 (13), april 2021.

2. Абидов Иброхимжон, Хошимов Фарход Файзуллаевич. Технология получения аммофоса, модифицированного физиологически активными веществами. Universum: химия и биология: научный журнал. – № 11(77)., 2020., 85 стр.

3. Абидов И., Хошимов Ф. Технология карбамида, модифицированного физиологически активными веществами. International scientific and technical journal INNOVATION TECHNICAL AND TECHNOLOGY. Vol.1, №.3. 2020.p.15-20.

4. Абидов И., Хошимов Ф. Технология модифицированного аммофоса. International scientific-methodical journal UzACADEMIA Volume 1. Issue 8, December 2020.

5. Abidov I., Hoshimov F. Of interactions in systems consisting of n-oxide -2,6-lutidine and ammonium derivatives by visual polythermal method. Uzacademia ilmiy-uslubiy jurnali scientific-methodical journal vol 2, issue 3 (13), april 2021.

6. Абидов И., Хошимов Ф. Исследование взаимодействий в системах, состоящих из n-окси-2,6-диметилпиридина, дигидроортофосфат и гидроортофосфат аммония. Euroasian journal of academic reasearch 2021.

7. I.Abidov., F.Hoshimov. O‘g‘itlardagi fiziologik faol maddalarni aniqlashning-spektrofotometrik usuli. “Fan va talim” electron jurnal. 3 сон, 2022.

8. I.Abidov., F.Hoshimov. Mineral o‘g‘itlardagi benzimidazolonlarni aniqlash-ning spektrofotometrik usuli. “Fan va talim” electron jurnal. 3 сон, 2022.

9. Абидов И., Хошимов Ф. Методика определения физиологически активных веществ содержащихся в удобрений. "Research Focus" international scientific journal, 1 сон, 2022. 181-188 betlar (https://doi.org/10.5281/zenodo.7157040).

ВЛИЯНИЕ МАГНИЯ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Арисланов А. С.[1], Шамшидинов И. Т.[2], Исомиддинов О. Н.[1]
[1)] Наманганский инженерно-технологический институт,
[2)] Наманганский инженерно-строительный институт
arislanov2019@gmail.com[1], israiljon2010@mail.ru[2],
oisomiddinov808@gmail.com[1]

Аннотация. В статье установлено, что снижением содержания магния в системе повышается степень разложения сырья. Так, при содержании MgO в жидкой фазе экстракционной пульпы равным 2,30 %, коэффициент разложения составляет 95,4 % (за 4–4,5 ч процесса взаимодействия), а коэффициенты извлечения и выхода составляют 93,6 и 92,6 % соответственно. С уменьшением содержания MgO до 1,52–1,25 % степень разложения повышается до 97,5–98,9 %, а коэффициенты извлечения и выхода достигают до 95,8–97,5 и 94,8–96,8 % соответственно.

Annotation. The article found that by reducing the magnesium content in the system, the degree of decomposition of raw materials increases. So, when the MgO content in the liquid phase of the extraction pulp is 2,30 %, the decomposition coefficient is 95,4 % (for 4–4,5 hours of the interaction process), and the recovery and yield factors are 93,6 and 92,6 %, respectively. With a decrease in the MgO content to 1,52–1,25 %, the degree of decomposition increases to 97,5–98,9 %, and the recovery and yield factors reach 95,8–97,5 and 94,8–96,8 % respectively.

Определяющими факторами качества и эффективности процесса экстракции фосфорной кислоты из фосфатов являются степень разложения и кристаллообразования сульфата кальция.

В производствах ранее использовали фосфориты Каратау, содержанием P_2O_5 от 26 до 28 % P_2O_5, MgO – 1–2 %, нерастворимого остатка – 11–20 %, CO_2 – не более 8 % и др. примесей.

Снижением содержания P_2O_5, повышением магния, нерастворимого остатка и др. снижается степень разложения, ухудшается кристаллообразование, приводящее к плохой фильтрации и отмывке. Все эти факторы приводят к снижению выхода ЭФК и качество получаемого конечного продукта. Абсолютные значения степени разложения фосфата в присутствии 2–3 % MgO на 3–4 % меньше, чем в чистых растворах. В настоящее время перерабатывают на удобрения более бедные фосфориты Каратау содержанием 23–24,5 % P_2O_5 и до 3,0–3,5 % MgO.

Переработка высокомагнезиальных фосфатов на фосфорную кислоту осуществляется только после предварительной обработки (обогащения путем обезмагнивания) сырья различными способами.

Целью исследований является создание оптимальных условий в самом процессе разложения серной и оборотной фосфорной кислоты низкосортных высокомагнезиальных фосфатов без предварительного обогащения руды. Для этого проведены лабораторные исследования процесса получения фосфорной кислоты из высокомагнезиальных руд Каратау с постепенным снижением магния и полуторных окислов в системе. Снижение содержания магния и др. в системе достигалось путем понижения содержания их в оборотном растворе фосфорной кислоты, подаваемом в экстрактор.

Опыты проводились на лабораторной модельной установке непрерывного действия: двухбанковая из нержавеющей стали ЭИ-943 с изолированным электронагревательным слоем, снабженным электромешалками и дозаторами кислот и фосмуки. Производительность установки 150 г по фоссырью. При этом время пребывания пульпы 4–4,5 ч. Рабочий объем экстракторов 2,5 л.

Разложения фосфорита осуществлялось смесью серной (92,49 %) и фосфорной кислот в «горячем» (температура процесса 85±1 ^oC и во втором реакторе 80±1 ^oC) дигидратном режиме. Система работала без циркуляции пульпы. Перед началом работы экстракторы были заполнены экстракционной пульпой, полученной в производственных условиях из стандартного сырья, при нормальном технологическом режиме. Скорость перемешивания в первом реакторе 120–140, в во втором – 80–100 об/мин. Соотношение жидкой и твердой фазы около 2,5 и избыток сульфат иона в жидкой фазе в пересчете на SO_3 составляет 3,3–3,5 г/100 мл.

В ходе процесса экстракции осуществлялся ежечасный контроль за содержанием и состоянием жидкой и твердой фаз в пульпе. Осадок промывался водой по трехкратной противоточной схеме. Количество воды составляло 160 вес. частей на 100 вес. частей при разрежении 0,65 кг/м^2. Фильтрацию проводили на воронке Бюхнера через фильтр ткань (лавсановая, арт. 560).

Для разложения использовали фосмуки Каратау («грубого» помола, выше 160 мкм 48 %) следующего химического состава, в масс. %: P_2O_5 = 24,78; CaO = 41,0; MgO = 3,2; CO_2 = 9,1; R_2O_3 = 1,83; Fe_2O_3 = 0,95; F = 2,95 и н. о. = 11,29.

Для изучения влияния ионов магния на технологические показатели и качество получаемой ЭФК, проводилось в несколько этапов. В качестве оборотного раствора использовали типовые растворы фосфорной кислоты марки «Ч», куда вносили серную кислоту в количестве, соответствующем содержанию SO_3 в обо-

ротном растворе фосфорной кислоты в цеховых условиях и различные количества окиси магния. Для сравнения использовали (фоновые) оборотные растворы – смесь 1-го и 2-го фильтрата получаемых при работе установки.

Результаты показывают, что снижением содержания магния в системе повышается степень разложения сырья. Так, при содержании MgO в жидкой фазе экстракционной пульпы равным 2,30 %, коэффициент разложения составляет 95,4 % (за 4–4,5 ч процесса взаимодействия), а коэффициенты извлечения и выхода составляют 93,6 и 92,6 % соответственно.

С уменьшением содержания MgO до 1,52–1,25 % степень разложения повышается до 97,5–98,9 %, а коэффициенты извлечения и выхода достигают до 95,8–97,5 и 94,8–96,8 % соответственно. Дальнейшее уменьшение содержания магния в системе оказывает аналогичные влияния на технологические показатели.

Снижение содержания магния в системе можно достичь одним несложным путем, т.е. путем обогащения высокомагнезиальных фосфатов введением в систему определенного количества богатого сырья – апатитового концентрата. Этот способ также исключает трудоемкие способы селективного извлечения магния из фосфатов и образования значительного количества стоков. Для обогащения высокомагнезиальных фосфатов («грубого» помола) следующего химического состава, в процентах: P_2O_5 = 25,53; CaO = 41,76; MgO = 3,50; R_2O_3 = 1,92; Fe_2O_3 = 0,86; CO_2 = 9,23; F = 2,75 и н. о. = 10,46, использован апатитовый концентрат следующего химического состава, в процентах P_2O_5 = 39,5; CaO = 51,9; MgO = 0,15; R_2O_3 = 1,35; F = 2,85 и н. о. = 1,1.

Условия опытов аналогичны с вышеуказанными – с тем отличием, что время пребывания пульпы в экстракторе составляет 6 ч, т.е. производительность установки 120 г/ч по фоссырью. Увеличение времени пребывания пульпы в экстракторе позволяет получение высоких коэффициентов извлечения, выхода при переработке высокомагнезиальных фосфатов, а также апатитового концентрата на фосфорную кислоту.

Список использованных источников

1. Мирзакулов Х.Ч., Шамшидинов И.Т., Мамуров Б.А. Переработка магнийсодержащих фосфоритов на экстракционную фосфорную кислоту // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2017. № 2 (35). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/4297.

2. Бушуев Н. Н. Физико-химические основы влияния примесей фосфатного сырья в технологии фосфорсодержащих минеральных удобрений и чистых веществ. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Москва, 2000. – 52 с.

3. А.С. №791393 (СССР). Способ регенерации катионита. Аширов К.Г., Садыков К.Г., Гафуров К.,Якубов Р.Я. Опубл 1.09.1980.

4. Гафуров К., Шамшидинов И. Т., Арисланов А. С. Сернокислотная переработка фосфоритов Каратау и сложных удобрений на их основе. Монография. 2020 г Издательство LAMBERT Academic Publishing.

СЪЕДОБНЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ТРАНСМУКОЗАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Безносик Т. В.[1], Савицкая Т. А.[1], Кимленко И. М.[1], Цыганкова Н. Г.[2], Макревич С. М.[2], Гриншпан Д. Д.[2], Лан Ф. Т.[3], Хань Л. Т. М.[3], Тран Д. Л.[3]
[1)] Химический факультет Белорусского государственного университета,
[2)] Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,
[3)] Институт тропических технологий Вьетнамской академии наук и технологий
savitskayaTA@bsu.by[1]

Аннотация. Разработаны составы съедобных пленок для упаковки пищевых продуктов и быстрорастворимых во рту пленок-полосок (oral strips) для трансмукозальной доставки биологически активных ингредиентов в организм человека. Полимерную основу пленок составляют композиции полисахаридов: кукурузного и тапиокового крахмалов и альгината натрия. В качестве биологически активных ингредиентов использованы экстракты тропических фруктов: лонгана (*Dimocarpus longan*), кумквата (*Citrus japonica*), грейпфрута (*Citrus paradise*), лайма (*Citrus aurani*ifolia), апельсина (*Citrus sinensis*); вьетнамская соль со специями, эфирные масла мандарина (*Citrus reticulate*), экстракты черного, зеленого и фруктовых чаев. Проведено УФ-спектроскопическое исследование экстрактов и растворов полимеров с их добавками, а также ИК-спектроскопическое исследование пленок и их термический анализ. Морфология поверхности пленок оценивалась методом сканирующей электронной микрофотографии. Определена влажность, прочностные показатели пленок и их растворимость в воде и модельных средах организма. Указаны возможные области применения.

Annotation. The compositions of edible films for food packaging and rapidly soluble in the mouth films-strips (oral strips) for transmucosal delivery of biologically active ingredients to the human body have been developed. The polymer base of the films is made up of compositions of polysaccharides: corn and tapioca starches and sodium alginates. Extracts of tropical fruits were used as biologically active ingredients: longan (*Dimocarpus longan*), kumquat (*Citrus japonica*), grapefruit (*Citrus paradise*), lime (*Citrus auraniifolia*), orange (*Citrus sinensis*); Vietnamese salt with spices, essential oils of mandarin (*Citrus reticulate*).UV-spectroscopic study of extracts and solutions of polymers with their additives, IR-spectroscopic research and thermal analysis of the films were carried out. The morphology of the films surface was estimated by scanning electron microphotography. Humidity, strength characteristics of films and their solubility in water and model environments of the body were determined. The possible areas of application are indicated.

Введение. Съедобные пленки – это новое направление исследований в области упаковочных материалов, которое сегодня интенсивно развивается в Китае, США, Японии, Франции, Германии, и др. странах. В Республике Беларусь отсутствует производство съедобных упаковочных материалов. Такие пленки

могут быть также использованы для изготовления быстрорастворимых во рту пленок-полосок (oral strips) для трансмукозальной доставки лекарственных и биологически активных ингредиентов в организм человека. Целью настоящей работы явилась разработка новых составов съедобных упаковочных пленок и пленок-полосок, содержащих добавки с антиоксидантными, антимикробными и вкусовыми свойствами и их тестирование физико-химическими методами и органолептически.

Результаты и их обсуждение. Съедобная упаковка – это биодеградируемый на молекулярном уровне полимерный материал, который демонстрирует альтернативный микробиальному механизму (разложению в окружающей среде под действием бактерий или грибов) механизм биоразложения под действием внутриклеточных и неклеточных ферментов (эндо- и экзоэнзимов), содержащихся в желудке и кишечнике человека и животных, заключающийся в протекании реакций окисления и гидролиза.

В Республике Беларусь современное состояние исследований в области биодеградируемой полимерной упаковки, которая одновременно является самостоятельным продуктом питания, ограничивается исследованиями, проводящимися в Белорусском государственном университете. В ходе исследовательских работ по получению таких пленок из дешевого крахмального сырья удалось компенсировать основной недостаток крахмальных пленок – их хрупкость и получить пленку со значительно лучшими механическими и физико-химическими характеристиками, сохранив при этом ее низкую стоимость. Технология была масштабирована в 1000 раз на установке ОАО «Борисовский завод полимерной тары «Полимиз». Она позволяет осуществлять изготовление пленок с прочностью 40–50 МПа при удлинении 5–20 % с очень низкой кислородопроницаемостью. По данной технологии можно получать пленки для изготовления легких (менее 50 мкм) и очень легких пакетов (менее 15 мкм), используя крахмал, а также многослойные пленки для длительного хранения творога и сливочного масла, съедобные пленки с пряностями для жарки мяса и рыбы без масла, пакетики для упаковки твердых и жидких специй, внутренней упаковки для липких конфет вместо бумаги и т. д.

В таблице 1 приведены составы полученных пленок, использованных для изготовления быстрорастворимых во рту полосок на основе кукурузного крахмала и альгината натрия и основные химические компоненты входящих в их состав биологически активных соединений.

Таблица 1 – Характеристики состава и свойств новых быстрорастворимых пленок-полосок на основе кукурузного крахмала и альгината натрия

Биологически активные добавки	Основные химические компоненты	Влажность пленки	Вкус и растворимость во рту
Экстракт лонгана + экстракт вьетнамской соли + сок лайма	Корилагин, галловая кислота, эллаговая кислота, витамин С, бета-каротин	5 %	Имеет вкус похожий на корицу. Во рту растворяется быстро, к зубам не прилипает

Окончание таблицы 1

Биологически активные добавки	Основные химические компоненты	Влажность пленки	Вкус и растворимость во рту
Экстракт лонгана + гранатовый сок	Корилагин, галловая кислота, эллаговая кислота, пуникалагин, фруктовый эллагитаннин	7 %	Пленка очень липкая. Во рту растворяется медленно. Имеет характерный вкус граната
Экстракт лонгана + экстракт кумквата	Корилагин, галловая кислота, эллаговая кислота, фитостерины, каратиноиды, эфирные масла.	7 %	Пленка без ярко выраженного вкуса с легким ароматом мандарина. Во рту легко растворяется
Настойка лонгана + настойка кумквата + сок лайма	Корилагин, галловая кислота, эллаговая кислота, фитостерины, каротиноиды, эфирные масла, витамин С.	7 %	Пленка вкусная, имеет приятную кислинку. Во рту растворяется легко
Экстракт лонгана + экстракт вьетнамской соли + мандариновое масло	Корилагин, галловая кислота, эллаговая кислота, цитрол	6 %	Пленка имеет ярко выраженный вкус, во рту ощущается избыток масла. Моментально прилипает к зубам, а затем растворяется

Проведена оценка состава использованных экстрактов и эфирных масел, взаимодействия полимеров с компонентами добавок, термические свойства и морфология поверхности пленок. Фотографии пленок представлены на рис. 1.

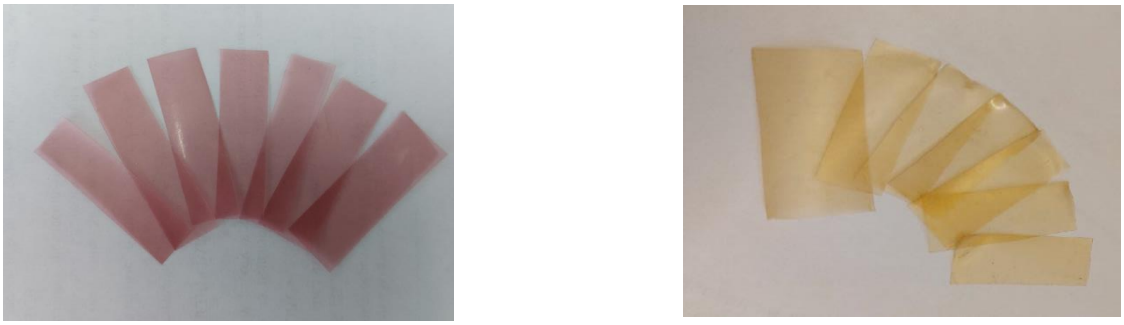


Рисунок 1 – Быстрорастворимые пленки-полоски с экстрактами тропических фруктов

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Х22В-005 от 01.02.2022 г.).

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАССАСЫВАЮЩИХСЯ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННОЙ ХЛОПКОВОЙ И РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗ

Бутрим С. М., Бильдюкевич Т. Д., Бутрим Н. С., Юркштович Т. Л.
НИИ физико-химических проблем БГУ
butryms@bsu.by

Аннотация. Разработан метод окисления хлопковой и регенерированной целлюлоз в системе HNO_3-H_3PO_4-$NaNO_2$, позволяющий получать окисленную целлюлозу с содержанием COOH-групп 16,0–24,0 %, соответствующую по показателям качества требованиям USP, что позволяет применять ее в качестве биодеградируемого кровоостанавливающего средства. Строение окисленных хлопковых и регенерированных целлюлоз с различным содержанием COOH-групп подтверждено методами ИК-спектроскопии и элементного анализа, структура изучена методом рентгеноструктурного анализа. Показано, что дифрактограммы хлопковых целлюлоз, окисленных в течение 4–24 ч имеют рефлексы, характерные для двух полиморфных модификаций: целлюлозы I (характерная для исходной хлопковой целлюлозы) и целлюлозы II.

Annotation. A method has been developed for the oxidation of cotton and regenerated cellulose in the HNO_3-H_3PO_4-$NaNO_2$ system, which makes it possible to obtain oxidized cellulose with a COOH-group content of 16,0–24,0 %, which meets the USP requirements in terms of quality, which makes it possible to use it as a biodegradable hemostatic agent. The structure of oxidized cotton and regenerated cellulose with different contents of COOH group was confirmed by IR spectroscopy and elemental analysis, the structure was studied by X-ray diffraction analysis. It was shown that the diffraction patterns of cotton celluloses oxidized for 4–24 hours have reflections characteristic of two polymorphic modifications: cellulose I (characteristic for the original cotton cellulose) and cellulose II.

Целлюлоза, являясь биосовместимым и биоразлагаемым материалом, часто используется как исходный объект в биомедицинской области. Наибольшее применение среди модифицированных производных целлюлозы, применяемых непосредственно для лечения и оказания медицинской помощи, нашла именно окисленная целлюлоза, применяемая в качестве биодеградируемого кровоостанавливающего средства при хирургических операциях различной локализации. Получение окисленной целлюлозы при этом происходит в растворе галогенорганического растворителя и связано с применением такого окислителя, как оксид азота (IV), который позволяет достаточно селективно окислить гидроксильные группы у шестого углеродного атома D-глюкопиранозного цикла до карбоксильных и ввести их достаточное количество (не менее 16 мас. %), чтобы кардинально изменить свойства исходной целлюлозы, получив продукт с новыми свойствами. Второй способ получения окисленной целлюлозы под действием оксида азота (IV) связан с проведением реакции в газовой фазе при повышенных температуре и давлении, что требует использования более сложного технологического оборудования и

жесткого контроля за проведением процесса, поэтому данный метод, в отличие от первого, не нашел практического воплощения в настоящее время. Хотя нужно отметить, что именно по данной технологии, разработанной сотрудниками нашей лаборатории, достаточно долгое время (около 15 лет) окисленная хлопковая целлюлоза и препараты на ее основе («Поликапран», «Линкоцел», «Пленка с линкомицином», «Феранцел», «Оксицеланим», «Процелан» и др.) выпускались на Борисовском заводе медпрепаратов (БЗМП). Несмотря на высокую потребность в данных лекарственных средствах и их доказанную эффективность, производство окисленной хлопковой целлюлозы пришлось закрыть, и в первую очередь это было связано с использованием окислителя оксида азота (IV), так как хранение, применение и транспортировка его на производство всегда были связаны с большими проблемами в силу его высокой опасности, связанной в том числе с достаточно низкой температурой кипения (21,3 °С).

Рисунок 1 – Фотографии синтезированных образцов окисленной хлопковой целлюлозы (в виде салфеток и ткани, C_{COOH} = 18,0 %) и окисленной регенерированной целлюлозы (в виде порошка, C_{COOH} = 20,5 %)

Научная новизна работы заключается в том, что нами предложена к разработке технология, позволяющая получить окисленную целлюлозу, соответствующую международным показателям качества, предъявляемым к данному медицинскому изделию, при этом не используя оксид азота (IV) и галогенсодержащие органические растворители, применив вместо этого смесь азотной и фосфорной

кислот с применением катализатора, который позволит синтезировать оксид азота (IV) in situ.

Показано, что данный способ позволяет получать образцы окисленной целлюлозы в виде салфеток (хлопковая целлюлоза) и порошка (регенерированная целлюлоза) с содержанием карбоксильных групп 16,0–24,0 %, азота не более 0,5 %, золы не более 0,15 %, что соответствует по показателям качества требованиям USP и позволяет применять ее в качестве биодеградируемого кровоостанавливающего материала (Рисунок). Так, например, при комнатной температуре минимальное время окисления, необходимое для получения окисленной регенерированной целлюлозы с требуемым содержанием карбоксильных групп (18– 24%), составляет 8–10 ч при концентрации катализатора 0,36–0,72 %. Установлено, что с увеличением концентрации катализатора возрастает скорость реакции окисления целлюлозы.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ХИМИОТЕРАПИИ: ЦИСПЛАЦЕЛ, ТЕМОДЕКС, ПРОСПИДЕЛОНГ

Бычковский П. М.[1], Юркштович Т. Л.[2], Грачев Ю. Н.[3], Ревтович М. Ю.[3], Красный С. А.[3], Веевник Д. П.[4], Федулов А. С.[4]

[1)] Учебно-научно-производственное Республиканское унитарное предприятие «Унитехпром БГУ»,

[2)] Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,

[3)] ГУ «РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова»,

[4)] Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»

unitehprombgu@gmail.com[1], sergeysolomevich@gmail.com[2]

Аннотация. Имплантация ЛП «Цисплацел» в ложе хирургически удаленных низкодифференцированных глиом головного мозга (Grade III-IV) с последующим проведением стандартного курса лучевой терапии достоверно увеличивает одно-летнюю выживаемость пациентов с 67,6±10,1 до 90,9±6,1 %, трехлетнюю выживаемость с 12,1±7,9 до 25,3±10,9 %, пятилетнюю выживаемость с 12,1±7,9 до 16,8±10,9 % (p = 0,048). Локальная химиотерапия Темодексом в сочетании с химиолучевой терапией приводит к достоверному увеличению медианного значения выживаемости пациентов с опухолями головного мозга при G_{II-IV} в 1,87 раза, при G_{III-IV} в 1,58 раза и при G_{IV} в 1,56 раза.

Препарат Проспиделонг применяется для локальной химиотерапии рака желудка с диссеминированным поражением брюшины.

Annotation. Implantation of the drug Cisplacel in the bed of surgically removed low-grade brain gliomas (Grade III-IV) followed by a standard course of radiation therapy significantly increases the one-year survival rate of patients from 67.6±10.1 to 90.9±6.1 %, three-year survival rate from 12.1±7.9 to 25.3±10.9 %, five-year survival rate from 12.1±7.9 to 16.8±10.9 % (p = 0.048). Local chemotherapy with Temodex in

combination with chemoradiotherapy leads to a significant increase in the median survival of patients with brain tumors in Grade II-IV by 1.87 times, in Grade III-IV by 1.58 times and in Grade IV by 1.56 times.

Prospidelong is used for local chemotherapy of gastric cancer with disseminated peritoneal lesions.

УП «Унитехпром БГУ» осуществляют выпуск оригинальных лекарственных препаратов по полному циклу, включая получение активных веществ (фармацевтические субстанции темозоломид и проспидия хлорид) и полимеров-носителей (окисленная целлюлоза, фосфат декстрана).

Опухоли органов головы и шеи относятся к прогностически неблагоприятной локализации и, несмотря на проводимое хирургическое лечение, лучевую терапию и системную химиотерапию, рецидивируют в 40–70 % случаев. Клинические исследования, проведенные в ГУ «РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова» (Республика Беларусь) свидетельствуют о том, что ЛП Цисплацел после хирургического удаления местно распространенных опухолей головы и шеи, и в том числе распространяющихся на основание черепа увеличивает безрецидивную и одногодичную выживаемость на 12 и 15 % соответственно. Имплантация ЛП «Цисплацел» в ложе хирургически удаленных низкодифференцированных глиом головного мозга (Grade III-IV) с последующим проведением стандартного курса лучевой терапии достоверно увеличивает однолетнюю выживаемость пациентов с 67,6±10,1 до 90,9±6,1 %, трехлетнюю выживаемость с 12,1±7,9 до 25,3±10,9 %, пятилетнюю выживаемость с 12,1±7,9 до 16,8±10,9 % ($p = 0,048$).

Показаниями к применению препарата являются: впервые выявленная мультиформная глиобластома (в составе комбинированного лечения с лучевой терапией); злокачественная глиома (мультиформная глиобластома или анапластическая астроцитома). В ходе хирургической операции гелем Темодекса заполняют полость, образовавшуюся после удаления злокачественной опухоли головного мозга. Гелеобразное состояние обеспечивает полный доступ препарата во все участки, обеспечивая при этом наиболее полную гибель оставшихся опухолевых клеток. Препарат применен на базе Больницы скорой медицинской помощи у 41 больного с глиомами головного мозга 3-4 степени. Установлена хорошая переносимость безопасность имплантационного применения препарата.

По результатам клинических испытаний установлено, что локальная химиотерапия Темодексом в сочетании с химиолучевой терапией приводит к достоверному увеличению медианного значения выживаемости пациентов с опухолями головного мозга при G_{II-IV} в 1,87 раза, при G_{III-IV} в 1,58 раза и при G_{IV} в 1,56 раза.

Доля выживших пациентов с опухолями G_{III-IV} основной группы при 1-годичном наблюдении составила 72,7 %, контрольной группы – 20,8 % ($WW = 20,6$, $p = 0,000$). Кумулятивная доля выживших пациентов с опухолями G_{II-IV} основной группы при 2-годичном наблюдении составила 38,5 %, в контрольной группе, кумулятивная доля выживших составила 10,1 % ($WW = 23,2$, $p = 0,000$). Доля выживших пациентов с опухолями G_{III-IV} основной группы при 2 – годичном наблюдении составила 27,7 %, контрольной – 1,3 % ($WW = 26,3$, $p = 0,000$).

Установлено достоверное увеличение длительности безрецидивного периода у пациентов основной группы по сравнению с контрольной при опухолях G_{II-IV}: в 1,97 раза, при G_{III-IV} – в 1,74 раза, при G_{IV} – в 1,78 раза.

Риск рецидива опухоли у пациентов контрольной группы с G_{II-IV} в (RR) в 4,56 раза выше по сравнению с пациентами основной группы ($\chi^2 = 10,5$; $p = 0,012$).

Проспиделонг – оригинальный гидрогелевый противоопухолевый препарат для локальной химиотерапии рака желудка с диссеминированным поражением брюшины. Разработан способ получения лекарственного препарата «Проспиделонг». Результаты доклинических испытаний на опухолевых клетках и животных-опухоленосителях позволяют предполагать высокую эффективность препарата в лечении одной из наиболее тяжелых локализаций онкологического процесса.

Пилотные клинические испытания препарата «Проспиделонг», проведенные в ГУ «РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова» на 20 пациентах с диссеминированным раком желудка, свидетельствуют об удовлетворительной переносимости интраперитонеального введения «Проспиделонга». Результаты оценки перитонеального опухолевого индекса по P. H. Sugarbaker путем лапароскопии second-look показали отсутствие признаков прогрессирования диссеминированного поражения брюшины на 30±7 день после операции. У 3 из 5 пациентов подгруппы 4 (60 %), в которой Проспиделонг применялся в дозе 5000 мг (2500 мг в пересчете на проспидия хлорид) близкой к терапевтической, рассчитанной по результатам доклинических испытаний, при биопсии участков брюшины, подозрительных в отношении диссеминированного поражения, не отмечено опухолевого роста. Определена терапевтическая доза, учитывающая соотношение польза/риск от применения препарата. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности продолжения исследований по оценке противоопухолевой активности интраперитонеальной химиотерапии с препаратом «Проспиделонг».

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНДОФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ФАРМАЦЕВТИКЕ

Кондрашева К. В.[1], Мандрик-Литвинкович М. Н.[2]
[1] Институт микробиологии Академии Наук Республики Узбекистан,
[2] Государственное научно-производственное объединение «Химический синтез и биотехнологии»
kseniya81@yandex.ru[1], mandryk_maryna@tut.by[2]

Аннотация. В работе приведено обоснование применения эндофитных микроорганизмов для разработки препаратов фармацевтического и сельскохозяйственного назначения, оценены перспективы взаимодействия Института микробиологии АН РУз и ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» (Беларусь) для продвижения совместных проектов с целью применения опыта и возможностей каждой из сторон для расширения знаний и коммерциализации продуктов на основе эндофитных микроорганизмов.

Annotation. The paper provides a rationale for the use of endophytic microorganisms for the development of pharmaceutical and agricultural preparations, assesses the prospects for interaction between the Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan and SSPA «Chemical Synthesis and Biotechnology» of the Republic of Belarus to promote joint projects in order to apply the experience and capabilities of each party to expand knowledge and commercialize products based on endophytic microorganisms.

Установлено, что эндофитные микроорганизмы тесно взаимодействуют с растением-хозяином и выполняют ряд функций, приносящих пользу растению, при этом не проявляя патогенности, что делает их весьма перспективными объектами исследования для разработки новых микробных препаратов с заданными свойствами. В настоящее время зарегистрировано несколько патентов на штаммы эндофитных бактерий, грибов и актиномицетов, которые обладают ценными для сельского хозяйства свойствами, повышают продуктивность и устойчивость агрокультур, защищают их от фитопатогенов [1, 2]. В фармацевтике потенциал применения эндофитов сводится к выделению их активных метаболитов, аналогичных по терапевтическим свойствам метаболитам растения-хозяина, и рассматривается как альтернатива растительному сырью.

Одно из направлений исследований Института микробиологии АН РУз - выделение эндофитов из лекарственных и солеустойчивых растений, изучение биотехнологически ценных свойств изолятов, получение активных метаболитов, а также увеличение стабильности отобранных культур. За последние 10 лет показан потенциал эндофитных грибов, обладающих антимикробными свойствами, изучена ингибиторная активность грибов в отношении α-амилазы и панкреатической липазы [3, 4]. Полученные данные обобщены и опубликованы в рецензируемых журналах, а штамм *Penicillium brevicaule* alba-8E запатентован как продуцент панкреатической α-амилазы для фармацевтического применения [5].

В последние годы специалисты Института активно изучают эндофиты из солеустойчивых растений. В результате работы показана способность изолятов к росту на засоленных средах (до 15 % NaCl) и при температуре до 45 °C [6], а также изучены антифунгальная, целлюлазная и фитогормонсинтезирующая активности. Полученные данные позволяют рекомендовать отдельные культуры для дальнейших испытаний с целью создания комплексного препарата для растениеводства и биоремедиации. Однако, в нашей республике до настоящего времени препараты на основе эндофитных микроорганизмов не получены, кроме того, имеются определенные трудности с проведением молекулярно-диагностических исследований чистых культур. Эти и ряд других прикладных вопросов могут быть решены, благодаря взаимовыгодному сотрудничеству с передовыми организациями, имеющими подобный опыт.

Государственное научно-производственное объединение «Химический синтез и биотехнологии» (ГНПО) в Республике Беларусь принимает участие в разработке и реализация государственной политики в области биотехнологии, про-

водит создание, освоение производство и выпуск новых видов наукоемкой биотехнологической, фармацевтической и другой высокотехнологичной продукции (biochem.by). Сотрудники ГНПО обладают выдающимися достижениями в области разработки эффективных и безопасных микробных препаратов для сельского хозяйства [7, 8], наладили быстрый и точный способ определения фитопатогенов на основе ПЦР-анализа [9]. Однако, работа с эндофитными микроорганизмами, как биоконтролирующими объектами фитопатогенов до настоящего времени в Объединении не проводилась.

Последние несколько лет отмечены активными взаимодействиями между учеными Узбекистана и Беларуси, что стало возможным благодаря ряду государственных программ, финансирующих совместные научные проекты, стажировки молодых ученых, конференции и форумы. Это дает возможность обменяться опытом и объединить усилия ученых, модифицировать имеющиеся методики и усовершенствовать технологии для доведения научных идей до коммерциализации.

Так, благодаря участию в краткосрочных стажировках, молодые ученые из Института микробиологии получили опыт идентификации грибов методом ПЦР-анализа на примере фитопатогенов, освоили новые методики накопления биомассы, хранения и определения антифунгальной активности грибов.

Несомненно, тесная совместная работа ученых позволит более детально изучить вопросы идентификации и филогении эндофитных микроорганизмов, оценить широкий спектр их полезных свойств, установить их роли в адаптации и защите растений, определить молекулярные детерминанты фитозащитного и ростстимулирующего действия, что создаст научно-аргументированную основу для разработки новых биотехнологий для сельского хозяйства Узбекистана и Беларуси и откроет новые перспективы развития науки в обеих странах.

Список использованных источников

1. Хьюм Д.Э., Джонсон Р.Д., Симпсон В.Р, Кард С.Д. Эндофитные грибы *Epichloe/Neotyphodium spp*. для искусственного заражения *Secale spp*. и их применение. Патент RU (11) 2 683 379(13) C2.

2. Чеботарь В.К., Ерофеев С.В., Щербаков А.В., Чижевская Е.П. Штамм бактерий *Bacillus Pumilus* A 1.5, в качестве средства повышения продуктивности растений и их защиты от болезней, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами. Патент RU (11) 2 551 968(13) C2.

3. Gulyamova T., Abdulmyanova L., Ruzieva D., Nasmetova S., Davranov K., Rasulova G., Karimova F., Makhkamova M., Egamberdieva D. Diversity of endophytic fungi associated with medicinal plants of Uzbekistan and their biological properties. (Review). Acta Microbiol. Bulgarica. 2022.–V. 38(2), p. 91-97.

4. Ruzieva D.M., Gulyamova T.G., Nasmetova S.M., Mukhammedov I.I., Rasulova G.A. Identification of bioactive compounds of the endophytic fungus Aspergillus Egypticus-HT166s inhibiting the activity of pancreatic α-amylase. Turkish J. of Pharmaceut. Sci. 2022.–19(6), p. 630-635

5. Рузиева Д.М., Гулямова Т.Г., Абдульмянова Л.И., Насметова С.М., Расулова Г.А., Мухаммедов И.И. Штамм эндофитного гриба *Penicillium brevicaule*

alba-8E продуцент панкреатической α-амилазы для фармацевтического применения. Патент № FAP 01470 от 30.01.2020г.

6. K. Kondrasheva, F. Egamberdiev, N. Beshko, F. Karimova, T. Gulyamova. Diversity and Halotolerance of Endophytic Fungi from Halophytes of Bukhara Region, Uzbekistan. Acta Microbiol. Bulgarica. 2022. – V. 38(3), p. 216-222.

7. Коломиец Э., Сверчкова Н., Мандрик-Литвинкович М. Экологически безопасные биотехнологии для сельского хозяйства. Наука и инновации. 2019. – № 3(193), с. 4-9.

8. Коломиец, Э.И. Микробные биотехнологии как основа экологизации и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства / Э.И. Коломиец // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. НАН Беларуси, Ин-т микробиологии; редкол.: Э.И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 10. – С. 3–11.

9. Барейко А.А., Сидоренко А.В., Валентович Л.Н., Пилипчук Т.А., Купцов В.Н., Титок М.А., Коломиец Э.И. ПЦР-диагностика грибов – возбудителей болезней огурца и томата. Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. НАН Беларуси, Ин-т микробиологии; редкол.: Э. И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 11. – С. 200–215.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ

Кузич А. А., Огородников В. Э., Бычковский П. М.
Учебно-научно-производственное Республиканское унитарное предприятие «Унитехпром БГУ»
unitehprombgu@gmail.com

Аннотация. Получены образцы окисленной бактериальной целлюлозы с разным содержанием карбоксильных групп, определена обменная емкость и степень набухания образцов. Разработана методика количественного определения наночастиц CeO_2 спектрофотометрическим методом. Изучена иммобилизация наночастиц CeO_2 на окисленной бактериальной целлюлозе. Установлена полуэмпирическая кинетическая модель, описывающая высвобождение наночастиц из матрицы.

Annotation. Samples of oxidized bacterial cellulose with different content of carboxyl groups were obtained, the exchange capacity and the degree of swelling of the samples were determined. A technique has been developed for the quantitative determination of CeO2 nanoparticles by the spectrophotometric method. The immobilization of CeO2 nanoparticles on oxidized bacterial cellulose has been studied. A semi-empirical kinetic model, that describes the release of nanoparticles from the matrix has been established.

Бактериальная целлюлоза (БЦ) широко используется в биомедицине из-за ее различных свойств, таких как хорошая биосовместимость, отличная биоразлагаемость, высокие механические и физические свойства, высокая кристалличность, высокая чистота и большая водоудерживающая способность. Однако при применении в биомедицине у БЦ наблюдаются некоторые недостатки, например, недостаточная прочность и отсутствие антибактериальной активности. Чтобы преодолеть вышеуказанные дефекты и создать различные приложения, такие как системы доставки лекарств, каркасы для тканевой инженерии, искусственные кровеносные сосуды, заживляющие и перевязочные мембраны, принимаются попытки включить в состав БЦ различные армирующие вещества, биомолекулы, наночастицы, причем как синтетические, так и природные.

Наночастицы CeO_2 могут действовать как поглотители активных форм кислорода и азота, таких как супероксидные радикалы, перекись водорода, гидроксильные радикалы и радикалы оксида азота, что вызывает растущий интерес к их потенциальному биомедицинскому применению. Первоначальные биологические исследования показали, что наночастицы CeO_2 могут предотвращать многие заболевания, связанные с окислительным стрессом, включая хроническое воспаление, ишемический инсульт и неврологические заболевания. В частности, сообщалось, что наночастицы CeO_2 ускоряют заживление кожных ран за счет усиления пролиферации и миграции основных клеток, образующих кожу.

Целью данной работы является получение биоразлагаемого материала на основе окисленной бактериальной целлюлозы с наночастицами диоксида церия для эффективного ранозаживления.

Для работы применяли БЦ, выращенную с использованием штамма Gluconacetobacter xylinus. Полученные образцы БЦ представляли собой гелеобразные пленки толщиной 7±1 мм, степень набухания 80 г/г. Наночастицы диоксида церия получали путем кипячения водной суспензии цитрата церия (III) с аммиаком на возухе.

Проводили окисление лиофильно высушенных образцов БЦ 20% раствором оксида азота (IV) в хлороформе в течение 8, 24 и 48 ч. Было выявлено, что увеличение времени окисления способствует возрастанию обменной емкости образцов ОБЦ.

При спектрофотометрическом исследовании золя CeO_2 было обнаружено, что он подчиняется закону Бугера-Ламберта-Бера, а значит для исследования высвобождения наночастиц CeO_2 из полимерной матрицы можно использовать спектрофотометрический метод.

Сорбцию наночастиц CeO_2 на образцы ОБЦ, окисленные в течение 8, 24 и 48 ч проводили в течение 24 ч при температуре 20±2 °С. Далее образцы были разделены на три группы: высушенные лиофильно, в сушильном шкафу при 50 °С и невысушенные.

Высвобождение наночастиц диоксида церия проводилось в течение 4 суток. В результате изучения высвобождения было отмечено, что скорость процесса существенным образом не зависит от природы образца, однако сильно отличается равновесное количество наночастиц, выделяющихся из полимерной матрицы.

Увеличение обменной емкости способствует высвобождению из образца большего количества наночастиц диоксида церия. В порядке увеличения равновесного количества наночастиц находятся образцы невысушенный, высушенный лиофильно и высушенный в сушильном шкафу.

Для лучшего понимания механизма высвобождения наночастиц, полученные данные были проверены на соответствие модели Ритгера-Пеппаса:

$$\frac{M_t}{M_\infty} = K_{RP} t^n \ , \qquad (1)$$

где M_t – количество вещества, выделившегося к моменту времени t;

M_∞ – максимально выделившееся (равновесное) количество вещества;

K_{RP} – константы;

n — диффузионный коэффициент.

Для всех образцов ОБЦ значение диффузионного коэффициента было около 0,1. Согласно модели Ритгера-Пеппаса, значение *n* определяет механизм высвобождения вещества. При *n* меньше или равном 0,45 считается, что высвобождение вещества регулируется его нормальной диффузией, т. е. согласно закону Фика.

Таким образом, создан композиционный материал для пролонгированного высвобождения наночастиц диоксида церия, который совмещает в себе положительные качества как полимера-носителя – ОБЦ, так и наполнителя и может быть рассмотрен как перспективное ранозаживляющее покрытие.

Список использованных источников

1. D.S. Zimnitsky, T.L. Yurkshtovich, P.M. Bychkovsky // Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. – 2004. – Vol. 42, № 19. – P. 4785–4791.

2. A.B. Shcherbakov [et al.] // Polymers. – 2021. – Vol. 13, № 924.

3. I.V. Gofman [et al.] // Polymers. – 2021. – Vol. 13, № 1999.

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИКЕ И ПРОФИЛАКТИКЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ

Кузнецов О. Е.
Институт биохимии биологически активных соединений
Национальной академии наук Беларуси
elegkuznetsov@inbox.ru

Аннотация. Составление и анализ генеалогических данных представляется важным методом популяционной генетики. Целесообразность разработки и внедрения метода диагностики и профилактики опухолей на основе данных генетического консультирования и технологий искусственного интеллекта, перспективное направление. Предложена аналитическая система, позволяет анализировать дан-

ные пациента полученные в ходе консультирования, результаты молекулярно-биологического обследования, родословную, и что немало важно, давать предварительное заключение о наличии риска возникновения онкологических заболеваний.

Annotation. The compilation and analysis of genealogical data appears to be an important method of population genetics. The feasibility of developing and implementing a method for diagnosing and preventing tumors based on data from genetic counseling and artificial intelligence technologies, a promising direction. An analytical system is proposed that allows you to analyze the patient's data obtained during counseling, the results of a molecular biological examination, the pedigree, and, most importantly, to give a preliminary conclusion about the risk of oncological diseases.

Введение. Онкологические заболевания устойчиво занимают ведущее место в структуре смертности населения. В последние годы отмечены изменения в статистике заболеваемости: рак молочной железы (11,7 %) превзошел рак легких (11,4 %), затем по распространенности следуют колоректальный рак (10 %), рак простаты (7,3 %), рак желудка (5,6 %) и рак печени (4,7 %). Беларусь не сильно отличается по заболеваемости и смертности от стран соседей. Страна входит в группу стран с относительно не высокими уровнями заболеваемости, но в тоже время, за десятилетие заболеваемость увеличилась в три раза.

В связи с развитием молекулярно-генетических исследований в онкологии появилась возможность выявлять и отслеживать ранние формы заболеваний, что позволяет сформировать и провести своевременные профилактические мероприятия лицам, находящимся в группе риска. Составление и анализ родословных с учетом этиопатогенетических факторов, подтвержденных молекулярно-генетическими исследованиями – один из важнейших методов популяционной генетики, позволяющий выявить предрасположенность к той или иной патологии.

Системы искусственного интеллекта, появляющиеся в последнее время в медицине – это, на наш взгляд, одно из перспективных направлений в мировом здравоохранении. Искусственный интеллект меняет систему здравоохранения, позволяя ее переоценить и модернизировать, а также в целом повысить качество услуг при одновременном снижении расходов. Использование умных систем позволяет повысить точность диагностики (исследование Frost&Sullivan), где технологии искусственного интеллекта повышают точность постановки диагнозов на 30–40 %.

Имеющиеся отечественные информационные разработки в области искусственного интеллекта по этому вопросу на сегодняшний день не полные и носят несистемный характер.

Представляется целесообразной разработка и внедрение в практику комплексного метода диагностики и профилактики злокачественных опухолей на основе систем искусственного интеллекта [1].

Цель работы. Оценка генеалогических алгоритмов диагностики и профилактики злокачественных новообразований на основе информационной системы искусственного интеллекта.

Материал и методы исследования. Для проведения мероприятий по раннему выявлению опухолей нами разработана аналитическая система (АС), которая позволяет анализировать данные пациента, полученные в ходе консультирования, с возможностью дополнения ее данными молекулярно-генетического обследования. АС позволяет также обрабатывать накопленные данные на основе родословных, рассчитывать популяционный риск, относить обследованных в группы риска. Материал исследования: данные о заболеваемости пациентов (возраст, год развития заболевания и год смерти, пол, заболеваемость родственников), информация, полученная в ходе консультирования и данные молекулярно-биологического исследования лиц с опухолевым процессом. Реализация мероприятий основана на алгоритме теорем элементарной теории вероятностей. Система реализована в виде компьютерной программы в среде Microsoft SQL Server.

Результаты. В электронную форму вносят данные пробанда. Данные лиц, прошедших предварительный опрос, скрининг или уже обращавшихся за медицинской помощью в медицинское учреждение онкологического профиля, импортируются из регистра. На следующем этапе выполняется учет данных о родственниках пробанда и возможном наличии у них онкологических заболеваний. Клиническая группа риска наличия предрасположенности к развитию, например, рака молочной железы, яичника или толстой кишки, как и результаты исследования о возможных мутациях генов вводятся в базы данных с использованием готовых справочников. Система также осуществляет интеллектуальный контроль и не позволяет вводить сомнительные данные, а также дублировать регистрацию одного и того же пациента/пробанда/родственника.

В программном комплексе предусмотрена и реализована возможность визуализации родословной, что существенно облегчает процесс отнесения лиц, пробанда и/или его родственников в группы риска развития опухолей. При построении родословной используется общепринятая символика (рисунок 1).

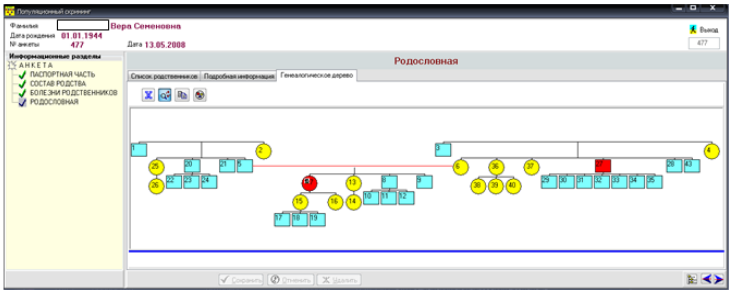


Рисунок 1 – Вид экрана «Родословная» раздела «Популяционный скрининг»

Опираясь на известные факторы риска развития опухолей и принимая во внимание значимые факторы их развития (возраст, хронические заболевания кишечника и полипозы, носительство мутаций – риск развития опухоли – 80–85%), «семейный онкологический анамнез», который является значимым диагностиче-

ским признаком и зачастую не анализируется, нами поведен анализ вышеупомянутых факторов в онкологическом регистре региона, для оценка возможных алгоритмов прогнозирования онкологического риска.

Система автоматически генерирует заключения по всем введенным анкетам и алгоритмам, что не только облегчает поиск нуждающихся во врачебном консультировании, но и формирует группы риска для анализа. Окончательное решение об отнесении пробанда и родственников к какой-либо группе риска принимает специалист после изучения родословной.

Расчет популяционного риска: определяется степень риска развития опухолей (в баллах) у здорового пробанда, в том случае, если онкологическим заболеванием страдает его родственник. Если у родственников (одного из родственников) онкологические заболевания развились в более молодом возрасте: учитывается дополнительный риск, связанный с возрастом. Оценка общего риска позволяет определить, во сколько раз у пациента/пробанда выше риск возникновения опухолей, по сравнению с лицами, наследственность которых не отягощена онкологией. Практически все показатели, используемые для расчета популяционного риска, за исключением численности населения в регионе, можно получить непосредственно из системы. Это позволяет сделать систему самообучающейся.

Заключение. Целесообразно внедрение в клиническую практику комплексного метода диагностики и профилактики опухолей на основе генетических данных и современных информационных технологий. АС может успешно использоваться, облегчая консультирование пациентов с подозрением на наличие онкологической патологии.

Список использованных источников

1. Информационная система учета и мониторинга онкологических заболеваний: пат. № 675 Респ. Беларусь / О. Е. Кузнецов; заявитель Кузнецов О. Е. – С20140041; опубл. 20.06.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЭПИЛЕПСИИ У ДЕТЕЙ

Кучкарова Н. А., Магрупов Т. М.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
nozimaxonkuchkarova@yandex.ru

Аннотация. В данной работе предложена структура медицинской экспертной систем (ЭС) в сравнение с решением врача для определения эпилепсии у детей на основе метода дерево принятия решений (ДПР), который обеспечивает лечебно-диагностический процесс. Определены основные характеристики электроэнцефалографии. Предложена методика анализа медицинских данных, который дает возможность для определения типа эпилепсии у детей. Разработаны основные положения медицинской экспертной системы для диагностики эпилепсии.

Annotation. This paper proposes an algorithm for constructing expert systems (ES) in comparison with a physician's decision to determine epilepsy in children. The main characteristics of electroencephalography are defined. A decision tree method (DDP), which provides a therapeutic and diagnostic process, is proposed. A method of medical data analysis is proposed, which makes it possible to determine the type of epilepsy in children. The main provisions of a medical expert system for diagnosing epilepsy, based on the decision tree method, are developed.

В настоящее время существует необходимость применения современных информационных и коммуникационных технологий в решение задач создания медицинских систем диагностики. Одним из подходов к созданию медицинских систем диагностики является теория построения экспертных систем (ЭС). Использование ЭС позволяет повысить качество медицинской диагностики в клинических больницах и в медицинских учреждениях.

Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях [1].

В основе медицинских экспертных систем (МЭС) лежит врачебный опыт наблюдения и лечения пациентов с различными заболеваниями PUFF, MYCIN, Oncocyn, SPE, ABEL, CADUCEOS, BLUE, FOX, GUIDON SEIZ [2–4].

Целью исследования является исследование возрастных особенностей течения эпилепсии у детей и подростков, разработка компьютерной консультативной экспертной системы для диагностики эпилепсии. Предлагаемая система состоит из: база данных о пациентах со всеми признаками и параметрами (рис. 1), необходимых для Dataset; алгоритма, позволяющий диагностировать общее состояние пациента при его поступлении в клинику; метода построения дерево принятия решений для определения эпилепсии у детей; алгоритма позволяющей определить тип эпилепсии; программного обеспечения реализации алгоритмов; оценки и проверки эффективности, разработанной ЭС [5].

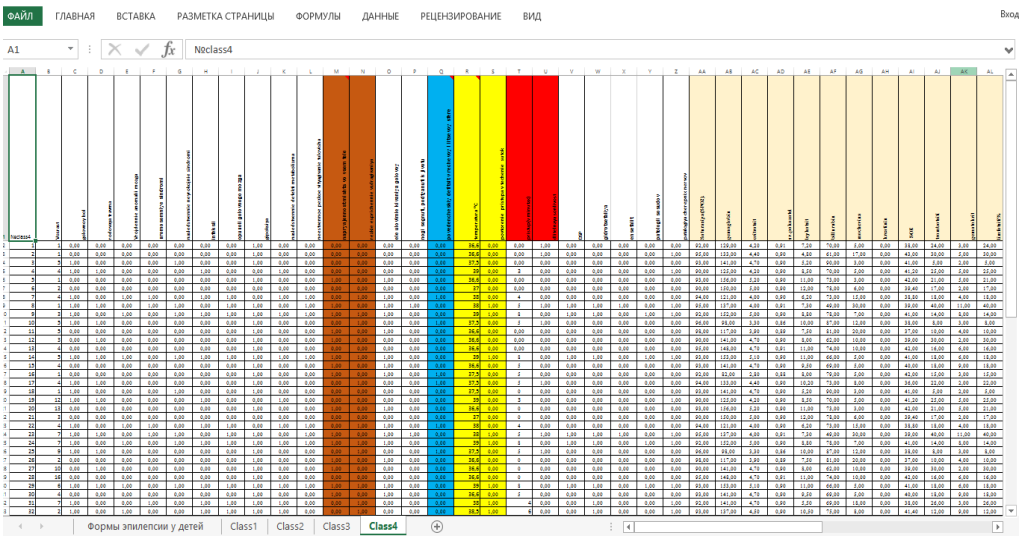


Рисунок 1 – База данных(Dataset)

Реализация экспертной системы разработана на языке программирования Python с помощью **Google Colaboratory или Colab.** Это еще один облачный сервис от Google Research. А также, это IDE, которая позволяет любому пользователю писать исходный код в редакторе и запускать его из браузера. В частности, он поддерживает язык программирования Python и ориентирован на задачи машинного обучения, анализ данных, образовательные проекты и т. д. [5].

Среднее значение всех результатов составляет 92 % при работе с необходимыми медицинскими данными 370 пациентов. При этом получены 186 больных, в которых диагноз, поставленный разработанной программой, совпал с диагнозом врача.

Разработаны алгоритмы и их программная реализация для определения типа заболеваний и произведена сравнительная оценка диагностики эпилепсии врача и полученных результатов на основе данных клинического и макроскопического осмотра. Разработанное программное обеспечение экспертной системы может применяться в качестве интеллектуальной поддержки практикующему невропатологу при интерпретации данных клинического и макроскопического осмотра пациентов и постановке предварительного диагноза. При реализации программ ЭС на языке Python была выбрана методология Data Science CRISP-DM. Предложенное алгоритмическое и программное обеспечения определения эпилепсии у детей с достоверностью и эффективностью на 95 % определчет тип заболевания. При исследование 370 пациентов, получили 186 больных (остальные здоровы), в которых поставленные диагнозы совпали с диагнозами врача. Программное обеспечение создано на языке Python, а также создана Dataset пациентов с их параметрами болезни.

Список использованных источников

1. Жариков О.Г., Ковалев А.А., Литвин А.А.,/ Современные возможности использования некоторых экспертных систем в медицине./ Учреждение «Гомельская областная клиническая больница», ГНУ «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук». – 2008 - №5, стр. 24–29.

2. https://sparm.com/publications/mediczinskie-ekspertnye-sistemy

3. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. / Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2006.

4. Головин П.А., Нечаев В.А., Нечаев Д.А. / Экспертные системы для классификации болезней в медицинской диагностике. // Научно-технических вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006, №5, стр. 80-84.

5. Magrupov T.M., Kuchkarova N.A., Daminova E.A.,/ Implementation and Methods of a Medical Expert System for Diagnosing Epilepsy in Children.// Proceedings of the 2023 Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). - January 24-27, 2023, page 1501–1504.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТВАРКИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ К КРАШЕНИЮ

Ленько К. А.[1], Ясинская Н. Н.[1], Лисовский Д. Л.[1], Рафиков А. С.[2]
[1)]УО «Витебский государственный технологический университет»,
[2)]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
kotya240497@mail.ru[1], yasinskaynn@rambler.ru[2], lisouskid@gmail.com[3],
asrafikov@mail.ru[4]

Аннотация. Разработана технология биохимической отварки хлопчатобумажных текстильных материалов, благодаря которой достигается максимальная очистка от сопутствующих примесей с минимальной степенью повреждения целлюлозы. Технология позволяет снизить концентрацию экологически небезопасных химических реагентов в растворе, а также сократить продолжительность обработки материала.

Annotation. A technology of bioscouring of cotton textile materials has been developed, which achieves maximum purification from impurities with minimal damage of cellulose. The technology allows for a reduction of the concentration of environmentally hazardous chemical reagents in the solution, as well as a reduction of the processing time of the material.

На сегодняшний день современные методы получения отбеленных и отваренных хлопчатобумажных материалов основываются на применении химических реагентов, несмотря на их экологическую небезопасность и высокую энергозатратность процесса. В результате отварки удаляется до 12 % нецеллюлозных примесей, включающих воскообразные, пектиновые, зольные и прочие соединения, что в свою очередь повышает капиллярные свойства и равномерность сорбционной способности текстильных материалов. Процесс отварки включает обработку текстильного материала в варочной жидкости, содержащей гидроксид натрия, силикат натрия, ПАВ и сульфит натрия. Далее ткань подвергается тепловой обработке насыщенным паром при температуре 101–103 °С [1]. Использование современных биотехнологических подходов является хорошей альтернативой применению химических технологий. Коммерческие ферментные препараты, не причиняющие ущерба окружающей среде, широко применяются в отделке текстильных материалов (в частности, в технологиях отварки), при чем процесс протекает при низких температурах и в нейтральных средах. Однако, не все сопутствующие примеси хлопкового волокна возможно удалить в процессе биоотварки композицией ферментных препаратов. Например, азотсодержащие вещества могут быть извлечены только после их разрушения под действием горячих растворов щелочей или щелочных растворов гипохлорита натрия, или в присутствии силиката натрия [1].

В этой связи актуальной является задача разработки комплексных технологий обработки хлопчатобумажных материалов, включающих этапы биоотварки и щелочной отварки с сокращением концентрации NaOH в варочном растворе

для минимизации воздействия химических препаратов на целлюлозу и повышения экологичности процесса.

Объектом исследования выступала суровая хлопчатобумажная ткань полотняного переплетения (ОАО «БПХО») поверхностной плотностью 120 г/м^2. Проведена отварка ткани по четырем технологиям (рисунок 1). В исследовании применяли ферментные препараты ЭНЗИТЕКС ЦКО (кислая целлюлаза, активность 300 ед/г); ЭНЗИТЕКС БИО-К (кислая пектиназа, активность 6500 ед/г); ЭНЗИТЕКС АТС (бактериальная α-амилаза, активность 100 ед/г) производства ООО «Фермент» (Республика Беларусь).

Щелочная отварка	**Отварка ткани в растворе, сод. г/л:** Гидроксид натрия – 10; силикат натрия (плотность 1,44) – 33; ПАВ – 0,3; гидросульфат натрия (38%-ный) – 3-5. τ – 2 ч.; t – 100ºС.	→	**Промывка горячей и холодной водой**		
Биоотварка (режим 1)	**Отварка ткани в растворе, сод. г/л:** ПАВ – 3 г/л; Энзитекс ЦКО – 2,5 г/л; Энзитекс Био-К – 2,5 г/л; Энзитекс АТС – 2 г/л; уксусная кислота до pH=4-5. τ – 1 ч.; t – 50ºС.	→	**Деактивация ферментов;**	→	**Промывка горячей и холодной водой**
Биоотварка (режим 2)	**Отварка ткани в растворе, сод. г/л:** ПАВ – 3 г/л; Энзитекс ЦКО – 1,5 г/л; Энзитекс Био-К – 3 г/л; Энзитекс АТС – 2 г/л; уксусная кислота до pH=4-5. τ – 1 ч.; t – 50ºС.	→	**Деактивация ферментов;**	→	**Промывка горячей и холодной водой**
Щелочная отварка +биоотварка	**Отварка ткани в растворе, сод. г/л:** Энзитекс ЦКО – 1,5 г/л; Энзитекс Био-К – 3 г/л; Энзитекс АТС – 2 г/л; уксусная кислота до pH=4-5. τ – 30 мин.; t – 50ºС.	→	**Отварка ткани в растворе, сод. г/л:** Гидроксид натрия – 5; силикат натрия (плотность 1,44) – 33; ПАВ – 0,3; гидросульфат натрия (38%-ный) – 3-5. τ –30 мин.; t – 100ºС.	→	**Промывка горячей и холодной водой**

Рисунок 1 – Схемы отварки хлопчатобумажной ткани

Для определения эффективности отварки определяли содержание в хлопковом волокне воскообразных и жировых, пектиновых и зольных веществ, а также степень повреждения целлюлозы (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав и степень повреждения исследуемых хлопчатобумажных материалов

Образец / Показатель	Суровая	Щелочная отварка	Биоотварка (схема 1)	Биоотварка (схема 2)	Биохимическая отварка
Содержание воскообразных и жировых веществ, %	1,47	1,30	0,94	0,95	0,63
Содержание пектиновых веществ, %	0,66	0,62	0,51	0,27	0,12
Содержание зольных веществ, %	1,63	0,87	0,16	0,17	0,29
Вязкость медно-аммиачного раствора целлюлозы, мПа (степень повреждения целлюлозы)	44,78	33,76	39,82	43,19	37,68

Щелочная отварка способствовала удалению 0,17 % воскообразных веществ хлопка, в то время как биоотварка извлекала около 0,53 % воскообразных примесей. Наименьший процент содержания жировосков продемонстрировал образец, прошедший совмещенную биохимическую обработку, состоящую из последовательных ферментной и традиционной щелочной отварок. Благодаря частичному разрушению первичной стенки хлопкового волокна и разрыхлению его структуры ферментами, происходит более полная сорбция ПАВ в поверхностных структурах поврежденного волокна, что позволяет удалить наибольшее количество жировых веществ путем их эмульгирования.

Использование ферментной отварки с пектиназой в составе композиции, вызывает гидролитическое расщепление пектиновых веществ, способствуя эффективному их извлечению из волокна. С увеличением концентрации пектиназы в варочном растворе (схема 2, биохимическая отварка) увеличилась доля удаленных пектиновых веществ.

Наибольший процент зольных примесей был извлечен при биоотварке ткани полиферментными композициями. Биохимическая отварка также позволила удалить 80 % минеральных веществ из целлюлозного волокна. Вероятно, данный эффект достигается путем дополнительного разрыхления структуры волокна и создания условий для более глубокого и полного удаления примесей. Считается, что, разрушив первичную стенку, удается удалить основную часть загрязнений из этого слоя [1].

Известно, что целлюлаза вызывает гидролиз β-глюкозидной связи в целлюлозе [1], в результате чего происходит ее деструкция. Гидроцеллюлоза отличается повышенной растворимостью в горячих водных, особенно, щелочных растворах. Таким образом, щелочная отварка увеличивает степень деструкции хлопкового биополимера за счет обработки при высоких температурах.

Введение в технологию отварки биохимического этапа и снижение концентрации щелочи в варочном растворе позволяет уменьшить степень деструкции целлюлозы – вязкость медно-аммиачного раствора повышается на 10 % по сравнению с вязкостью раствора образца после щелочной отварки.

Применение полиферментных композиций в технологии отварки хлопчатобумажных текстильных материалов позволяет комплексно воздействовать на различные виды примесей, сократить концентрацию щелочи в 2 раза, сократить продолжительность обработки при высокой температуре.

Работа финансировалась в рамках выполнения задания Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, проект № Т22УЗБ-062.

Список использованных источников

1. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учеб. Для вузов / Москва: РЗИТЛП, 2001. – Т.3 – 298 с.

2. Ясинская, Н.Н. Оценка возможности перехода на энергосберегающий режим крашения целлюлозных материалов / Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова, К.А. Ленько // Вестник Витебского государственного технологического университета / ВГТУ. – Витебск, 2021 № 1 (40). С. 158-167.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКГ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЙ ССС

Магрупов Т. М.[1], Талатов Ё. Т.[1], Гаибназаров С. С.[2]
[1)] Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
[2)] Ташкентская медицинская академия
talatmt@rambler.ru[1]

Аннотация. Настоящая работа посвящена совместного решения задач системы автоматизации обработки, анализа и классификации характеристик сигналов электрокардиограмм, которая обеспечивает исключения односторонних решений и организовать комплексную систему состоящие из различных методов и алгоритмов. Предложены основные задачи и этапы автоматической обработки, анализа и классификации характеристик ЭКГ для определения различных состояний аритмий, чтобы обеспечить точное диагностирование заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС). В соответствие с этапами разработаны алгоритмы: предварительной обработки, извлечения признаков, анализа электрокардиограмм, классификации и распознавания характеристик электрокардиограмм, построения нейросетевой модели, определения диагноза заболеваний. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение автоматической обработки, анализа и классификации характеристик ЭКГ для определения различных состояний сердечно-сосудистой системы.

Annotation. The present work is devoted to the joint solution of problems of the automation system for processing, analyzing and classifying the characteristics of electrocardiogram signals, which ensures the exclusion of one-sided solutions and organizes a complex system consisting of various methods and algorithms. The main tasks and stages of automatic processing, analysis and classification of ECG characteristics to determine various arrhythmia states are proposed to ensure accurate diagnosis of diseases of the cardiovascular system (CVS). In accordance with the stages, algorithms have been developed: preprocessing, feature extraction, analysis of electrocardiograms, classification and recognition of electrocardiogram characteristics, building a neural network model, and determining the diagnosis of diseases. Algorithms and software have been developed for automatic processing, analysis and classification of ECG characteristics to determine various conditions of the cardiovascular system.

В работе предложена методика автоматической обработки, анализа и классификации характеристик ЭКГ, которая дает возможность комплексного решения задач диагностики ССЗ, исключив односторонних решений и организовать комплексную систему состоящие из различных методов и алгоритмов [1–4]. Решение этих задач требует системного подхода и представляется комплексом алгоритмических, аппаратных и программных средств (рисунок 1).

Решение проблемы автоматизации начинается с ввода исходных данных, представленных медицинским учреждением и открытой базы данных MIT-BIH Arrhythmia, которые содержат необработанные данные ЭКГ. Эти сигналы ЭКГ

имеет шумы и артефакты и могут оказаться в полосе частот в котором ведется исследование и будут искажать характеристики сигнала ЭКГ.

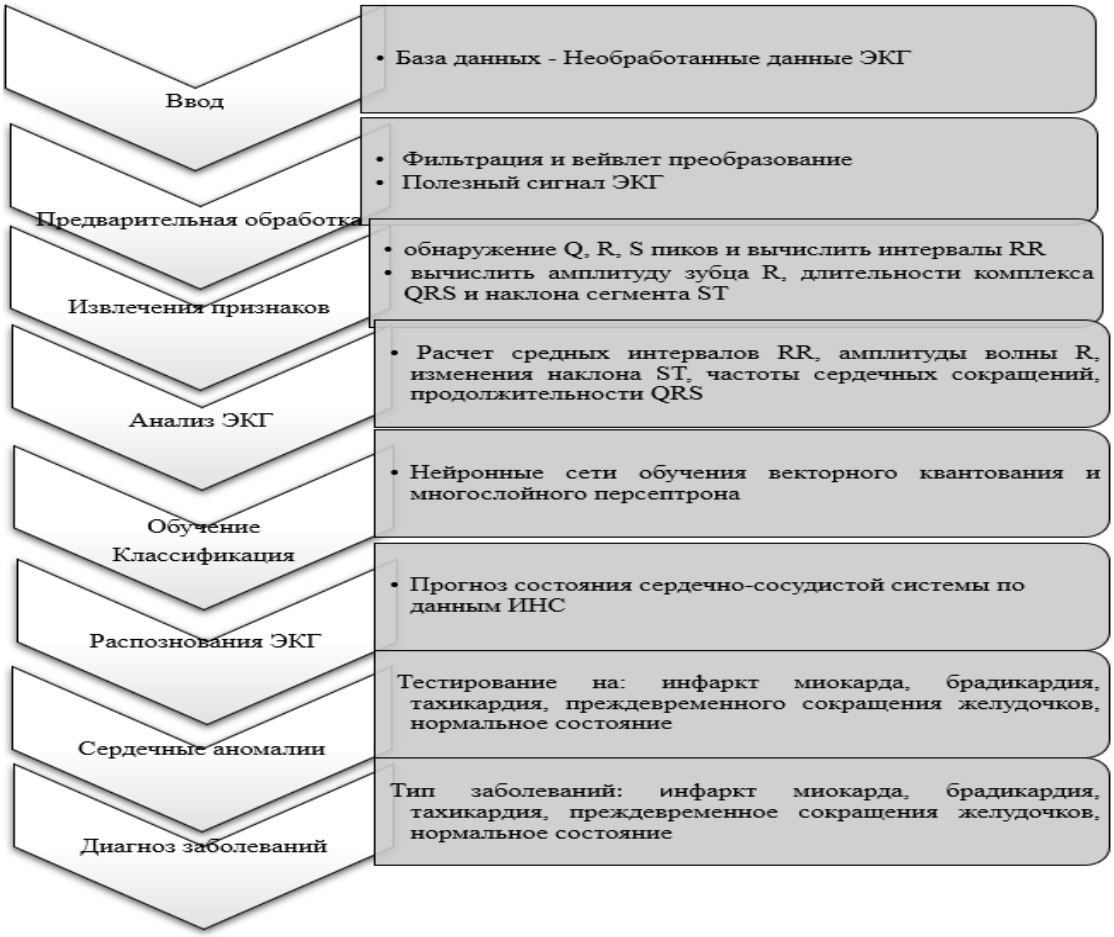


Рисунок 1 – Этапы и задачи автоматической обработки, анализа и классификации характеристик ЭКГ

Этап предварительной обработки сигнала ЭКГ предназначен для извлечения медицинской информации о полезном сигнале на основе первоначально заданного шумного сигналов ЭКГ, из базы данных. Для получения истинного состояния сигнала требуется сначала обработать заданный сигнал ЭКГ с помощью алгоритмов предварительной обработки сигнала основанные на совместное решение цифровой фильтрации Баттерворта и вейвлет преобразования.

На этапе извлечения признаков осуществляется обнаружение *Q, R, S* пиков и производятся расчеты интервала *RR*, амплитуда зубца *R*, длительности комплекса *QRS* и наклона сегмента *ST*. Здесь использован метод Пан-Томпкинса, который дает лучшие результаты в отношение других методов и дискретного вейвлет преобразования.

На следующем этапе анализа характеристик электрокардиограмм приведены расчеты средних значений интервалов *RR*, амплитуды волны *R*, изменения наклона *ST*, продолжительности комплекса *QRS*, частоты сердечных сокращений для каждого удара ЭКГ.

Следующий этап классификация характеристик ЭКГ позволяет вычислить обучающие, тестовые наборы данных и матрицы ошибок, а также достигать определение точности классификации нейронной сети.

На этапе распознавания ЭКГ осуществляется прогноз состояния сердечно-сосудистой системы по данным искусственной нейронной сети. Приведены способы подготовки параметров вариабельности сердечного ритма, которые характеризуют серию периодов сердечных сокращений и использованы в качестве индикаторов состояний ССС для определения диагностических функций ЭКГ.

Этап сердечных аномалий заключается в тестирование на: инфаркт миокарда, брадикардия, тахикардия, преждевременного сокращения желудочков, нормальное состояние. Предложены алгоритмы нейронной сети обучения векторного квантования и многослойного персептрона для классификации ЭКГ сигналов с учетом различных возможных состояний ЭКГ и вычислены эффективности предпочтительной нейросетевой модели с расширенными функциями.

На этапе диагноза заболеваний на основе первоначально заданных входных параметров ЭКГ определены тип заболеваний: инфаркт миокарда, брадикардия, тахикардия, преждевременного сокращения желудочков, нормальное состояние.

Заключение. На основе предложенных алгоритмов разработаны программное обеспечение системы на программах Matlab. На основание проведенного исследования и полученных результатов можно отметить, что система обладает хорошей адаптивной способностью к изменениям в электрокардиограмме и скорость распознавания характеристик ЭКГ высока.

Список использованных источников

1. Магрупов Т.М., Талатов Ё.Т. Анализ, обработка и классификация электрокардиографических сигналов.-Т: “Fan va texnologiiyalar nashriyot-matbaa uyi”, 2022.116 с.

2. Magrupov T.M. Talatov Y.T. Algorithmic and software analysis and processing of ECG signals - Conference Proceedings. SIBIRCON 2019 - International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, P. 403-406.

3. Magrupov T.M., Talatov Y.T., Magrupova M.T., D. Ripka – “A Technique for Classifying the ECG Signal into Various Possible States of the Cardiovascular System” - Conference Proceedings. 2020 IEEE International Conference on Electrical Engineering and Photonics (EExPolytech) 15-16 Oct. 2020. P. 127–131.

4. Talatov Y.T., Yuldashev Z., Magrupova M., Holmurodova M. – “An ECG Processing and Analysis Technique Based on Neural Network” - 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2020, P. 78-83.

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Максудов А. А.
Chorvador.uz, Республика Узбекистан
Uzb002@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопросы диагностики и способы профилактики. Среди болезней незаразной этиологии на скотоводческих фермах наиболее часто встречаются заболевания органов пищеварения. Их широкое распространение наносит большой экономический ущерб животноводству.

Annotation. The article deals with the issues of diagnosis and methods of prevention. Among the diseases of non-contagious etiology on livestock farms, diseases of the digestive system are most common. Their widespread distribution causes great economic damage to animal husbandry.

Животноводство обеспечивает население высокоценными продуктами питания. Это одна из самых древних мировых отраслей. Процесс одомашнивания скота занял около 9,5 тыс. лет и первоначально зародился в Западной Азии, в настоящее же время скотоводство практикуется во всём мире [1]. В Узбекистане животноводство является одной из ведущих отраслей сельского хозяйства и занимает особое место в обеспечении населения продуктами питания. При этом доля животноводства в производстве валовой сельскохозяйственной продукции состовляет 46,3 %. Учитывая это, в экономике республики реализуется проект «Поддержка устойчивого развития животноводства в Узбекистане», направленный на более широкое использование потенциала отрасли и его дальнейшее развитие [2].

Патоморфологическом направлений актуальным проблемам считается этиологии, патогенеза, диагностики и лечения наиболее часто встречаемых в нашем регионе заболеваний органов пищеварения. Актуальность проблем, связанных с современным состоянием гастроэнтерологии и перспективами ее дальнейшего развития в Узбекистане обусловлена большим количеством больных с заболеваниями органов пищеварения, их тяжелым и нередко прогрессирующим течением, приводящим к преждевременной инвалидизации и смерти больных, необходимостью совершенствования методов лечения [2]. Проблемы, стоящие перед нашими гастроэнтерологами к сегодняшнему дню, можно проследить по различным направлениям [3]. Первое – это борьба с такими распространенными кислотозависимыми и хеликобактер-ассоциированными заболеваниями, как язвенная и рефлексная болезни, хронические гастриты.

Для изучения вышеперечисленных заболеваний были проведены специальные экспериментальные исследования. Экспериментальное исследования были проведены на крестьянском фермерском хозяйстве «Анор Агро Чорва». Предприятие располагается по адресу Республике Узбекистан, Ташкенсткой области, поселок Юкори Чирчик. Животноводство развивается в двух направлениях: мясное и молочное. Всего в хозяйстве «Анор Агро Чорва» содержится 2500 голов

крупного рогатого скота. Молочное производство обеспечивают 1900 коров дойного стада. Содержание животных стойлово-лагерное. В помещениях бетонные полы с уклоном 2 градуса, отопление от котельной. Окна одинарные, на зиму дополнительно утепляются пленкой. Освещения естественное и искусственное, с помощью электрических ламп. Вентиляция приточная с механическим побуждением, вытяжная-естественная. Кормление 3 раза в сутки. Рационы сбалансированы по питательным веществам для разных групп животных. Телки и бычки содержатся в отдельных помещениях (рисунок 1, *а*), беспривязно, с выходом на выгульные площади. Телята до трех месячного возраста содержатся в индивидуальных боксах профилактория, телята с трех- до семимесячного возраста содержаться группами по десять голов в отдельных боксах, а животные более старшего возраста – в телятниках (рисунок 2, *б*).

а

б

Рисунок 1 – Индивидуальное содержание телят в боксах (*а*),
групповое содержание телят в возрасте 7 месяцев (*б*)

Содержание в профилактории на 30 телят, в индивидуальном боксе на влажной старой подстилке из соломы. В помещении отмечались существенные нарушения зоогигиенических требований: низкая температура (наличие сквозняков), высокая влажность, отсутствие ежедневной и тщательной уборки помещения и смены подстилки. Основа рациона – молозиво (6 литров в сутки). Кормление осуществляется при помощи дезинфицированных сосковых поилок 5 раз в день с неравными промежутками времени. Данные о клиническом статусе животного в момент поступления частота сердечных сокращений 155 ударов в минуту, дыхательных движений 52 в минуту. Аппетит понижен. Прием корма и воды свободный, способ приема корма правильный. Жевание и жвачка отсутствуют.

Глотание свободное. Ротовая щель закрыта, губы сжаты, безболезненные, симметричные, местная температура понижена. Запах изо рта специфический.

Слизистые оболочки ротовой полости бледно-розового цвета, сухая, целостность не нарушена. Десны без нарушения, язык влажный, чистый, эластичный, подвижный. Зубы: два резца на нижней челюсти, цилиндрической формы, правильно расположенные, безболезненные. Прохождение пищевого кома свободное, местная температура в области глотки и пищевода не повышена. Брюшная стенка: живот подтянут, голодные ямки запавшие.

При обследовании обнаружен у теленка № 1953 болезнь «токсическая диспепсия». При постановке диагноза учитывались данные анамнеза: нарушение зоогигиенических условий содержание (отсутствие ежедневная и тщательная уборка помещения, наличие сквозняков и сырости), нарушение кормления (выпойка молозива осуществляется из грязных недезинфицированных сосковых поилок через неравные промежутки времени). Также учитывались клинические признаки: угнетение, отказ от корма, профузный понос. Для уточнения диагноза была проведена дифференциальная диагностика, исключающая сходные болезни заразной и незаразной этиологии,

С целю устранения болезни проводилось лечение.

1. В первые сутки щадящая диета. Пропускается одна выпойки молозива, с заменой сенным отваром.

2. Гидратировать орально раствором воды с 5–8 граммами хлорида натрия на литр воды.

3. Внутримышечное введение витаминно-минерального комплекса «Витам» в дозе 10, 5 мл в течение трех дней.

В данной работе мы рассмотрели вопросы диагностики и способы профилактики данных заболеваний. Среди болезней незаразной этиологии на скотоводческих фермах наиболее часто встречаются заболевания органов пищеварения. Их широкое распространение наносит большой экономический ущерб животноводству, выражающийся в снижении живой массы у молодняка, уменьшении продуктивности, работоспособности, а также гибели животных.

Список использованных источников

1. Акаевский, А.И. Анатомия домашних животных / А.И. Акаевский, Ю. Ф. Юдичев, С.Б. Селезнев. - М.: Аквариум-Принт, 2009. - 638 с.

2. Юсупов, Ю.Б. Животноводство в Узбекистане: Текущее состояние, проблемы и перспективы развития. Анализ в контексте тенденций развития аграрного сектора/ Юсупов, Ю.Б., Лерман, Ц., Чертовицкий, и др. - Ташкент.: Издательство «Насаф», 2010.-160 с/

3. Вракин, В.Ф. Практикум по анатомии и гистологии с основами цитологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных / В.Ф. Вракин, М. В. Сидорова, В.П. Панов, А.Э. Семак.- СПб.: - Издательство «Лань», 2013. - 352

4. Щербаков, Г.Г. Внутренние болезни животных /Г.Г. Щербаков, А.В.Коробов - СПб.: Издательство «Лань», 2002. - 736 с.

МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И РЕГУЛЯЦИИ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВ

Мандрик-Литвинкович М. Н., Пилипчук Т. А., Шмыга Е. Ю.,
Коломиец Э. И.
Государственное научно-производственное объединение
«Химический синтез и биотехнологии»
mandryk_maryna@tut.by

Аннотация. В работе приведено описание высокоэффективных микробных препаратов для защиты растений и регуляции микробоценозов почв

Annotation. The article describes highly effective microbial preparations for plant protection and regulation of soil microbiocenoses

Бактериальные и грибные инфекции наносят огромный экономический ущерб, поражая ценные сорта различных сельскохозяйственных культур. Распространение ряда заболеваний носит взрывной характер и крайне тяжело поддается контролю. Поэтому большое значение приобретает создание высокоэффективных средств защиты растений от возбудителей болезней грибной и бактериальной этиологии, разработка которых может проводиться после достоверной идентификации фитопатогенных микроорганизмов. В настоящее время для качественного и количественного определения микроорганизмов широко используются молекулярно-генетические методы анализа, из которых наиболее экономически обоснованным является ПЦР-диагностика, в кратчайшие сроки обеспечивающая детекцию и идентификацию фитопатогенов. Быстрая и точная идентификация фитопатогенных микроорганизмов будет способствовать разработке эффективной стратегии борьбы с болезнями растений, снижению потерь урожая важных сельскохозяйственных культур и обеспечению устойчивого развития агроэкосистем [1].

Для профилактики и сдерживания развития бактериозов на всех стадиях развития растений могут использоваться биопрепараты на основе бактериофагов. Главное преимущество бактериофагов перед другими средствами борьбы с бактериозами состоит в том, что они обладают высокой видоспецифичностью в отношении патогенных бактерий и являются естественными компонентами экосистем. Нами разработаны технологии получения биопестицида Мультифаг на основе фагов фитопатогенных бактерий *Pseudomonas syringae* и биопрепарата Мультифаг-С, основу которого составляют фаги фитопатогенных бактерий *Pseudomonas corrugata*, *Xanthomonas campestris, Dickeya dadantii*. Биопестицид Мультифаг снижает более, чем на **50 %** заболеваемость огурца угловатой бактериальной пятнистостью листьев и на 15 % улучшает качество овощей**.** Фаги, входящие в биопрепарат Мультифаг-С, проявляют литическую активность в отношении возбудителей бактериозов сердцевинного некроза стеблей томата, черной бактериальной пятнистости и бактериальной мягкой гнили томата. Применение биопрепарата позволяет снизить пораженность растений томата бактериозами на 59–69 % и увеличить урожай на 28–33 % [2, 3].

Для защиты томата и огурца защищенного грунта от корневых гнилей особый интерес представляет разработанный нами биопестицид «Бактавен С» в сухой препаративной форме. Микробный препарат создан на основе бактерий-антагонистов рода *Bacillus* с высокой антифунгальной активностью. Биологическая эффективность биопестицида (5–6,5 кг/га) в период вегетации огурца и томата против болезней достигает 61,1–67,7 % и 62,9–65,8 % соответственно. Применение данного препарата позволяет получить дополнительно до 2,4–4,0 кг/м^2 урожая.

Зачастую высокий инфекционный фон почвы и снижение урожая сельскохозяйственных культур связано с нарушением природных сбалансированных процессов в агрофитоценозах и, как следствие, изменением структуры микробных сообществ, обеспечивающих сохранение устойчивости почвенной экосистемы, ее способности поддерживать плодородие и продуктивность. Так, из-за высокой концентрации зерновых в севооборотах (более 50 %) посевы озимых культур зачастую размещаются по зерновым предшественникам, что приводит к накоплению возбудителей фузариозной, офиоболезной, гельминтоспориозной и ризоктониозной корневых гнилей. В таких условиях достаточно остро встает проблема сохранения почвенного плодородия, так как ежегодные потери гумуса под зерновыми в зависимости от гранулометрического состава почвы и урожайности достигают 0,7–1,2 т/га. Для решения этой проблемы на основе высокоактивных штаммов бактерий рода *Bacillus* с антимикробной, азотфиксирующей, фосфатмобилизующей, целлюлолитической и ростстимулирующей активностями создан микробный препарат Биопродуктин. Внесение препарата осенью перед посевом озимого тритикале и по вегетации весной позволяет получить достоверную прибавку урожайности зерна на 3,3–4,0 ц/га. Биологическая эффективность препарата против снежной плесени составляет 10–15 %, корневых гнилей – 26–56 %, мучнистой росы – 40–50 %. Прибавка урожая зерна от применения препарата достигает 4,2–6,1 ц/га. Увеличение содержания клейковины в зерне тритикале с 17,3 до 20,4 % и количество продуктивных стеблей по вегетации к уборке было достоверно выше, чем в контрольном варианте на 19 шт./м^2 [4].

Для снижения негативных последствий воздействия гербицидов на почву и получения экологически безопасной сельхозпродукции необходимо проводить регулярную ремедиацию почвы, в том числе с использованием микробных препаратов. С этой целью на основе 3 штаммов бактерий родов *Bacillus, Rahnella* и *Rhodococcus* с фитопротекторной, ростстимулирующей и деструктивной активностями разработан микробный препарат Агроревитол, предназначенный для интенсификации деструкции остаточных количеств гербицидов ряда сульфонилмочевины и имидазолинонов в почве, снижения их ингибирующего действия на культурные растения, контроля развития фитопатогенных грибов в агробиоценозах и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Применение микробного препарата Агроревитол позволяет снизить остаточные количества гербицидов группы сульфонилмочевины и имидазолинонов в почве на 10,7–17,9 % и 7,0–27,2 %, повысить всхожесть семян на 35–45 % в условиях гербицидного стресса, получить прибавку урожая зерновых и зернобобовых культур соответственно на 2,2–2,7 ц/га (4,4–5,2 %) и 6,1–7,4 ц/га (14,2–20,4 %).

Практическое использование разработанных биотехнологий позволяет решить широкий спектр задач по экологизации растениеводства. В частности, предложенные ПЦР-диагностика фитопатогенов, микробиологические способы защиты растений и восстановления агробиоценозов способствуют получению высококачественной конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции и обеспечению продовольственной безопасности населения.

Список использованных источников

1. ПЦР-диагностика бактериальных и грибных возбудителей болезней капусты пекинской / Т. А. Пилипчук, А. А. Барейко, А. В. Сидорен-ко, М. Н. Мандрик-Литвинкович, Э. И. Коломиец // Микробные биотехно-логии: фундаментальные и прикладные аспекты : материалы XII Между-нар. науч. конф., Минск, 7–11 июня 2021 г. / НАН Беларуси, Ин-т микро-биологии. – Минск, 2021. – С. 152–153.

2. Биопестицид «Мультифаг» на основе фагов фитопатогенных бактерий Pseudomonas syringae и Pseudomonas fluorescens для использования в сельском хозяйстве в качестве средства борьбы с болезнями растений. / Т.А. Пилипчук, А.Д. Герасимович, И.Н. Ананьева, Г.И. Новик, Э.И. Коломиец, Ф.А. Попов // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т микробиологии ; редкол.: Э.И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 7. – С. 197–219.

3. Создание и оценка фитозащитного действия консорциума фагов фитопатогенных бактерий родов Xanthomonas, Pseudomonas и Dickeya / П.И. Орловская, Н.И. Гирилович, Т.А. Пилипчук Г.А. Зезюлина, М.А. Калясень, М.Н. Мандрик-Литвинкович, Э.И. Коломиец // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т микробиологии; редкол.: Э.И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Т. 12. – С 190–198.

4. Влияние микробного препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы, фитосанитарное состояние и продуктивность посевов тритикале озимого / А.В. Свиридов, Э.И. Коломиец, О.Ч. Коженевский, М.Н. Мандрик, А.А. Дудук, Е.Ю. Шмыга // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / ГГАУ ; под ред. К. Пестиса. – Гродно, 2020. – Т. 51, Агрономия. – С. 140–150.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ФОСФАТОМ ДЕКСТРАНА, В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ДОСТАВКИ ДОКСОРУБИЦИНА

Огородников В. Э.[1,2], Едчик А. В.[2], Барановская А. В.[1],
Пристромова Ю. И. [1,2], Сарымсаков А. А.[3], Юнусов Х. Э.[3], Юркштович Т. Л.[1,2],
Соломевич С. О.[1], Бычковский П. М.[1,2]
[1)] Научно-исследовательский институт физико-химических проблем,
[2)] Учебно-научно-производственное Республиканское унитарное предприятие «Унитехпром БГУ»,
[3)] Институт химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан
fhp@bsu.by[1], unitehprombgu@gmail.com[2], polymer@academy.uz[3]

Аннотация. Осуществлен синтез стабилизированных наночастиц селена путем химического восстановления катионов селена аскорбиновой кислотой в растворах полисахаридов. На основании результатов экспериментальных исследований можно заключить, что в зависимости от соотношений полисахарид – SeO2 – аскорбиновая кислота и условий реакции возможно изменение размеров и форм стабилизированных наночастиц селена, формирующихся в водных растворах при химическом восстановлении Se^{4+}. Наиболее стабильные частицы формируются при использовании в качестве стабилизатора 0,05 % раствор ФД. Молекулярная масса и содержание фосфорнокислых групп в образцах ФД не оказывает влияния на формирование наночастиц селена. Максимальное количество сорбированного доксорубицина составляет 1,5 мг.

Annotation. Synthesis of stabilized selenium nanoparticles was carried out by chemical reduction of selenium cations with ascorbic acid in polysaccharide solutions. Based on the results of experimental studies, it can be concluded that, depending on the ratios of polysaccharide – SeO2 – ascorbic acid and reaction conditions, it is possible to change the size and shape of stabilized selenium nanoparticles formed in aqueous solutions during the chemical reduction of Se^{4+}. The most stable particles are formed when a 0.05 % FD solution is used as a stabilizer. The molecular weight and content of phosphoric acid groups in PD samples do not affect the formation of selenium nanoparticles. The maximum amount of encapsulated doxorubicin is 1.5 mg.

Селен является важным микроэлементом, необходимым для поддержания здоровья и роста, суточная потребность в котором для человека составляет 70–100 мкг. Одной из наиболее перспективных форм селена для применения в медицине является наноразмерный селен, проявляющий по сравнению с другими формами гораздо более низкую токсичность, что позволяет применять его в дозах, значительно превышающих суточную потребность. Известно, что наноразмерный селен приостанавливает развитие злокачественных опухолей. В многочисленных научных публикациях отмечается низкая стабильность чистых наночастиц (НЧ) селена, их склонность к агрегации, что приводит к снижению эффективности и физико-химических характеристик НЧ. Было показано, что для получения стабильных частиц селена необходимо добавление стабилизирующих

агентов на биологической основе (например, ПАВ полисахаридов, белков). Полисахариды имеют сложную разветвленную структуру и активные гидроксильные группы, которые могут служить мягкими матрицами для синтеза НЧ селена и помогать контролировать размер генерируемых наноматериалов. Следовательно, очень важно изучить влияние различных полисахаридов на размер и морфологию НЧ селена, чтобы далее разрабатывать системы доставки лекарств и самого селена на их основе для улучшения здоровья человека.

В данной работе в качестве стабилизирующей полимерной подложки при получении НЧ селена использовали водорастворимые фосфаты декстрана (ФД) полученные в системе ортофосфорная кислота – мочевина. Селеносодержащие наноструктуры получали восстановлением селенистой кислоты аскорбиновой кислотой в растворах ФД. Далее в НЧ был сорбирован доксорубицин.

На первом этапе работы были получены водорастворимые фосфаты декстрана со среднемассовой молекулярной массой от 110 до 899 кДа и с содержанием фосфора от 1,29 до 2,46 ммоль/г. Далее был осуществлен синтез стабилизированных наночастиц селена. В зависимости от соотношений исходных компонентов и условий реакции возможно изменение размеров стабилизированных наночастиц селена, формирующихся в водных растворах. Было определено, что наиболее стабильные частицы формируются при использовании в качестве стабилизатора 0,05 % раствор ФД. Молекулярная масса и содержание фосфорнокислых групп в образцах ФД не оказывает влияния на формирование наночастиц селена. Были определены закономерности процессов взаимодействия НЧ с доксорубицином и показана возможность получения НЧ с максимальным количеством сорбированного цитостатика 1,5 мг.

Результаты данной работы – первый шаг для дальнейшего изучения полученных образцов в качестве противоопухолевого препарата пролонгированного действия.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СИНТЕЗ ВИНИЛОВЫХ ЭФИРОВ ФРУКТОВЫХ КИСЛОТ

Охундадаев А. К.
Наманганций инжинерно технологический институт
aoxundada@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрен синтез их моно- и дивиниловых эфиров, влияние различных факторов на синтез виниловых эфиров и оптимальные условия проведения реакции освещены реакцией винилизации яблочной, винной и лимонной кислот из фруктовых кислот в гомогенный метод в растворе диметилформамида (ДМФА) в присутствии ацетата цинка и катализаторов $AlCl_3$-$6H_2O$.

Annotation. In this article the synthesis of their mono- and divinyl esters, the influence of various factors on the synthesis of vinyl esters and optimal conditions for the reaction are covered by the reaction of vinylization of malic, tartaric and citric acids

from fruit acids in a homogeneous method in dimethylformamide (DMFA) solution in the presence of zinc acetate and $AlCl_3$-$6H_2O$ catalysts.

В данной работе также изучено влияние различных факторов на винилизацию яблочной, винной и лимонной кислот в присутствии ацетилена и определены оптимальные условия проведения процесса.

В частности, изучалось влияние продолжительности реакции и температуры на протекание процесса в присутствии катализатора $(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Анализ результатов показывает, что температура в диапазоне 80–130 °С оказывает существенное влияние на процесс винилирования яблочной кислоты. В этом случае вместе с моновиниловым эфиром кислоты образуется и дивиниловый эфир. Их выход варьируется в зависимости от температуры и продолжительности реакции.

Таблица 1 – Влияние температуры и продолжительности реакции на выход виниловых эфиров яблочной кислоты. (Катализатор $(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$, давление 14 атм)

Температура, °С	Время, час	Яблочная кислота представляет собой продукт винилового эфира, %	
		Моновиниловый эфир	Дивиниловый эфир
80	2	–	–
	4	11,7	–
	6	24,3	–
	8	38	7,3
100	2	2,1	–
	4	12,1	–
	6	25	3,2
	8	44	11,3
120	2	8,6	–
	4	32,5	5
	6	55	23,3
	8	63	30
130	2	21	–
	4	42,3	8,3
	6	**65**	**31**
	8	64	28
140	2	21,7	1,6
	4	45,1	8,9
	6	62	27,3
	8	60,8	25,7

При повышении температуры реакции от 80 до 130 °С выход моновинилового эфира яблочной кислоты возрастает с 38 до 65 %, а дивинилового эфира – с 7,3 до 31 %. Дальнейшее повышение температуры приводит к снижению выхода продукта.

В процессе образуется небольшое количество (2–3 мас. %) побочного продукта. Побочный продукт содержит небольшие количества винилацетата и ацетальдегида, образование которых объясняется следующим образом. Комплекс, образованный ацетатом цинка, реагирует с анионом ацетата с образованием винилацетата. Этот винилацетат подвергается гидролизу в присутствии с образованием винилового спирта, который перегруппировывается в таутомер ацетальдегида. Оптимальными условиями винилирования яблочной кислоты были 6 часов, температура 130 °С, при этих условиях выход моновинилового эфира яблочной кислоты составил 65 %, а дивинилового эфира – 31 %.

Затем результаты исследования влияния температуры и природы катализатора на процесс представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние природы катализатора и температуры на винилирование яблочной кислоты (давление 14 атм, время 6–8 часов)

Температура, °С	Время	Катализатор	Выход виниловых эфиров яблочной кислоты, %	
			моно-	**ди-**
80	8	$(CH_3COO)_2Zn$	25,7	4,6
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3$	33,6	6,9
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$	38,0	7,3
100	8	$(CH_3COO)_2Zn$	36,6	8,9
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3$	42,6	10,9
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$	44,0	11,3
120	8	$(CH_3COO)_2Zn$	58,4	21,8
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3$	61,6	27,2
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$	63,0	30,0
130	6	$(CH_3COO)_2Zn$	59,4	25,1
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3$	60,1	29,0
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$	**65,0**	**31,0**
140	6	$(CH_3COO)_2Zn$	57,6	22,3
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3$	59,1	24,6
		$(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$	62,0	27,3

Реакцию проводили в растворе ДМСО в течение 6–8 часов. Анализ полученных результатов показывает, что большое влияние на процесс винилирования яблочной кислоты оказывает температура в диапазоне 80–140 °С. Во всех случаях обнаружено образование винилового эфира яблочной кислоты. Его выход варьируется в зависимости от содержания катализатора и температуры.

При повышении температуры реакции с 80 до 130 °С выход моновинилового эфира возрастает с 25,7 до 65,0 %, а дивинилового эфира – с 4,6 до 31,0 %. Дальнейшее повышение температуры приводит к небольшому снижению выхода продукта. Однако наряду с увеличением выхода продукта наблюдается небольшое количество разложения ДМСО в потоке ацетилена при температуре выше 130 °С. Кроме того, он вызывает образование сетчатых разветвленных олигомерных соединений за счет реакции сочетания виниловой группы.

Эту ситуацию можно объяснить образованием воскообразного побочного продукта в катализаторе. На основании анализа результатов установлено, что оптимальная температура для винилирования яблочной кислоты в присутствии $(CH_3COO)_2Zn + AlCl_3 \cdot 6H_2O$ составляет 130 ^oC. Выход моновинилового эфира яблочной кислоты составил 65,0 %, а выход дивинилового эфира – 31,0 %.

Список использованных источников

1. А.К.Охундадаев, М.И. Солиев. “Олма кислотасини ацетилен билан виниллаш реакцияси”. ISSN Online : 2181-1067. Publisher. OOO "SUMMUS” summusjournals.com 2020 й.

2. Парманов А.Б. Нурмонов С.Э. Мавлоний М.И. 2-Гидроксиэтан кислота винил эфирининг каталитик синтези. // Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси маърузалар матни. Тошкент, -2018. № 4, 45-49 б.

3. А.Б. Парманов, С.И. Атамуродова. 2-Гидроксиэтан кислота винил эфири каталитик синтези // Ёш олимлар тадқиқотларида инновацион ғоялар ва технологияларнинг ўрни. Рес. конф. ЎзМУ. Тошкент-2018, 27 апрел. 221-224 б.

4. А.Б. Парманов, С.Э. Нурмонов, Ж.Ў. Абдуллаев, С.И. Атамуродова, Ж.Қ. Исомиддинов 2-Гидроксиэтан кислотани гомоген усулда виниллаш реакцияси // Ўзбекистонда аналитик кимёнинг ривожланиш истиқболлари. Рес. конф. ЎзМУ. Тошкент-2018, 11 Май. 172-175 б.

5. Нурманов С.Э., Парманов А.Б., Хайдаров Н. Биоингибиторы коррозии нефтье промысловых оборудований // Международный Симпозиум “микроорганизмы и биосфера” 25-27 ноября, Ташкент, Узбекистан-2015 г, С. 149-150.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Проскурнина И. А., Сверчкова Н. В., Коломиец Э. И.
Государственное научно-производственное объединение
«Химический синтез и биотехнологии»
gnpo@biotech.bas-net.by

Аннотация. Показана перспективность пробиотических препаратов Эмилин, Бакто-хелс и комплексного биопрепарат Биовир в качестве средств, повышающих продуктивность аквакультуры и улучшающих гидробиологическое состояние водных экосистем. Их применение в прудовом рыбоводстве позволяет активизировать специфический и неспецифический иммунитет рыб семейства карповых, осетровых и лососевых, повысить стрессоустойчивость в период зимовки, усваиваемость питательных веществ кормов, увеличить привесы живой массы до 10 %.

Annotation. The prospects of the probiotic preparations Emilin, Bacto-health and the complex biopreparation Biovir as a means of increasing the productivity of aquaculture and improving the hydrobiological state of aquatic ecosystems are shown. Their use in pond fish farming makes it possible to activate the specific and non-specific immunity of fish of the carp, sturgeon and salmon families, increase stress resistance during the wintering period, the absorption of feed nutrients, and increase live weight gain up to 10 %.

Одним из основных показателей, определяющих уровень продовольственной безопасности страны, является ее обеспеченность рыбой и рыбопродуктами. С ежегодным приростом в 3,5–4 % прогнозируемый объем мирового производства рыбной продукции по данным ФАО в 2023 году достигнет 186 млн тонн, что обеспечит мировое потребление рыбы 20,9 кг на душу населения. При этом доля выращенной в аквакультуре рыбы в общем объеме производства составит 49 % с ежегодным темпом роста более 10 %.

Однако, несмотря на обнадеживающие прогнозы, существует ряд проблем, лимитирующих развитие товарной аквакультуры:

– бактериальные и вирусные инфекции культивируемых объектов, паразитозы рыб, отрицательно влияющие на продуктивность аквакультуры и качество рыбопродукции;

– экологические проблемы, связанные с качеством воды в рыбоводческих водоемах;

– сложность рецептуры и технологий изготовления комбикормов для гидробионтов, что приводит к удорожанию продукции аквакультуры по сравнению с продукцией животноводства и птицеводства.

В качестве профилактических и лечебных средств инфекционных заболеваний аквакультуры применяют антибиотики различных функциональных групп, что ведет к возрастанию вирулентности микроорганизмов, формированию неспецифичного для рыб микробиоценоза и значительному снижению рыбоводно-биологических показателей, таких как выживаемость, привесы, скорость роста, а также к ухудшению физиологического статуса рыбы [1].

Экологически безопасной альтернативой химическим препаратам в борьбе с бактериозами аквакультуры является применение микробных препаратов с пробиотическим и дезинфицирующим действием, содержащих жизнеспособные непатогенные микроорганизмы, способные корректировать резидентные бактериальные сообщества гидробионтов и структуру микробного сообщества водоема [2]. Образуемые пробиотическими бактериями метаболиты активно участвуют в процессах переваривания пищи, синтезе жизненно важных элементов, повышают естественную резистентность организма-хозяина и способствуют восстановлению популяционного уровня представителей нормальной микробиоты кишечника [3].

В настоящее время достаточно широко в сельском хозяйстве и рыбоводстве применяются препараты на основе бактерий рода *Bacillus* [4].

Нами в качестве лечебно-профилактического средства, активизирующего специфические и неспецифические системы защиты организма рыб семейства карповых при расстройствах пищеварения, повреждении поверхностей тела, разработан пробиотический препарат Эмилин на основе спорообразующих бактерий *B. subtilis* [5]. Применение препарата в составе корма для рыб семейства карповых способствует повышению усваиваемости питательных веществ кормов аквакультуры, повышает бактерицидную активность сыворотки крови в среднем на 17,7 %, фагоцитарную активность лейкоцитов – на 17,0 %, фагоцитарный индекс – на 1,8 %, фагоцитарное число – в 2 раза, снижает уровень контаминации внутренних органов рыб патогенной, условно-патогенной микробиотой (*Aeromonas, Pseudomonas, Sphingobacterium, Flavobacterium, Campylobacter*) до 80–100 %. При этом повышается жизнестойкость рыб и способность переносить стресс в период зимовки: выход рыбы из зимовки составляет 97 %, масса рыбы увеличивается в среднем на 10 %.

Для ценных видов рыб, в том числе семейств осетровых и лососевых, на основе бактерий *B. amyloliquefaciens* разработан пробиотический препарат Бакто-хелс. Результатами производственных испытаний обоснована целесообразность его применения с лечебно-профилактической целью при аэромонозе и псевдомонозе рыб. Применение пробиотика в составе комбикормов и в виде ванн оказывает выраженное положительное влияние на уровень естественной резистентности организма осетровых и лососевых рыб. Так, у стерляди, получавшей с кормом пробиотик Бакто-хелс, бактерицидная активность сыворотки крови возрастает в среднем на 32,2 %, фагоцитарная активность лейкоцитов на 30,9 %, фагоцитарный индекс – на 109 % (более чем в 2 раза) а фагоцитарное число, характеризующее агрессивность лейкоцитов, – на 175 %; у форели БАСК выше на 69,4 %, ФА на 48,9 %, ФИ – на 83,8% а ФЧ – на 172 %. Кроме того, после применения препарата отмечена элиминация условно-патогенной и сапрофитной микробиоты из скрытых очагов инфекции внутренних органов рыбы [6].

В целях восстановления водных экосистем разработан биопрепарат комплексного действия Биовир, характеризующийся высокой антимикробной, деструктивной и фосфатмобилизующей активностью. В основе препарата – клетки, споры и продукты метаболизма консорциума бактерий родов *Bacillus, Pseudomonas, Rhodococcus.* Бактериальный консорциум биопрепарата обеспечивают деструкцию органического вещества в 2,0–2,4 (по ХПК и $БПК_5$), снижение содержания минерального фосфора, нитратного и аммонийного азота в среднем в 2,3 раза, численность сине-зеленых водорослей – в 2 раза [7].

Таким образом, применение микробных препаратов в прудовом рыбоводстве является эффективным способом профилактики и лечения бактериальных болезней рыб, позволяет улучшить эпизоотическую ситуацию в рыбоводческих водоемах, получать жизнеспособный посадочный материал и качественную, экологически чистую рыбопродукцию.

Список использованных источников

1. Панасенко В. В., Савчук А. В., Белов Л. П. Пробиотики в решении проблемы продовольственной безопасности / В.В. Панасенко // Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности Юга России: Инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения : материалы междунар. науч. конф., Ростов-на-Дону, 27–30 сен. 2011 г. Ростов-н/Д : ЮНЦ РАН, 2011. – С. 87–88.

2. Зуенко В.А. Эффективность применения пробиотиков в кормлении рыб. // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России / В.А. Зуенко // мат. II Всеросс. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Краснодар, 25 мая 2021 г. : Мин-во науки и высш. образ. Российской Федерации, Кубанский гос. ун-т ; ответ. редактор Г. А. Москул , Краснодар, 2021. — С. 192.

3. Грозеску Ю. Н. Инновационные методы повышения эффективности кормления осетровых рыб на основе использования в рационах нетрадиционного кормового сырья и биологически активных препаратов // автореф. дис. … д-ра с.-х. наук : 06.02.08 / Ю.Н. Грозеску ; Сам. гос. с.-х. акад. – Астрахань, 2016. – 307 с.

4. Кулаков Г.В., Панасенко В.В. Пробиотики серии Субтилис // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Матер. докл. III Междунар. науч.-практ. конф., 22 - 25 марта 2004 г., — Астрахань. - Астрахань: ООО ПКФ «Альфа-АСТ». - 2004. - С. 251-252.

5. Сверчкова Н.В. Пробиотический препарат для профилактики и лечения бактериозов ценных видов рыб / Н.В. Сверчкова, Т.В. Романовская, Н.В. Евсегнеева и др. // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – Минск, 2018. – Т. 10. – С. 249-262.

6. Кантор К. Бакто-хелс: для лечения ценных видов рыб / К. Кантор // Наука и инновации. 2020. – №3. – С. 29-30.

7. Агеец В. Ю. Биологический способ очистки загрязненных вод, отводимых с рыбоводных хозяйств в водные объекты / В. Ю. Агеец [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Минск : РУП "Институт рыбного хозяйства", 2017. – Вып. 33. – С. 98-104.

МИКРОБНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ, СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Семашко Т. В., Шепшелев А. А.
Институт микробиологии НАН Беларуси,
tsemashko@mbio.bas-net.by

Аннотация. В статье представлена информация о важнейших научных достижениях Института микробиологии НАН Беларуси в области микробиологии и биотехнологии, о разработках новых эффективных экологически безопасных конку-

рентоспособных импортозамещающих микробных биотехнологий для промышленности, сельского хозяйства, медицины, охраны окружающей среды; о сотрудничестве с научными организациями Академии наук Республики Узбекистан.

Annotation. The article presents information on the most important scientific achievements of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus in the field of microbiology and biotechnology, on the development of new effective environmentally friendly competitive import-substituting microbial biotechnologies for industry, agriculture, medicine, environmental protection; on cooperation with scientific organizations of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Микробиология является одной из наук, которые сильно изменили жизнь человечества. Значимость ее как одного из направлений биологической науки определяется важной ролью микроорганизмов в медицине, сельском хозяйстве, различных отраслях промышленности, охране окружающей среды.

Действительно, возможности микроорганизмов как биотехнологических объектов безграничны. С древних времен человек использовал микроорганизмы и их метаболиты, не подозревая об их существовании. Микроорганизмы обеспечивали получение пищевых продуктов и напитков, так как на их жизнедеятельности основаны древнейшие производства – хлебопечение, виноделие пивоварение, мочка лубоволокнистых растений с целью получения волокна, дубление кож, получение уксуса, кисломолочных продуктов, сыроделие и т. д. Однако и в XXI веке изучение и использование потенциала микроорганизмов является одним их перспективных направлений. Уже сейчас биотехнологические товары составляют четверть мировой продукции, а отрасль (микробные биотехнологии) конкурирует в популярности с IT-сферой.

Институт микробиологии является ведущей научно-исследовательской организацией Республики Беларусь в области микробиологии и биотехнологии, выполняя на высоком уровне фундаментальные и прикладные исследования. В Институте сформированы и действуют научные школы, оказывающие существенное влияние на развитие отечественной науки. В рамках научных школ получены результаты мирового уровня в области фундаментальных и прикладных исследований: установлен молекулярный механизм активации ключевого биокатализатора в синтезе компонентов нуклеиновых кислот (пуриннуклеозидфосфорилазы), который позволил определить исходные нуклеозиды для создания лекарственных препаратов с противоопухолевой и противовирусной активностью и синтезировать фармакологически перспективные фторпроизводные дезокси- и дидезоксинуклеозидов; выявлены неспецифические регуляторы образования глюкозооксидазы грибами-продуцентами, установлен их эффект на свойства ферментного белка, что послужило основой для создания термостабильного препарата с повышенной каталитической активностью, используемого в клинической диагностике и биоэлектронике; определены гены регуляции биосинтеза антимикробных метаболитов у бактерий *Pseudomonas brassicacearum*, что позволило существенно повысить продукцию целевых биологически активных соеди-

нений и создать средства защиты растений нового поколения; созданы рекомбинантные штаммы бактерий – продуценты человеческого белка аннексина в единстве с аденозиндеградирующими ферментами как основы получения нового поколения биопрепаратов противоопухолевого действия, способных снять аденозиновую блокаду опухоли и разбудить собственный противораковый иммунитет человека; сконструирован высокоактивный генно-инженерный штамм для получения вакцин нового поколения с потенциально усиленной иммуногенностью. Все перечисленные достижения отмечены наградами ТОП-10 лучших результатов деятельности ученых Национальной академии наук Беларуси.

Современная стратегия развития Института микробиологии направлена на обеспечение высокого уровня научно-технических разработок в сфере биотехнологии и увеличение производства наукоемкой продукции как основы создания конкурентоспособной биотехнологической отрасли страны. На сегодняшний день Институтом создано более 80 уникальных экологически безопасных импортозамещающих микробных биотехнологий для промышленности, сельского хозяйства, медицины, охраны окружающей среды. В настоящее время востребованными являются препараты, такие как микробные удобрения, биоконсерванты, кормовые добавки, консорциумы для интенсификации очистки сточных вод и др. Они широко используются в народном хозяйстве, по эффективности действия не уступают лучшим мировым аналогам при более низкой стоимости, что обеспечивает их конкурентные преимущества. В Институте действует Научно-производственный центр (НПЦ) биотехнологий, на котором ежегодно осуществляется выпуск более 60 биопрепаратов. Так, в 2022 году на базе НПЦ биотехнологий было произведено продукции и оказано услуг на сумму 1304,9 тыс. рублей (что в 1,6 раза больше, чем в 2021 г. и в 3,4 раза больше, чем в 2020 году).

Институт активно развивает международное научно-техническое сотрудничество. В 2022 году проводились совместные исследования в рамках 10-ти международных проектов, финансируемых БРФФИ и ГКНТ, с научными учреждениями Армении, Узбекистана, Российской Федерации, Вьетнама и Сербии, выполнено 13 международных контрактов с организациями РФ, Республики Кипр, США. Объем экспорта продукции и услуг в 2022 году составил 226,8 тыс. долл. США.

В последнее время особенно активизировалось сотрудничество с научными организациями Академии наук Республики Узбекистан. В настоящее время организациями НАН Беларуси и АН Республики Узбекистан совместно выполняется 3 проекта: М21УЗБГ-021 «Разработка средств с антимикробным действием для лечения инфицированных ран», Б21УЗБГ-010 «Получение промышленных штаммов микроорганизмов-суперпродуцентов сурфактантов с целью создания новых биопрепаратов для очистки окружающей среды», Б21УЗБГ-018 «Процессы микробного синтеза наночастиц и их стабилизации как основа технологий получения новых наноматериалов».

В рамках проекта М21УЗБГ-021 осуществляется разработка новых высокоэффективных антимикробных средств на основе природных полимеров и бактериофагов для лечения инфицированных ран. В результате выполнения проекта разработана методика получения скаффолдов на основе интерполиэлектролитных

комплексов хитозана и окисленного пектина, определены параметры, позволяющие регулировать их структуру. Отобраны фаги с широким спектром литической активности в отношении бактерий *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Оптимизированы условия их иммобилизации на поверхности пористых материалов из пектина и хитозана, продолжаются исследования по оптимизации способа иммобилизации данных фагов на гуанидинсодержащие производные пектина.

В рамках проекта Б21УЗБГ-010 методом химического мутагенеза получены штаммы, способных к сверхпродукции поверхностно-активных веществ (ПАВ). Для дальнейших исследований отобрано 23 мутантных штамма микроорганизмов родов *Bacillus* (12 штаммов) и *Rhodococcus* (11 штаммов) с повышенной продукцией биоПАВ, способных снижать поверхностное натяжение в 1,5–2,1 раза лучше по сравнению с исходными штаммами. Определен белковый, липидный, углеводный состав выделенных фракций биосурфактантов. Установлено, что неочищенные экстракты биосурфактанов *Rhodococcus с*одержат 45–47 % липидов, 1–3 % белка, 0,3–0,4 % сахаров, *Bacillus* – 30–39 % липидов, 13–14 % белка и 0,02–0,08% углеводов. Планируется разработать концептуальную модель использования полученных штаммов сурфактантобразующих микроорганизмов в препаратах для очистки окружающей среды.

Проект Б21УЗБГ-018 является продолжением проекта Б19УЗБГ-006 «Наночастицы переходных металлов, синтезируемые бактериями, как модуляторы активности практически значимых ферментов класса оксидоредуктаз». В рамках проекта планируется определить механизмы биосинтеза и стабилизации наночастиц серебра и меди, полученных с помощью эу- и прокариотических микроорганизмов или их метаболитов. В настоящее время подобраны оптимальные составы сред и условия культивирования микроорганизмов родов *Penicillium, Fusarium, Phanerochaete* для обеспечения максимального уровня синтеза ими вышеуказанных наночастиц. Обнаружено положительное влияние флавоноидов исследуемых грибов на синтез и стабилизацию полученных наночастиц.

Следует отметить, что Институт микробиологии НАН Беларуси планирует и дальше продолжать сотрудничество с организациями Республики Узбекистан, поскольку международная научная кооперация позволит обеспечить выполнение исследований на высоком научном уровне и достигнуть значимых результатов при внедрении разработок.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНОГО ЭКСТРАКТА ИЗ ГРУШИ

Солиев М. И., Парпиева Г. М.
Наманганский инженерно-технологический институт
muhammadbey@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований процессов экстракции пектина, оптимальных условий экстракции пектина и пищевой ценности экстракта пектина.

Annotation. This article presents the results of research on pectin extraction processes, optimal conditions for pectin extraction and the nutritional value of pectin extract.

В ассортименте напитков все большее значение приобретают напитки, обогащенные пектином, поскольку в гидратированной форме они оказывают более эффективное физиологическое воздействие на организм человека [1]. С целью организации комплексной переработки отходов груши и расширения видов пектинсодержащих продуктов для нас представляет большой интерес технология извлечения пектина с использованием ЭАВ (электроактивированной воды) в качестве гидролизующего агента [1, 2].

Методика исследования, следующая: 50 г отходов помещают в термостойкие стаканы и заливают раствор ЭАВ с соотношением фаз 1:4, pH = 2,0 и температурой 80 °С. Продолжительность гидролиза – 2,5 часа [3].

В процессе гидролиза оставшиеся углеводы и другие вещества экстрагируются в жидкую фазу после отделения сока. В конце процесса экстракции жидкая фракция отделяется. Экстракт, отделяемый от фекалий, содержит взвешенные частицы. Их удаляют фильтрованием через фильтровальную ткань. Рекомендуется направлять пектин на дальнейшие технологические операции сразу после производства [4–7]. Если это невозможно, можно использовать асептическое хранение [8, 9]. При этом экстракт нагревают до температуры 120–135 °С в течение 15–20 секунд, быстро охлаждают до 30–40°С и сливают. Пектиновый экстракт хранят в атмосфере углекислого газа под давлением 0,68 МПа при температуре не выше 15 °С. Технологическая схема получения пектинового экстракта представлена на рисунке 1.

Технологическую оценку пектинового экстракта, полученного из выжимки груши, проводили по составу сухих и пектиновых веществ, pH и основным аналитическим показателям (табл. 1).

Максимальное количество пектиновых веществ в образцах экстракта отмечено у сорта Зимняя Нашвати – 7,03 %, ориентировочные значения – у сортов Мраморная Рассошанск и Раъно (6,10–6,70 %), соответственно.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что полученные пектиновые экстракты соответствуют требованиям, предъявляемым по этим параметрам, и могут быть использованы в пищевых производствах.

Таблица 1 – Показатели качества пектина в исследованных образцах экстрактов

Сорт груши	Сухого вещества, %	Пектиновые вещества, %	pH	Pq, %	Степень этерификации, %
Зимняя нашвати	3,75	7,03	3,80	51,4	89,0
Левовассер	3,70	4,90	3,64	41,6	88,6
Мраморная Рассошанск	3,71	6,10	3,69	42,9	70,0
Раъно	3,71	6,70	3,60	51,3	69,2

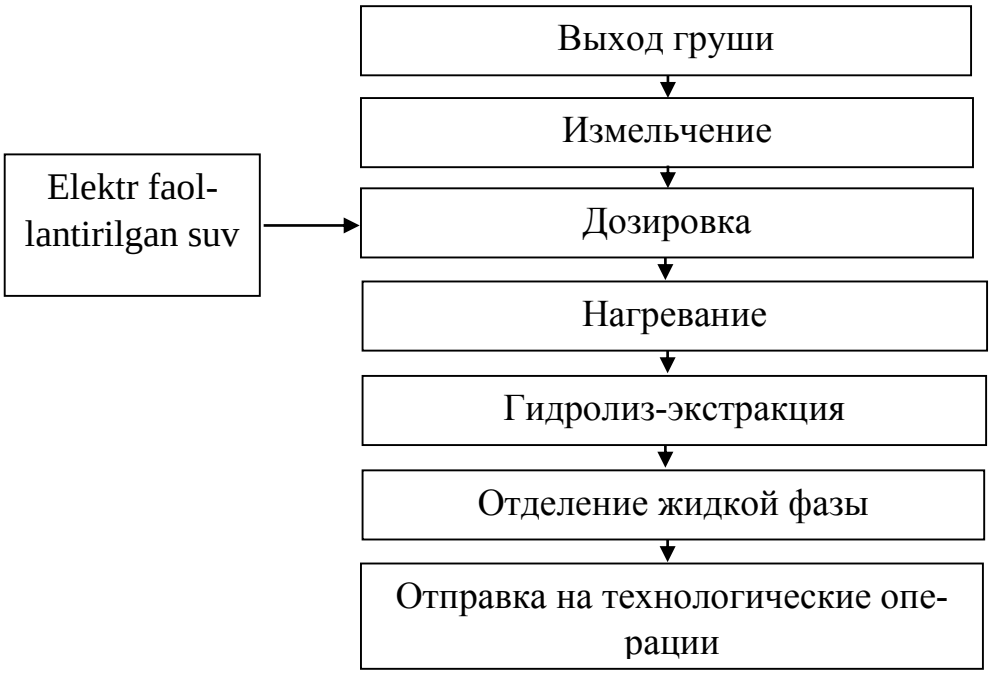


Рисунок 1 – Основная технологическая схема получения пектинового экстракта из выжимки груши

Пищевая ценность пектинового экстракта груши. Полученный пектиновый экстракт может быть исходным полуфабрикатом для приготовления продуктов функционального назначения.

Питательную ценность пектинового экстракта оценивали по основным физико-химическим показателям (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели пектинового экстракта

Параметры	Кол-во
Белки, %	0,42
Углеводы, %	15,5
Общая кислотность, %	0,13
pH	3,64
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,91
Массовая доля сухого вещества, %	3,80
Энергетическая ценность, ккал	62,0

Как видно из таблицы 2, этот экстракт с низкой энергетической ценностью имеет высокую пищевую и биологическую ценность. Экстракт пектина груши – очень ценный продукт, который содержит много питательных и стимулирующих веществ – витаминов, ферментов, минералов и микроэлементов.

Полученный экстракт можно использовать в составе функциональных напитков в качестве профилактического средства для людей, контактирующих с тяжелыми и радиоактивными металлами.

Список использованных источников

1. Голубев В.Н. Пектин: Химия, технология, применение /В.Н.Голубев, Н.П. Шелухина-М.: 1995. -155 с.

2. Влияние режимов сушки яблочных выжимок на выход и качество пектина / В.Н. Ежов, Е.Г. Сонина, М.В. Семакова *И* Вино и виноград России. -1999, №5.- С. 33-35.

3. Донченко Л.В. Производство пектина / Л.В. Донченко, Н.С. Карпович, Е.Г. Симхович. - Кишинев: Штиница, 1993. - 182с.

4. Донченко Л.В. Свойства пектиновых веществ / Л.В. Донченко, Н.С. Карпович, Т.И. Костенко и др. - Киев: Знание, 1992. - 34с.

5. Гулий И.С. Пектин: его свойства и производство / Гулий И.С., Донченко Л.В., Карпович Н.С., Нелина В.В., Костенко Т.И. - 1992. -Вып.6. - С. 1-56.

6. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. - Учебное пособие. - М.: ДеЛи, 2000. - 255с.

7. Г.М.Парпиева, М.Ш.Хакназарова, А.Ж.Чориев. Фракционный состав пектиновых веществ сортов груш, выращиваемых в Узбекистане // Универсум: технические науки: научный журнал. – № 12(93). Часть 4. М., Изд. «МЦНО», 2021. – 104 с. – Электрон. версия печ. публ. – http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1293.

8. Нелина В.В. Физико-химические свойства пектиновых веществ. Разработка и совершенствование технологий пектина и пектинопродуктов /В.В. Нелина Краснодар, 1996. - 102 с.

9. Мельденсон Л.Н. Очистка пектина / Л.Н. Мендельсон, Л.Н. Галкина, Л.И. Бекетаева и др. // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1968 №7.- С.20-22.

МЕСТНЫЕ ВЛИЯНИЯ АРТЕРИОВЕНОЗНОЙ ФИСТУЛЫ

Хакимова Олия
Ташкентская медицинская академия Ургенчский филиал
baxor8255@mail.ru

Аннотация. Артериовенозная фистула (АВФ) – это самый лучший сосудистый доступ для пациента по сравнению с другими видами, так как она обеспечивает достаточный поток, работает долго, а также создает меньше осложнений для пациента (инфекции, кровотечение, недостаточный диализ). После операции

формирования АВФ температура на конечности изменяется, раны около АВФ заживают быстрее. АВФ представляет собой «ворота» для бактериемии у гемодиализных пациентов.

Annotation. Arteriovenous fistula is the best vascular access for the patient compared to other types, as it provides sufficient flow, works for a long time, and also creates fewer complications for the patient (infections, bleeding, insufficient dialysis). After the AVF formation operation, the temperature on the limb changes, wounds near the AVF heal faster. AVF is a "gateway" for bacteremia in hemodialysis patients.

Артериовенозная фистула (АВФ) приводит к изменению кожной температуры на конечности. У гемодиализных пациентов разница температур может быть до 3 градусов между обеими верхними конечностями. Этот эффект связан с увеличением кровотока артериальной крови в поверхностные вены. При термографии выявлено увеличение температуры кожи с максимумом на участках, непосредственно прилегающих у АВФ. Сразу после операции формирования АВФ кисть может быть прохладной из-за уменьшения периферического кровотока, но по мере развития артериальных коллатералей кожная температура поднимается, хотя по сравнению с другой кистью может оставаться прохладной в дистальных участках. Разница в температуре более выражена в сравнении между кистью и верхней частью конечности и между контрлатеральными кистями при наличии синдрома обкрадывания [1].

В экспериментальных исследованиях на животных и при врожденных артериовенозных пороках развития отмечено увеличение роста длины кости, стимулированной АВФ. Клинические исследования такой технологии были отчасти успешны, но прекращены из-за неясности физиологических принципов и наличия осложнений (отек, изъязвления). Несколько парадоксально, но при наличии артериальной ишемии и венозного стаза, связанны с АВФ, раны около АВФ заживают быстрее. Но такого эффекта не наблюдается в дистальной части конечности. Похожая ситуация отмечена и при переломах [2]. Тканевое pO_2 и активность клеточных ферментов в связи с метаболизмом кислорода нарушены в мышцах дистальнее АВФ с высоким кровотоком. Оксигенация крови кислородом в ПВ АВФ увеличена по сравнению с нормальной венозной кровью из-за артериального смешивания крови. Инфекционные осложнения приводят к потере СД приблизительно в 20 % случаев. АВФ представляет собой «ворота» для бактериемии у гемодиализных пациентов. Превалирующими патогенными микроорганизмами являются Staphylococcus aureus и реже Staphylococcus epidermidis [3]. Предрасполагающими факторами в развитии инфекции являются образование аневризм и парафистульных гематом (часто из-за неадекватного канюлирования фистульных протезов), несоблюдение правил асептики при подключении пациента к аппарату, использование АВФ для внутривенного введения лекарственных препаратов, а также повторные хирургические вмешательства на СД. Не следует забывать о том, что пациенты с уремией находятся в состоянии им-

мунодефицита [4, 5]. В случае опасности диссеминации процесса требуется лигирование фистулы. Инфекции в зоне протезных АВФ практически всегда требуют хирургического вмешательства [6].

Список использованных источников

1. Ene-Iordache B, Masconi L, Remuzzi G, Remuzzi A. Computational fluid dynamics of a vascular access case for hemodialysis. J Biomech Eng 2001; 23: 284 – 292.

2. Gordon IL. Physiology of the arteriovenous fistula. In: Wilson SE. Vascular access. Principles and practice, 5th ed. Lippincott e.a., Philadelphia, 2010; 31 – 43

3. Morgan A.P., Knight D.C., Tilney N.L., Lazrus J.M. Femoral triangle sepsis in dialysis patients: Frequency, management and outcome. Ann. Surg., 1980, no. 191, pp. 460 – 464.

4. Levi J., Robson M., Rosenfeld J.B. Septicaemia and pulmonary embolism complicating the use of arteriovenous fistula in maintenance hemodialysis. Lancet, 1970, no. 14, pp. 288 – 290.

5. Haag-Weber M., Horl W.H. Uremia and infecrion: mechanisms of impaired cellular host defense. Nephron., 1993, no. 63, pp. 125 – 131

6. Bosman P.J., Blankestijn P.J., van der Graaf Y., Heintjes R.J., Koomans H.A., Eikelboom B.C. A comparison between PTFE and denatured homologous vein grafts for haemodialysis access: a prospective randomisedmulticentre trial. The SMASH Study Group. Study of graft materials in access for haemodialysis. Eur. J.Vasc. Endovasc. Surg., 1998, no. 16, p. 126.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ГОССИПОЛА ДО НУЛЯ

Хожиев А. А.
Наманганский инженерно-технологический институт
abdurahim5700@mail.ru

Аннотация. Целью исследований является решения проблем, связанных с присутствием госсипола в хлопковом масле и жмыхе. Известно, что госсипол является ядовитом веществом, при попадании в живой организм вызывает заболевания различной степени. Предложен биотехнологической способ обработки семян хлопка, при котором содержание госсипола стремится к нулю, госсипол превращается в витамины в составе масла. Методика изготовления биораствора: в одном из вариантов в емкость заливают 50 литров воды, добавляют по 15 кг крупнорогатого и бараньего навоза, 9 кг птичий помет, в качестве катализатора процесса по 60 граммов карбамида и аммиачной селитры. Семена хлопка намачивают в этом растворе, следуя разработанной методике.

Annotation. The aim of the research is to solve the problems associated with the presence of gossypol in cottonseed oil and oilcake. It is known that gossypol is a toxic substance that causes diseases of varying degrees when it enters a living organism.

A biotechnological method for processing cotton seeds is proposed, in which the content of gossypol tends to zero, gossypol is converted into vitamins in the composition of the oil. Biosolution manufacturing method: 50 liters of water are poured into the container, 15 kg of cattle and sheep manure are added, 9 kg of bird droppings are added, 60 grams of carbamide and ammonium nitrate are added as a process catalyst. Cotton seeds are soaked in this solution, following the developed method.

Госсипол представляет собой продукт, полученный путем переработки семян хлопка (Gossypium sp.) или корней хлопка, относящийся к семейству Мальвовые, химическая формула $C_{30}H_{30}O_8$. Зеленоватый светло-желтый до оранжевого мелкокристаллический порошок. Темнеет при воздействии света. Нерастворим в воде, мало растворим в спирте [1]. Госсипол содержится в небольших количествах в листьях хлопчатника, коре ветвей, семенных коробочках и цветках хлопчатника. Наибольшая концентрация госсипола наблюдается в коре корней (1,29–3,0 %) и ядрах семян (0,2–2,03 %) [2].

Госсипол легко всасывается в желудочно-кишечном тракте и медленно выводится из организма. Симптомы отравления (усиление перистальтики, упорный понос, частое и болезненное мочеиспускание с последующим кашлем, отек легких, венозные тромбы) обычно появляются через несколько дней [3]. Госсипол влияет на мужской и женский гаметогенез и вызывает повреждение эмбрионов [4, 5].

Удаление госсипола из масла и жмыха представляет определенные трудности. Несмотря на то, что в литературе описано несколько способов удаления госсипола, до сих пор не существует радикального способа полного извлечения его из жира и жмыха [6].

После изучения имеющихся научных работ нами были проведены исследования по созданию нового биотехнологического метода контроля содержания госсипола в семенах хлопчатника.

Опыты показали, при обработке биологическими растворами в составе семян хлопчатника происходят глубокие изменения. Особенно в количестве госсипола. Это обеспечивает генетическую изменчивость семян хлопка. Характеристики семян со временем меняются [7–9].

Биологический раствор готовили в семи вариантах следующим образом: вариант 1 – навоз крупного рогатого скота и овец по 15 кг, куриный помет 9 кг, мочевина и аммиачная селитра в количестве по 30 г на 50 л воды, вариант 2 – навоз крупного рогатого скота и овец. навоз. 17 кг, куриный помет 9 кг, мочевина и аммиачная селитра по 60 г на 50 л воды, 3 вариант - навоз КРС и овец по 21 кг, куриный помет 13 кг, мочевина и аммиачная селитра на 50 л воды по 90 г. В третьем по седьмой вариантах увеличено количество компонентов с сохранением соотношения каждого из них.

Сравнительный анализ результатов показал, что количество госсипола в семенах хлопчатника, обработанных пестицидами, быстро уменьшается по сравнению с другими, которые используются для разложения яда в семенах. При низкой температуре воздуха и увеличении количества влаги в семени госсипол рас-

пространяется по всему объему семени и начинает гнить, выделяя специфический тяжелый запах. Госсипол не становится полезным веществом, наоборот увеличивается количество яда.

При малом количестве подаваемого на семена биораствора и минимальном количестве госсипола в семенах (снижение на 0,012 %), при небольшой концентраци биораствора, госсипол движется к поверхности семени, не доходя до поверхности семенной кожуры, под действием биораствора распадается на витамины, основная часть госсипола внутри госсиполовой железы превращается в витамины В9, В12. По мере увеличения количества влаги продолжаются два противоположных процесса. Преобладает обратный процесс, и количество госсипола относительно велико. При высокой концентрации раствора увеличивается испарение, начинает снижаться температура и уменьшается разложение госсипола. Со временем было замечено, что температура семян повышается, разложение госсипола повышает температуру раствора, а разложение госсипола на витамины усиливается.

Анализ результатов необработанных пестицидами обезвоженных семян показывает, что количество госсипола сначала уменьшилось до 0,012 %, затем постепенно увеличивалось, и в конце опыта достигло 0,092 %.

Сравнительный анализ показал, что разложение госсипола происходит лучше в опушенных семенах, что указывает на то, что присутствие волокон необходимо для контроля количества госсипола в семенах. По-видимому, волокна улучшают проникновение раствора в семя. Госсипол многократно анализировали один раз в два месяца, каждый анализ проводился 3 раза, в результате было замечено, что количество госсипола стремится к нулю.

Выводы: 1) госсипол является ядом для живого организма, с одной стороны, как отравляющее вещество, с другой – сырьем для создания высокоэффективных препаратов широкого спектра действия; 2) количество госсипола увеличивается из-за ухудшения состояния окружающей среды; 3) предложен новый биотехнологический метод контроля содержанием госсипола, приводящий к его разложению на витамины; 4) открываются перспективы использования хлопчатобумажной продукции, выращенной новым биотехнологическим способом, в медицине, пищевой промышленности и военном секторе.

Список использованных источников

1. Покровский В.И. Энциклопедический словарь медицинских терминов. Москва. 2005. https://www.booksmed.com/sudebnaya-medicina/692-yenciklopedicheskij-slovar-medicinskix-terminov.html.

2. Барам Н. Госсипол-двуликий Янус. // Наука и жизнь Узбекистана. – 2007. – №1 – 2. – С.34 – 35. http: www.astrin.uz › news › ubai_event › fvat_

3. Шишков В.П. Ветеринарный энциклопедический словарь. Москва.1981. http://www.encyclopedia.ru/cat/online/detail/39601/

4. Gadelha I. C. N., do Nascimento Rangel A. H., Silva A. R., and Soto-Blanco B., “Efeitos do gossipol na reprodução animal,” Acta Veterinaria Brasilica, vol. 5, no. 2, pp. 129–135, 2011.View at: Google Scholar

5. Gadelha, I. C. N., Fonseca, N. B. S., Oloris, S. C. S., Melo, M. M., & Soto-Blanco, B. (2014). Gossypol toxicity from cottonseed products. The Scientific World Journal, 2014. May 6.

6. Глушенкова А.И., Госсипол, его производные и их использование. Известия вузов. Пищевая технология, № 5-6, 1994. С.7–9. https://cyberleninka.ru/article/n/gossipol-ego-proizvodnye-i-ih-ispolzovanie/viewer

7. Khojiev A. Biotechnological method of controlling the content of gossypol and its value. European Sciences review. Vienna. Scientifc journal. № 1–2, 2019 (January–February). Volume 1. DOI: https://doi.org/10.29013/ESR-19-1.2.1-3-8. P. 3 – 8.

8. Khojiev A. The Effectiveness of a Biotechnological Method for Controlling the Content of Gossypol. Annals of the Romanian Society for Cell Biology country. Vol. 25, Issue 6, 2021, Pages. 5137–5145. https://www.annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/6456

9. Хожиев А.А. Проблемы первичной переработки хлопка и биотехнологический способ их решения. // Agrarnaya nauka. № 5, 2021. Стр.64 – 70. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-349-5-64-70.

РАСПОЗНАВАНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Элмуротова Д. Б., Рахимберганова З. М., Юсупова Н. С.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
elmurotova.tdtu@mail.ru

Аннотация. Проанализированы основные принципы и подходы к решению задачи автоматического распознавания фибрилляции предсердий, наиболее эффективным являются алгоритмы, основанные на применение нейронных сетей. Предлагаемый алгоритм, позволяет повысить достоверность распознавания фибрилляции предсердий в процессе обработки данных различных систем мониторинга сердечного ритма.

Annotation. The main principles and approaches to solving the problem of automatic recognition of atrial fibrillation are analyzed, the most effective are algorithms based on the use of neural networks. The proposed algorithm makes it possible to increase the reliability of atrial fibrillation recognition in the process of processing data from various heart rate monitoring systems.

В последнее время патология сердца занимает одну из лидирующих позиций среди всех заболеваний, приводящих не только к инвалидности, но и к летальным исходам, и являются одной из основных причин смертности в развитых странах. Распространенной группой сердечных заболеваний являются нарушения ритма и проводимости. Они возникают не только у людей с патологиями, но и у большинства здоровых людей, и в совокупности с другими заболеваниями могут перейти в патологическую форму. Одним из широко распространенных нарушений сердечного ритма является фибрилляция предсердий [1].

На сегодняшний день существует множество алгоритмов автоматического распознавания фибрилляции предсердий, но лишь немногие из них способны эффективно функционировать в современной технической и технологической среде в силу вычислительной сложности, низких показателей точности, высоких требований к исходным данным и других причин [2]. Алгоритмы распознавания фибрилляции предсердий-мерцательной аритмии можно подразделить на три основные группы.

В первую группу входят алгоритмы, основанные на выявлении нерегулярностей в последовательности RR-интервалов.

Ко второй группе относятся алгоритмы, основанные на установлении факта отсутствия Р-волны в кардиограмме.

В третью группу входят алгоритмы, сочетающие в себе оба описанных выше подхода. К ним относятся алгоритм, сочетающий выявление нерегулярности R-R интервалов с исследованием положения и морфологии Р-волны; алгоритмы [3, 4], основанный на применении глубоких нейронных сетей.

В настоящей работе представлен новый подход к решению задачи автоматической диагностики фибрилляции предсердий, направленный на решение указанных проблем.

При разработке алгоритмов распознавания типа сердечного ритма нужно принимать во внимание не только особенности регистрации сигнала ЭКГ, но и особенности самого ритма. При диагностике фибрилляции предсердий важно учитывать, что она может носить как постоянный, так и эпизодический характер, при этом на ранней стадии эпизоды фибрилляции могут иметь длительность не более нескольких секунд. Обнаружение таких эпизодов и диагностика нарушения на ранней стадии позволит его купировать до того, как оно приняло патологическую форму.

В связи с этим длительность анализируемого фрагмента имеет значение для распознавания фибрилляции предсердий на ранних стадиях, поскольку при использовании длительных фрагментов, короткие эпизоды фибрилляции будут неразличимы на фоне основного ритма.

В медицинской практике для выявления фибрилляции предсердий необходимо снимать длительную запись электрокардиограммы в 12 отведениях от одной минуты или проводить холтеровское мониторирование в случае подозрения на наличие заболевания и отсутствия его признаков на ЭКГ. Аритмия на записи проявляется в виде нерегулярных

RR-интервалов, отсутствия зубца Р и постоянной хаотической активности предсердий, которая отображается волнами возбуждения f с разной амплитудой и формой.

Распознавания фибрилляции предсердий подразумевают выявление заболевания на начальных стадиях – бессимптомной и пароксизмальной – с помощью компьютерного мониторинга пациента. При обработке сигнала ЭКГ ставится задача достоверно классифицировать первые патологические изменения в электрической активности сердца.

Наиболее эффективными и инновационными решениями на сегодняшний день являются распознавания фибрилляции предсердий на основе нейронных сетей. С их помощью появится возможность выявлять взаимосвязи параметров для максимально точной классификации патологий с возможностью обучения алгоритма. В зависимости от входных данных выбирается структура нейронной сети: для анализа количественных параметров используются рекуррентные нейронные сети, для анализа изображений – сверточные. Такие методы применяются в качестве системы поддержки принятия решений для упрощения постановки диагноза.

Фибрилляция предсердий характеризуется ненормированным ритмом сердечных сокращений – мерцанием. При наличии артефактов или случайных выбросов на короткой записи ЭКГ картина заболевания и нормы может быть практически неразличима. Поэтому для формирования графического массива данных вариабельности сердечного ритма (ВСР) используются записи длительностью не менее 60 секунд для возможности выявления закономерностей сердечных сокращений. Для построения графических данных используются ритмограммы – графические отображения продолжительности RR-интервалов

Таким образом, проблема своевременной диагностики фибрилляции предсердий является открытой по сей день. Графические методы представления ВСР с последующим распознаванием фибрилляции работают точнее. Поэтому требуется разработки нейросетевого алгоритма, с входными данными в виде графического изображения вариабельности сердечного ритма с последующей классификацией графических методов.

Список использованных источников

1. Клинические рекомендации: «Фибрилляция предсердий» / Л.А. Бокерия [и др.]. – Москва: Асколайн, 2017. – 65 с.

2. Larburu, N. Comparatie Study of Algorithms for Atrial Fibrillation Detection / N. Larburu, T. Lopetegi, I. Romero // Computers in Cardiology. – 2011. – 38. – P. 265-268.

3. Magrupov T.M, Nematov Sh.K, Talatov Y.T, – “ECG processing and analysis technique based on neural network learning vector quantization” - Chemical Technology, Control and Management: Vol. 2020 : Iss. 4, Article 3. P.15-22 Available at: https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2020/iss4/3

4. Talatov Y.T., Ripka D S. – “Diagnostics of the cardiovascular system based on neural networks” - Conference Proceedings. Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering. ElConRus. 2020, 9039248, P. 1611-1615.

ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЙ БИОМАТЕРИАЛ, СОДЕРЖАЩИЙ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА

Юнусов Х. Э.[1], Сарымсаков А. А.[1], Мирхолисов М. М.[1], Агабеков В. Е.[2], Игнатович Ж. В.[2]

[1)] Институт химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан,
[2)] Государственное научное учреждение «Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси»
polymer@academy.uz[1], haydar-yunusov@rambler.ru[1], ichnm@ichnm.by[2].

Аннотация. Синтезированы стабильные наночастицы серебра в растворах, содержащих натрий-карбоксиметилцеллюлозу и хлопчатобумажную ткань, изучены их структура и физико-химические свойства. Методами атомно-силовой микроскопии и просвечивающей электронной микроскопии исследованы морфология и размеры наночастиц серебра, образующихся в растворах натрий-карбоксиметилцеллюлозы и на хлопковых волокнах.

Исследования показали, что в растворе натрий-карбоксиметилцеллюлозы присутствуют сферические наночастицы серебра размером 5–35 нм, а в хлопчатобумажной ткани образуется 0,0086 мас. % сферических наночастиц серебра размером 2–30 нм, проявляющих высокую бактерицидную активность. Целлюлозосодержащие биоматериалы, содержащая стабильные наночастиц серебра, могут быть использованы в качестве индивидуальных антибактериальных масок для фильтрации воздуха.

Annotation. Stable of silver nanoparticles in solutions containing sodium-carboxymethylcellulose and cotton fabric were synthesized, and their structure and physicochemical properties were studied. The morphology and sizes of the silver nanoparticles formed in sodium carboxymethylcellulose solutions and on cotton fibres were studied by atomic force microscopy and transmission electron microscopy. The investigations showed that spherical silver nanoparticles with sizes of 5−35 nm were present in sodium carboxymethylcellulose solution, whereas 0.0086 wt. % spherical silver nanoparticles sized 2−30 nm formed in cotton fabric, exhibiting high bactericidal activity. Cellulose containing stable silver nanoparticle-based biomaterials could be used as a face mask for air filtration.

Твердые частицы и частицы вредных микроорганиов в составе воздуха являются одним из основных загрязнителей воздуха, состоящих из мелких твердых микрочастиц и микрокапли жидкостей, содержащих бактерии и вирусы [1]. Это обычно классифицируется как PM10 и PM2,5 в зависимости от его размера, который представляет собой диаметр частиц меньше или равные 10 и 2,5 мкм соответственно. Из-за своего небольшого размера PM могут проникать в легкие и бронхи при вдыхании воздуха, вызывая респираторные и сердечно-сосудистые заболевания [2].

Наночастицы серебра имеют чрезвычайно большую удельную площадь поверхности, что увеличивает область его контакта бактериями, вирусами и грибками, значительно повышая его бактерицидное действие, при снижении концентрации серебра в сотни раз [3].

Целью проводимых исследований является создание воздухопроницаемых антибактериальных биоматериалов на основе целлюлозосодержащих хлопчатобумажных тканей и натрий–карбоксиметилцеллюлозаы, стабилизированные наночастицы серебра и изучение их структуры и свойств.

В качестве полимерной подложки использованы, целлюлозные волокна, целлюлозосодержащие хлопчатобумажные ткани (ЦХБТ), очищенная натрий-карбоксиметилцеллюлоза (Na-КМЦ) с степенью замещения (СЗ) = 0,65–0,85 и степенью полимеризации (СП) = 200–600.

Для формирования наночастиц серебра (НЧAg) в растворах Na-КМЦ, использованы водные растворы $AgNO_3$. В качестве тесткультур микроорганизмы возбудителей заболеваний человека и животных: *Staphylococcus epidermidis, Candida albicans.*

Показано, что при взаимодействии ионов серебра с карбоксилат анионами макромолекул Na-КМЦ протекает реакция замещения с образованием металлокомплексов $Ag^{+}КМЦ^{-}$, которые под воздействием ультрафиолетовых лучей подвержены восстановлению, с формированием НЧAg. Установлено, что к восстановлению, в первую очередь, подвержены замещенные катионы серебра в макромолекулах Na-КМЦ, которые выполняют роль «нанореакторов», где отрицательный ион карбоксиметильной группы по теории Мотта-Герни является «ловушкой» для положительно заряженных ионов серебра каторый принимает участов процессе фотостимулированного формирования НЧAg. Разработан УФ-спектроскопический метод контроля формы и размеров НЧAg в процессе их восстановления.

Установлено, что в зависимости от концентрации полимерной подложки, ионов серебра и условий УФ - облучения в структуре Na-КМЦ формируются стабилизированные НЧAg сферической формы с оптимальными размерами 5–35 нм. Выявлены условия формирования НЧAg различной формы и размеров в зависимости от параметров реакции взаимодействия компонентов и условий фотохимического восстановления.

Установлена корреляционная зависимость между размером и формой НЧAg в структуре Na-КМЦ и их антибактериальной активностью. Показано, что снижение размеров НЧAg способствует повышению их антибактериальной активности при одинаковых их концентрациях в полимерной матрице, что объясняется разницей значений площади поверхности наночастиц различной формы и размеров.

Выявлен стабилизирующий эффект полимерной матрицы Na-КМЦ, основанный на взаимном отталкивании НЧAg, формирующихся в «нанореакторах» за счет отрицательного заряда полимерной подложки. Установлено, что гидрогели, содержащие НЧAg при хранении в течении длительного времени не изменяют форму и размеры НЧAg в структуре Na-КМЦ за счет взаимного отталкивания одноименных зарядов полимерной матрицы.

Установлено, что введение в структуру х/б тканей и изделий на их основе стабилизированных НЧAg способствует приданию им бактерицидных и бакте-

риостатических свойств, каторые определяются содержанием, формой и размерами НЧAg. Стабилизация НЧAg в структуре полимерной подложки способствует сохранению бактерицидной и бактериостатической активности при многократной стирке х/б тканей и изделий на их основе как воздухопроницаемый биоматериал.

На основании результатов исследований найдены оптимальные условия получения бактерицидных и бактериостатических х/б тканей на их основе. Растворы Na-КМЦ, содержащие НЧAg, могут найти широкое применение в медицинской практике в качестве препаратов с биодеградируемыми и антибактериальными свойствами, а также для создания воздухопроницаемых материалов с противовирусными и антибактериальными свойствами.

Работа выполнена при финансовой поддержке международного проекта Узбекистан-Белоруссия № MRB-2021-548 «Создание модифицированных органическими и полимер-неорганическими покрытиями волокнистых материалов различного функционального назначения» (01.12.2021 г. – 30.11.2023 г.) Министерства инновационного развития РУз.

Список использованных источников

1. Harrison, R. M., Hester, R. E., Querol, X., Eds. Airborne Particulate Matter: Sources, Atmospheric Processes and Health, 1st ed.; Royal Society of Chemistry: Cambridge, U.K., 2016.

2. Brook, R. D.; Rajagopalan, S.; Pope, C. A.; Brook, J. R.; Bhatnagar, A.; Diez-Roux, A. V.; Holguin, F.; Hong, Y.; Luepker, R. V.; Mittleman, M. A. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. Circulation 2010, 121, 2331-2378.

3. Щербаков А.Б., и др. Препараты серебра вчера, сегодня, завтра // Фармацевтичний журнал, 2006. №5, С. 45-57.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРОНИКА, РОБОТОТЕХНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ»

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕИНВАЗИВНОГО ГЛЮКОМЕТРА НА ОСНОВЕ МЕТОДА NIR С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА PIC16F876A

Абдихаликов С. П.,[1] Хайдаров А. Х., Туйчиев Ф. Ф.,[2]
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
seit-abdihalikov@rambler.ru[1], fayyozsam@mail.ru[2]

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка аппаратного и программного обеспечения неинвазивного глюкометра с использованием микроконтроллера компании Microchip PIC16F876A. С помощью среде Proteus имитируется модель прибора и рассматривается особенности разработки.

Annotation. This article discusses the development of hardware and software for a non-invasive glucometer using a Microchip PIC16F876A microcontroller. With the help of the Proteus environment, the device model is simulated and development features are considered.

Диабет называют основной причиной всех видов тяжелых заболеваний, и если о пациентах не заботятся должным образом, то в конечном итоге это приводит к смерти. Поэтому регулярное определение уровня глюкозы в крови является обязательным условием для ухода за больными сахарным диабетом. Существующие методы определения уровня глюкозы в крови являются инвазивными методами, основанными на иглах, которые вставляются в тело человека для взятия образца крови из организма, а затем он передается на одноразовые тест-полоски для химической обработки для определения количества присутствующей в нем глюкозы. Однако для облегчения боли пациента и использования тест-полосок эти методики привели к развитию неинвазивных методов. В этих методах используется датчик ближнего инфракрасного диапазона для определения уровня глюкозы по кончику пальца без использования игл и тест-полосок. Оптический сигнал ближнего инфракрасного диапазона (NIR) передается через одну сторону кончика пальца, а затем принимается с другой его стороны, с помощью которой прогнозируется молекулярный подсчет глюкозы в крови путем анализа изменения интенсивности принятого сигнала после его прохождения. В этой работе мы разработали такую систему с использованием микроконтроллера и других электронных частей. Перед этим мы разработали имитационную модель в среде Proteus.

Термин «сахар в крови» означает количество глюкозы в крови на единицу объема. Обычно он выражается в миллимолях на литр (ммоль/л) или миллиграммах на децилитр (мг/дл). Стандартный диапазон уровня сахара в крови у человека составляет от 4,5 до 6,5 ммоль/л. У здорового человека из-за гомеостатический механизм регуляции глюкозы в крови человеческого организма его уровень восстанавливается в диапазоне примерно от 4,4 до 6,1 ммоль/л. Уровень глюкозы в крови может кратковременно повышаться после приема пищи до 7,8 ммоль/л у

людей без диабета. [1] По данным Американской Диабетической Ассоциации, уровень глюкозы в крови должен быть от 5,0 до 7,2 ммоль/л перед едой и менее 10 ммоль/л после еды для больных сахарным диабетом. Более или ниже значения уровня сахара в крови, чем это диапазон приводит к диабету в организме человека, и это, по сути, может вызвать серьезную опасность для здоровья. Следовательно, правильное определение уровня сахара в крови необходимо точно, без особого дискомфорта для пациентов.

Имитационная модель и разработка программного обеспечения. Proteus Design Suite – это программное обеспечение, связанное с автоматическим электронным проектированием, которое используется для исследовательский и опытно-конструкторский тип работает как в академических кругах, так и в промышленности [4]. Инженеры-конструкторы и техники-электронщики используют его для рисования схем для моделирования и проверки, эскизов и тестирования макетов электронных печатных плат перед их изготовлением и т. д. Он может работать в среде Windows. Он поддерживает высокоскоростной дизайн. Он имеет около 800 различных типов микросхем микроконтроллеров, которые можно смоделировать на основе принципиальной схемы. Моделирование микроконтроллера в среде Proteus работает путем использования шестнадцатеричного файла или файла отладки для части микроконтроллера на схеме. Затем он моделируется совместно с любыми аналоговыми и цифровыми электронными схемами, связанными с ним. Кроме того, в нем также можно моделировать схемы на базе микроконтроллеров PIC [3]. В такой среде наша имитационная модель была разработана, как показано на рисунке 1.

Имитационная модель была разработана в Proteus, прежде чем перейти к этапу реализации нашего исследования. После завершения проектирования модели мы смоделировали нашу систему. Разработанная схема показана на рисунке 1. На рисунке значение входного сигнала берется микроконтроллером от датчика ближнего инфракрасного диапазона.

После этого шум был удален с помощью шумового фильтра. Затем это значение было отфильтровано, усилено и подключено к npn-транзистору для получения отрицательного значения. Этот сигнал подключается к аналоговому порту микроконтроллера PIC16F876A. Наконец, выходное значение отображается на ЖК-мониторе, как показано на рисунке 1.

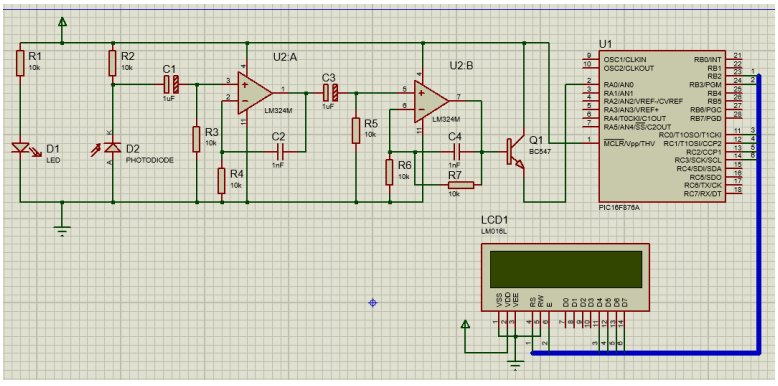


Рисунок 1 – Имитационная модель всей системы

Список использованных источников

1. Диабет [Электронный ресурс] // https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes.
2. Современные методы определения глюкозы [Электронный ресурс] // https://unimed.ru/biblioteka/biohimiya1/sovremennye-metody-opredeleniya-glyukozy.html.
3. PIC16F87XA Data Sheet [Электронный ресурс] // https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf.
4. Proteus Design Suite [Электронный ресурс] // https://www.labcenter.com/ .

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Абдурашидова М. С.
Ташкентский государственный экономический университет
Berkana27@mail.ru

Аннотация. Цифровая трансформация меняет институты и бизнес по всему миру, но нигде цифровая трансформация не является более очевидной, чем в университетах. Цифровые технологии меняют преподавание и обучение, т. к. междисциплинарные компетенции обретают все более важное значение, требуя от специалистов адаптации навыков и умений, приобретенных в рамках различных профессий. Границы между функциональными уровнями размываются – и совершенствование потребуется для всех технических профессий. В положениях аналитических отчетов и правительственных документов о реализации Стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Узбекистан на период до 2030 года в рекомендательной части в качестве актуального направления развития высшего образования отмечена целесообразность совершенствования деятельности университетов на основе модели развитии «Университет 3.0» и перехода к сетевой системе учреждений высшего образования через кластеризацию (формирование образовательных комплексов-кластеров, объединяющих учреждения различных уровней образования).

Annotation. Digital transformation is changing institutions and businesses around the world, but nowhere is digital transformation more evident than in universities. Digital technologies are changing teaching and learning, as interdisciplinary competencies are becoming increasingly important, requiring specialists to adapt skills and abilities acquired within various professions. The boundaries between functional levels are blurring – and improvement will be required for all technical professions. In the provisions of analytical reports and government documents on the implementation of the Strategy of Sustainable Socio-economic Development of the Republic of Uzbekistan for the period up to 2030, in the recommendation part, the expediency of improving the activities of universities based on the "University 3.0" development model and the transition to a network system of higher education institutions through clustering

(formation of educational complexes-clusters that unite institutions of various levels of education).

Университеты, в особенности технические, развивающиеся по предпринимательскому типу (модели «Университет 3.0») становятся ядром в системе развития знаний и их практического использования. Именно они аккумулируют высококвалифицированные кадры, которые способны выполнять сложные междисциплинарные научные исследования и проектные работы для предприятий и организаций, а также способны создавать теоретическую и научно-прикладную базу научно-технического прогресса экономики и общества. Глобализация мировой экономики и общества приводит к тому, что создание или усовершенствование технологий и методов не может быть для технических университетов, предприятий или страны источником конкурентных преимуществ продолжительное время, необходимо постоянное их развитие. Преимущества от технологического прогресса будут значительно шире и продолжительнее, если обеспечить формирование инновационной среды, обеспечивающее их постоянное задействование в инновационной деятельности.

В настоящее время в Узбекистане идет интенсивный процесс формирования Национальной инновационной системы. Свидетельством тому и Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022–2026 годы» от 6 июля 2022 года № УП 165, нацеленный на ускорение инновационного развития в республике, широкое внедрение инноваций и технологий во всех отраслях экономики, развитие человеческого капитала, научных и инновационных сфер.

В положениях аналитических отчетов и правительственных документов о реализации Стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Узбекистан на период до 2030 года в рекомендательной части в качестве актуального направления развития высшего образования отмечена целесообразность совершенствования деятельности университетов на основе модели развитии «Университет 3.0» и перехода к сетевой системе учреждений высшего образования через кластеризацию (формирование образовательных комплексов-кластеров, объединяющих учреждения различных уровней образования).

ТГТУ все больше стремится быть независимым от государства в финансовом плане. При этом интегрирующая функция университетской институциональной организации модели 3.0 заключается не только в процессах, связанных с коммерциализацией технологий и технических решений, но и в развитии бизнес структур, их объединение и укрупнение, а также формирование новых рынков.

Университет предпринимательства включает в себя два организационных направления: научно-образовательное и предпринимательское и решает две задачи: первое – подготовка будущих предпринимателей, а второе – предприниматель-инноватор.

С 2019-го ТГТУ проводит ежегодный конкурс стартапов для студентов, победители которого получают дальнейшую поддержку. Команда UZDELTA, собравшая собственную модель 3D-принтера, планирует открыть фабрику по

созданию инструментов и демонстрационных материалов для школ, а также технологичных масок для медицинского персонала, напечатанных на 3D-принтере. Поддержав инициативу победителя конкурса стартапов 2020 года, проекта «Национальные курсы робототехники», университет открыл центр робототехники Transformers Education, где учеников всех возрастов обучают, как собирать и программировать роботов. Занятия в центре ведут студенты старших курсов ТГТУ и готовят учеников к участию в национальном конкурсе робототехники Robot-Uz.

Рисунок 1 – Инновационная деятельность ТГТУ

Награду в номинации «Зеленый университет» ТГТУ получил за введение новой учебной программы «Альтернативные источники энергии», где будут готовить специалистов по решению проблем энергодефицита и безуглеродной экономике. Факультет энергетики ТГТУ оснащен солнечными батареями благодаря сотрудничеству с CHINT (КНР), и электричество, произведенное с их помощью, удовлетворяет ежедневные потребности факультета в электроэнергии. Планируется, что к 2025 году весь университет будет осуществлять деятельность с помощью солнечных батарей. В мае прошлого года была организована международная конференция по обсуждению планирования и выполнения работ по производству электроэнергии из водорода. В ТГТУ с 2016 года большая группа ученых занимается «зеленой энергетикой», ориентированной на альтернативную энергетику. С 2021–2022 учебного года открыта магистратура. ТГТУ стремится закрепить статус «Университета 3.0» и нацелен на подготовку специалистов-предпринимателей и оказание практической помощи в решении проблем, связанных с электричеством в Узбекистане.

МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СЛИЧЕНИЯ ПРИ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Балохонов Д. В., Сернов С. П.
Белорусский национальный технический университет
balokhonov@bntu.by

Аннотация. Межлабораторные сличения (МЛС), проводимые сертификационными лабораториями для обеспечения точности измерений, позволяют поддерживать качество сертификации на высоком уровне. Однако при сертификации фар проводить МЛС значительно сложнее, чем в остальных областях: международные стандарты для МЛС не оптимизированы для обработки статистических данных о многомерных величинах, которыми являются измеряемые параметры головного освещения. В качестве частного решения указанной проблемы предлагается методика МЛС при измерении распределения силы света фар транспортных средств, позволяющая улучшить качество МЛС путем анализа внутри- и межлабораторной дисперсии.

Annotation. Interlaboratory experiments conducted by certification laboratories to ensure precise and accurate measurements allow to maintain high certification quality. But interlaboratory experiments in the field of vehicle headlights are much more difficult to conduct because interlaboratory experimentation international standards are not optimized to statistically analyze multidimensional measurement results, the latter being a normal when one measures main headlamp parameters. To provide at least a partial solution to said problem, a method to conduct vehicle headlamp light intensity distribution measurement interlaboratory experiment is proposed, said method allowing to better interlaboratory experiment quality by analyzing within- and between-laboratory standard deviation.

Головное освещение транспортных средств (фары) обеспечивает безопасность движения и поэтому оно должно удовлетворять требованиям международных технических нормативных правовых актов (ТНПА). В Республике Беларусь такими ТНПА являются Правила ООН (для фар действуют Правила ООН № 149 [1]). В ТНПА приводятся требования, которым должны удовлетворять фары транспортных средств, основными из которых являются качество светотеневой границы, двумерное пространственное распределение силы света и координаты цветности фар или адаптивных систем переднего освещения. Испытания на соответствие фар требованиям ТНПА проводятся лабораториями аккредитованными, на соответствие требованиям ISO 17025, что предполагает регулярное участие в программах межлабораторных сличений (МЛС) и проверки квалификации персонала (ППК). Как правило, при участии нескольких лабораторий измеряются световые характеристики стандартного образца, после чего проводятся статистические оценки качества измерений как в отдельных лабораториях, так и во всей выборке лабораторий в целом.

Основным стандартом для проведения МЛС является ISO 5725 [2], однако при МЛС результатов испытаний головного освещения транспортных средств сертификационных лабораторий возникают следующие проблемы:

1. ISO 5725 создавался прежде всего для МЛС в химических лабораториях, и поэтому все приведенные методы и методики в нем оптимизированы для единичных измерений одномерных физических величин (например, концентраций веществ). Стандартные образцы в этом случае получаются также сравнительно просто (например, готовится раствор стандартного разведения из стандартных веществ прямо перед измерением). Стандартный образец головного освещения (фары) – сложное массивное электронно-оптическое изделие, которое после испытаний в референсной лаборатории проходит испытания по той же программе в лабораториях, участвующих в МЛС. При этом особую роль играет подготовка эталонных источников света и стабилизация их световых характеристик.

2. В ISO 5725 предусмотрено представление результатов испытаний в виде одномерных физических величин, а основные параметры, измеряемые при сертификации фар и МЛС – многомерные величины с количеством членов не менее трех. Это увеличивает объем выборки и объем испытаний, поскольку требует последующего контроля результатов измерений на выбросы при помощи одномерного критерия Граббса для всех компонент многомерной величины.

3. Согласно ISO 5725, для качественного проведения МЛС необходимо участие минимум двух лабораторий (лучше трех или больше). В силу специфики и уникальности используемых средств измерений число способных проводить светотехнические испытания аккредитованных лабораторий в одном государстве не превышает двух. Это означает, что информативность МЛС будет крайне низкой, что не позволяет выдать рекомендации по улучшению точности и достоверности сертификации.

Каждая из указанных проблем негативно влияет на целесообразность проведения МЛС между аккредитованными лабораториями, и радикальным способом решения перечисленных проблем является разработка отдельного стандарта по проведению МЛС в области испытаний головного освещения транспортных средств. В настоящее время такой стандарт не разработан, поэтому предлагается следующая методика МЛС, которая позволит уменьшить риски перечисленных проблем в области сертификации головного освещения транспортных средств:

1. Организатор (провайдер) МЛС определяет не менее двух стандартных образцов фар разного типа с разными источниками света, для объективного сравнения лабораторий не только по результатам измерения силы света, но и влияния оценок неопределенности, вносимых оборудованием и персоналом каждой из лабораторий, включая различия калибровок средств измерений.

2. Организатор (провайдер) МЛС готовит методику измерения силы света для каждого образца с указанием характеристик, метода и условий измерения. В методике должно быть указано, что число измерений силы света в каждой контрольной точке светового распределения должно быть не менее десяти для каждого образца, чтобы обеспечить достаточный объем данных для статистического анализа при цензурировании на выбросы по Граббсу.

3. В каждой из лабораторий проводят измерения силы света каждого образца по методике, предоставленной организатором (провайдером) МЛС. При этом каждая лаборатория сначала цензурирует результаты измерений на выбросы с помощью критерия Граббса, после чего проводит дисперсионный анализ по силе света для каждого из координатных направлений светового распределения каждого образца. Если эта дисперсия окажется различной у разных координатных направлений одного образца, можно говорить о корректирующих действиях для исправления позиционирования образца в лаборатории. Если дисперсии для всех координатных направлений у каждого образца сравнимы для этого образца, причем значение дисперсий у разных образцов существенно различаются, можно говорить о корректирующих действиях для исправления проблем со спектральной чувствительностью средства измерений в лаборатории. Если дисперсии по всем координатным направлениям различны у всех образцов, необходимо провести корректирующие действия по отношению к персоналу в рамках внутрилабораторного контроля, и условиям измерения в лаборатории, после чего провести повторные измерения с использованием других эталонных источников света.

4. Для совокупности лабораторий-участников МЛС рассчитывают межлабораторную дисперсию по каждому координатному направлению распределения силы света каждого образца, и выявляют лаборатории, которым необходимо разработать корректирующие мероприятия для обеспечения точности измерений.

Список использованных источников

1. Concerning the Adoption of Harmonized Technical United Nations Regulations for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these United Nations Regulations. Addendum 148 – UN Regulation No. 149. Uniform provisions concerning the approval of road illumination devices (lamps) and systems for power-driven vehicles // UNECE [Elec-tronic resource]. – 2019. – Mode of access : https://unece.org/sites/default/files/2021-05/R149e.pdf – Date of access : 01.10.2022

2. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method: ISO 5725-2:2019. – Введ. 01.12.2019 // International Organization For Standartization [Electronic resource]. – 2019.– Mode of access: https://www.iso.org/standard/69421.html. – Date of access: 01.02.2023

ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНСКИХ ЗАПИСЯХ ПАЦИЕНТОВ

Бектурдеив Санжарбек
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
sanjarbeksharifboyevich@gmail.com

Аннотация. Здравоохранение по самой своей природе требует большого объема информации и знаний. Генерируется и сохраняется большое количество данных о пациентах. Эти данные фрагментированы, и твердые копии данных, собранных различными медицинскими устройствами, по-прежнему используются для обмена медицинской информацией. Однако электронное хранение и передача медицинской информации набирает обороты и становится частью медицинской инфраструктуры. На основании этого появляется Личная книжка здоровья. Личная медицинская карта – это хранилище, в котором пациент хранит медицинские записи и информацию, связанную с уходом за пациентом. Он объединяет данные истории болезни пациента и программные инструменты. Мы считаем, что личные медицинские записи могут привести к инновациям, предоставляя полную историю болезни.

Annotation. Healthcare, by its very nature, requires a large amount of information and knowledge. A large amount of patient data is generated and stored. This data is fragmented and hard copies of the data collected by various medical devices are still used for the exchange of medical information. However, electronic storage and transmission of medical information is gaining momentum and becoming part of the medical infrastructure. Based on this, a Personal Health Record. A personal health record is a repository in which a patient stores medical records and information related to patient care. It combines patient history data and software tools. We believe that personal medical records can lead to innovation by providing a complete medical history.

Введение. По мере развития науки и техники развивались и медицинские знания, и сегодня медицинские чудеса, такие как восстановление органов или трансплантация, превратились в рутинную медицинскую практику. Однако потребность в качественной и доступной медицинской помощи постоянно растет и является серьезной проблемой для любого общества.

Существует множество источников инноваций от практикующих врачей до учебных источников, таких как исследовательские центры, больницы, медицинские школы и т. д. История болезни пациента таит в себе объемные данные, которые могут быть очень богатым источником для инноваций. В прошлом эта история была фрагментарной и не была доступна во всей ее полноте. Современное состояние информационных и коммуникационных технологий и медицинской инфраструктуры и ее поступательное развитие делает возможным хранение и доступ к истории болезни пациента. Несмотря на это, область личных медицинских карт находится в зачаточном состоянии и имеет большой потенциал для развития в ближайшие годы. Мы находимся на заре эры, в течение которой подробные и сжатые медицинские данные будут под рукой практикующих врачей, исследователей и пациентов. Это приведет не только к высококачественному медицинскому обслуживанию людей в форме лечения и/или профилактики болезней, но

и к открытию новых методов лечения, методов лечения или объяснений в форме новых медицинских знаний. Он также обладает огромным потенциалом для расширения возможностей пациентов, которые станут активными участниками процесса медицинского обслуживания.

В традиционной медицинской практике у пациента есть карта (папка), в которой собраны данные (записи) пациента. Данные о пациентах поступают из разных источников, таких как лаборатории, предоставляющие анализы крови, рентгеновские снимки и т. д.

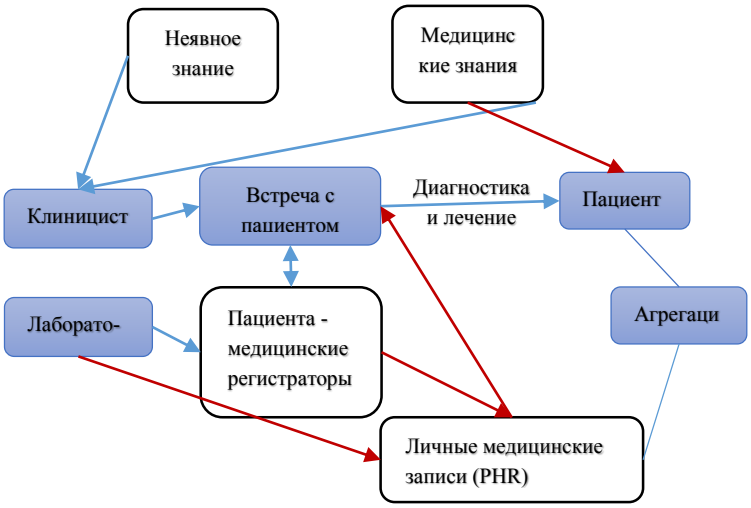


Рисунок 1 – Предоставление и потребление новых медицинских услуг

Преобразование медицинских данных в электронный вид открывает новые возможности для хранения, поиска и использования медицинских данных. Так. карта пациента в электронном виде позволяет не только экономить средства, но и расширяет возможности оказания и качества медицинских услуг. Электронные медицинские карты (Electronic Medical Records EMR) содержат клинические данные, созданные для медицинских работников (включая их записи) в ходе оказания помощи в больнице или кабинете врача. Данные находятся в системе поставщика медицинских услуг, которая может быть размещена в местной системе обмена медицинской информацией. *Личная медицинская карта (Personal Health Record-PHR).* С другой стороны, личная медицинская карта (PHR) представляет собой хранилище, в котором данные о состоянии здоровья и информация, связанная с уходом за пациентом, хранятся самим пациентом. Он объединяет данные, знания и программные средства. Кроме того, системы PHR также могут включать в себя функции поддержки принятия решений, которые могут помочь пациентам в профилактике или лечении хронических состояний. Обслуживание PHR не требуется по закону; однако это необходимо для высококачественного медицинского обслуживания. Кроме того, это расширяет возможности пациента. Есть несколько ключевых вопросов в ведении PHR для каждого гражданина. Первый вопрос заключается в том, кто должен иметь PHR. Мы считаем, что он должен быть у каждого гражданина, а не только у пациента. Второй вопрос заключается в том, какую

информацию включать в PHR. Мы считаем, что должна быть включена вся история болезни гражданина. Никакие данные никогда не должны удаляться, они должны только добавляться. Третий вопрос заключается в том, где хранить PHR: локальное хранилище пациента или облачное онлайн-хранилище или хранилище для обмена медицинской информацией. Естественно, PHR представляет собой базу данных объектов, содержащих данные о пациентах, и может быть централизованной или распределенной базой данных. Ведение этой базы данных включает в себя агрегирование записей о пациентах из разных источников. Кроме того, необходимо обеспечить точность и безопасность данных, а также сохранить конфиденциальность. Последний вопрос заключается в том, кто будет нести ответственность за ведение PHR. На данный момент пациент поддерживает его добровольно. Однако это не простая задача, которую мы можем ожидать от обычного гражданина.

Мы представляем себе полный PHR как базу данных медицинского исследовательского объекта (МИО). МИО может быть заметками врача, рецептом, лабораторным тестом, рентгеновским снимком, МРТ, рецептом, запросом на лабораторное исследование и т. д. Некоторые МИО, такие как анализ крови, содержат данные и могут быть непосредственно обработаны машиной. С другой стороны, рентген имеет цифровое изображение и отчет рентгенолога, которые машины не могут обрабатывать напрямую. Они могут быть аннотированы или их содержание может быть представлено с помощью метода представления знаний, такого как онтология. Тогда эта база данных станет не только источником данных, но и источником знаний, которые повысят качество медицинской помощи. Будет доступен

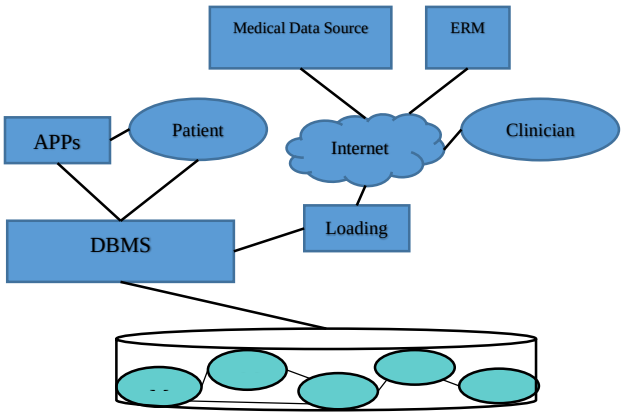


Рисунок 2 – Архитектура личные медицинские записи (PHR)

большой набор приложений. На самом деле сторонние приложения, которые используют PHR и другие медицинские базы данных для исследований, будут процветать, и мы считаем, что они обладают огромным инновационным потенциалом. Более того, это будет распределенная платформа, с помощью которой можно делать выводы для больших популяций за длительные периоды времени или проводить эксперименты. Это будет новый способ получения медицинских знаний.

Заключение. При оказании медицинских услуг пациенту создаются большие объемы данных. Данные создаются независимыми источниками данных и

агрегируются в картах пациентов в кабинете врача. Однако эти данные не являются ни полными, ни актуальными. Недавнее развитие информационных и коммуникационных технологий и их применение в медицинской практике проложило путь к ЭМИ. PHR – это полные и исчерпывающие медицинские данные и связанные с ними знания для пациента. Мы считаем, что PHR обеспечивает основу, которая способствует инновациям для улучшения качества медицинского обслуживания и снижения затрат.

Список использованных источников

1. Kong HJ. Managing Unstructured Big Data in Healthcare System. Healthcare informatics research. 2019;25 (1): 1‑2. https://doi.org/10.4258/hir.2019.25.1.1.
2. Siddikov I.Kh., Bekturdiev S.Sh., Otabek Ismoilov «Application of big data in medicine and healthcare» 26-28, 2022). Hamburg, Germany: Busse Verlag GmbH, 2022. 1206 p 1049-1055 p.
3. Siddikov I.Kh., Bekturdiev S.Sh., Otabek Ismoilov «Functions and principles of the organization of an integrated electronic medical record.» Hamburg, Germany: Busse Verlag GmbH, 2022. 1206 p 1056-1065 p.

СОВМЕСТНЫЕ ПРОГРАММЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРОСЛЫХ КАК МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Ганчеренок И. И.[1], Муллахметов Р. Г.[1], Конопацкий Д. А.[2], Карпович С.С.[2]
[1)] Белорусско-Узбекский межотраслевой институт
прикладных технических квалификаций,
[2)] Филиал БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров
по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ»
gancher@bntu.by[1]

Аннотация. Создание совместных программ дополнительного образования взрослых рассматривается как новый механизм обеспечения качества образования в условиях высоких темпов развития национальной системы высшего образования Узбекистана.

Annotation. Creation of joint programs of additional adult education is considered as a new mechanism of education quality assurance under conditions of high pace of development of national higher education system of Uzbekistan.

Национальная система образования – основа созидания экономического потенциала общества и государства. Именно в сфере образования формируется новое поколение специалистов, которые будут создавать общество будущего, определяемое сегодня как общество знаний и рассматриваемое как наиболее важная стратегическая задача развития национальных государств и межгосударственных объединений. В Послании Олий Мажлису и народу Узбекистана Президент

Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев, определяя приоритеты 2023 года, отметил: «…мы в первую очередь уделим внимание поддержке образования – самой важной инвестиции в Новом Узбекистане… Повышение качества образования – единственно правильный путь развития Нового Узбекистана». 2023 год в Узбекистане назван **«Годом заботы о человеке и качественного образования».**

На наш взгляд, очень важным шагом в решении выше перечисленных задач, поставленных главой узбекского государства, является система дополнительного образования взрослых, обеспечивающая, в том числе, и повышение качества управленческого и педагогического состава высших учебных заведений. Причем последнее касается прежде всего новых вузов, когда формируется концептуальные основы их развития, закладываются фундаментальные ценности, формируется их узнаваемость. Так несколько лет назад был создан уникальный международный государственный вуз Республики Узбекистан – Совместный Белорусско-Узбекский межотраслевой институт прикладных технических квалификаций в городе Ташкенте (СБУМИПТК), в качестве учредителей которого выступили Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова и Белорусский национальный технический университет (БНТУ). Концепция его развития разрабатывается в рамках белорусско-узбекского проекта, поддержанного в 2022 году Республиканским фондом фундаментальных исследований Республики Беларусь и Министерством инновационного развития Узбекистана. Следует отметить и тот факт, что за последние годы количество вузов в Республике Узбекистан увеличилось в 2,5 раза, а охват высшим образованием - с 9 до 38 процентов. Вместе с тем следует обратить внимание и на определенный консерватизм существующей системы повышения квалификации, и как следствие несоответствие современным требованиям, низкую эффективность и ресурсоемкость действующего порядка дополнительного образования руководящих и педагогических кадров. В результате необходимы разработка и внедрение в данный процесс инновационных подходов, а также применение механизмов непрерывного развития профессиональных компетенций кадров с учетом практики ведущих мировых образовательных центров.

В качестве одного из таких подходов мы предлагаем развитие международных совместных образовательных программ (СОП) повышения квалификации, интегрирующий уникальные вклады партнеров и кластерно-фрактальный механизм проектирования программ, апробируемого в настоящее время СБУМИПТК и Филиалом БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ» на примере курса повышения квалификации «Инновационные образовательные технологии и методики» для профессорско-преподавательского состава (ПС) и специалистов СБУМИПТК. Наш анализ и данные литературных источников [1] позволили установить наличие трех кластеров, позволяющих спроектировать образовательную программу повышения квалификации профессорско-преподавательского состава:

- коммуникационная среда в образовательной организации;
- электронные информационные ресурсы;

– компетентностный подход.

Каждый из кластеров обладает достаточной «плотностью», чтобы считаться именно кластером, а не просто совокупностью. В качестве интегрирующего элемента совершенствуемых в образовательном процессе профессиональных компетенций предлагается рассматривать креативность [2, 3], проявляемую в интеллектуальной активности, интегрирующей познавательные и мотивационные характеристики творческой личности. Креативность развивается в процессе усвоения того, что уже было накоплено, а затем осуществляется изменение, преобразование существующего опыта преподавателя, управленца или специалиста системы образования. Это путь от приспособления к управленческой инновации до ее преобразования, что составляет суть и динамику инновационной деятельности в учреждении высшего образования. В качестве формируемой в процессе повышения квалификации проявления интеллектуальной активности следует рассматривать и интеллектуальную инициативу мыслительной деятельности за пределами ситуативной заданности, не обусловленную ни практическими нуждами, ни внешней или субъективной оценкой. Основными принципами представления инновационного управленческого опыта в повышении квалификации ППС и специалистов высших образовательных учреждений предлагаются: психолого-управленческая подготовленность к восприятию инновационных процессов (формирование инновационной восприимчивости) и алгоритмизация формирования инноваций.

С учетом диалектики непрерывного и дискретного, что особенного актуально в условиях цифровизации общественных и производственных процессов, мы представляем и новую фрактальную трактовку компетентностного подхода. В нашем случае понятия компетенция и компетентность – не синонимы и не разные данности, а фрактальные уровни образовательного пространства, имеющие подобные характеристики. Более того, фрактальность обеспечивает и возможность масштабирования объема образовательной программы в соответствии с требованиями заказчика, потребностями и возможностями слушателей. Особое значение имеет и адаптивность предлагаемых программ к индивидуализации образовательных траекторий с учетом использования кредитных технологий [4–5] в организации учебного процесса. Наконец, важным является и выбор обучающих (из ведущих вузов национальной системы образования в соответствии с международными рейтингами), возможность их ротации в категорию обучаемых и наоборот.

Таким образом, СОП дополнительного образования взрослых, на наш взгляд, могут стать эффективным механизмом решения задачи повышения качества образования, поставленной Президентом Узбекистана для реализации стратегии развития Нового Узбекистана.

Список использованных источников

1. Бурнакин М.Н., Сергеева М.Г. Формирование управленческой культуры бакалавров – будущих менеджеров образования//Профессиональное образование и общество. - 2022, №1. – С. 10-164.

2. Морозов А.В. Креативность как основа инновационной активности и профессионализма современного руководителя// Психология в экономике и управлении. - 2014, №1. - С. 125-129.

3. Ганчеренок И.И. Креативность как интегрирующий элемент для ключевых компетенций для образования через всю жизнь//Университетское управление: практика и анализ. – 2009, №5. – С. 22-28

4. Ганчеренок И.И. Кредитные технологии в высшей школе как катализатор ее глобализации//Университетское управление: практика и анализ. – 2006, №1. – С. 71-76.

5. Ганчеренок И.И. Квантово-подобная парадигма в образовании: кредитно-модульный подход//Высшее образование в Узбекистане. – 2022, №3. – С. 73-78.

РАЗВИТИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Гринцевич Л. В.
Белорусский национальный технический университет
grintsevich@bntu.by

Аннотация. Цифровая трансформация экономики и бизнеса может стать основой экономических преобразований и качественного экономического развития. Необходимо создавать и совершенствовать институциональную базу для ускорения цифровизации и модернизации средств производства и процессов различного уровня. В данной статье приводится сравнение институциональных структур, созданных в Беларуси и Узбекистане, даны рекомендации по их развитию.

Annotation. The digital transformation of the economy and business can become the basis for economic transformation and high-quality economic development. It is necessary to create and improve the institutional framework to accelerate the digitalization and modernization of means of production and processes at various levels. This article compares the institutional structures established in Belarus and Uzbekistan and provides recommendations for their development.

Статистические исследования показывают, что развивающиеся страны с внедрением цифровых технологий переходят на новый экономический этап развития. Цифровая экономика – это всемирная сеть экономической деятельности, коммерческих операций и профессиональных взаимодействий, которые поддерживаются информационно-коммуникационными технологиями.

Экосистема цифровой экономики включает технологическую и техническую платформы, институциональную структуру страны. Институциональная структура характеризуется развитием нормативной базы, государственных и общественных институтов (готовность со стороны государства и населения), бизнеса, для внедрения цифровизации. Рассматривая все эти составляющие цифровой экономики для отдельной страны, можно оценить реальное положение дел и

предложить направления для развития цифровизации с учетом основной государственной стратегии.

Проблеме цифровизации Узбекистана было посвящено немалое число публикаций за последние три года. Значительным стимулом для развития цифровых технологий в мировом масштабе стали ограничения, наложенные пандемией Covid-19, а также необходимость снижения издержек и ускорения многих бюрократических процессов. Основные направления публикаций – это цифровизация банковской системы, системы высшего и среднего образования, энергетического сектора страны, нефтегазовой отрасли, электронной коммерции, сельского хозяйства. Так же немалое количество работ посвящено общим вопросам цифровизации экономики страны и перспективам развития цифровых технологий. Однако, тема развития цифровой экономики в Узбекистане не затрагивает, например, вопросы цифровой готовности предприятий, развития систем цифровой безопасности. По данным научной электронной библиотеки elibrary.ru количество публикаций в области цифровизации и развития цифровой экономики Республики Узбекистан составляет 3045, то же самое для Республики Беларусь 8697, что в пересчете на 100 тыс. жителей стран составило для Узбекистана 8,94 публикации, для Беларуси 90,8 публикаций. В то же время научные исследования могут открыть новые направления цифрового развития страны, стать основой совершенствования правовой и институциональной систем.

За последние семь лет как в Беларуси, так и в Узбекистане были приняты документы, связанные с развитием цифровизации. Так основным документом, предусматривающим цифровизацию регионов и отраслей страны, стал Указ Президента «Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» и мерах по ее эффективной реализации» от 5 октября 2020 года. Дорожная карта Стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» предусматривает следующие направления: а) развитие электронного правительства; б) развитие цифровой индустрии в областях оказания услуг по обучению информационным технологиям, разработке и реализации аппаратно-программных средств, робототехнике, экспорту информационных услуг через сеть Интернет, хранения и обработки данных, а так же цифровой трансформации коммерческих банков; в) развития цифрового образования; г) развития цифровой инфраструктуры – обеспечение населенных пунктов и туристических маршрутов высокоскоростным интернетом.

На ближайшую пятилетку разработана Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы , в которой определено, что развитие цифровой экономики станет основным «драйвером» экономического развития и предусмотрено увеличение объема цифровой экономики как минимум в 2,5 раза**,** при этом предусмотрен: охват всех населенных пунктов, социальных объектов и магистральных автомобильных дорог широкополосными сетями путем дальнейшего развития цифровой инфраструктуры; увеличение до конца 2026 года уровня цифровизации производственных и операционных процессов в реальном секторе экономики, в финансовой и банковской сферах до 70 процентов; увеличение объема индустрии программных продуктов в пять раз, их экспорта – в десять раз с доведением до 500 миллионов долларов США.

Кроме этого, был принят ряд дополняющих основную Стратегию нормативных актов, совершенствующих отдельные направления цифровизации страны. Из анализа нормативно-правовой базы Республики Узбекистан можно сделать вывод о направлениях развития цифровизации, связанных прежне всего со снижением бюрократических процедур, упрощением документооборота, введением внедрение системы Mobile ID-идентификации лица при их оказании, проектов «Цифровой паспорт граждан» и «Цифровой орган»; развитием технической части – расширением доступа к сети Интернет и мобильной связи, ускорением передачи данных, оказанием большего количества цифровых услуг, привлечением частного бизнеса к развитию цифровых технологий, активному обучению информационно-коммуникационным технологиям всех слоев населения, предоставление налоговых льгот для IT-предпринимателей.

Законодательной базой цифровизации Республики Беларусь является Декрет Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики», направленный на дальнейшее развитие Парка высоких технологий, инновационной сферы и построения современной цифровой экономики в стране, который вступил в силу в марте 2018 года. В числе нововведений Декрета кардинально новые как для Беларуси, так и для большинства других государств правоотношения по использованию перспективных технологий блокчейн и цифровых знаков (токенов). Так же в Беларуси разработаны Национальная Стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года, Программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы, Концепция информационной безопасности Республики Беларусь и другие нормативные документы.

В Республике Беларусь функционируют ряд общественных структур, обеспечивающих цифровизацию страны: Совет по развитию информационного общества при Президенте Республики Беларусь, Совет независимого регулятора в сфере информационно-коммуникационных технологий, а также Совет по развитию цифровой экономики. Актуальность и значимость внедрения информационных технологий осознается также на межгосударственном уровне. В целях создания национального сегмента интегрированной информационной системы Евразийского экономического союза в 2017 году были утверждены «Основные направления реализации цифровой повестки ЕАЭС до 2025 года».

Анализ законодательной базы двух стан показал, что в Беларуси сформирован более структурный и всеохватывающий подход к цифровому развитию, учтены технические, технологические, структурные аспекты, разработаны документы по цифровой безопасности. Республика Узбекистан находится на стадии активного развития, в том числе и информационных технологий. Законодательно в Узбекистане созданы условия для развития отдельных направлений и отраслей, но есть необходимость создания более комплексного подхода, который будет обязательно учитывать вопросы кибербезопасности и структурной перестройки экономики на базе цифровых технологий.

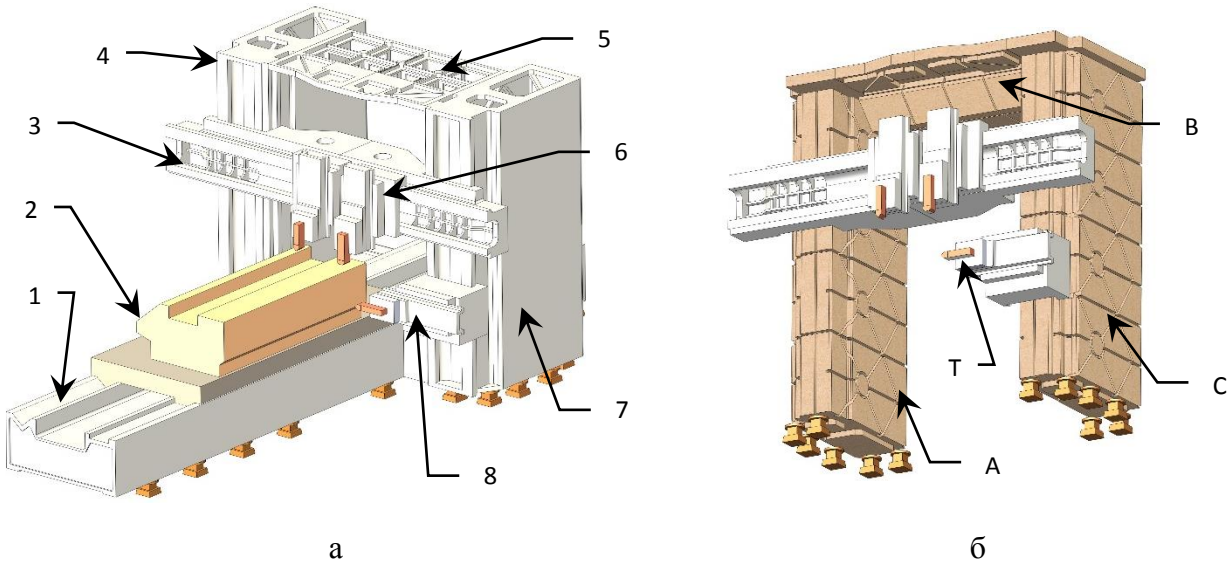
КОНЦЕПЦИЯ УСИЛЕНИЯ И ВИРТУАЛЬНЫЕ МКЭ-ИСПЫТАНИЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ПОРТАЛЬНОГО СТАНКА

Довнар С. С.
Белорусский национальный технический университет
stanislaw.dovnar@gmail.com

Аннотация. Проведен МКЭ-анализ концепции усиления портальных станков путем создания бетонного (UHPC) портала внутри чугунного. Особенность заключается в увеличении высоты центра тяжести портала. Согласно виртуальным испытаниям статическая жесткость поднимается в 2,1–2,3 раз. Сдвигаются в область высоких частот крутильные резонансные моды. Статическая и динамическая жесткость станка после усиления увеличивается.

Annotation. FEA of portal machine tool reinforcement by concrete pouring is provided. The reinforcement technics creates concrete (UHPC) portal inside the iron one. Accompanied raising of the center of gravity is the feature of situation. Static stiffness of reinforced portal grows into 2.1–2.3 times. Torsional eigenmodes shift to the higher frequencies. Static and dynamic tool rigidity enhances.

Крупногабаритные портальные станки (рис. 1) способны производительно и точно обрабатывать резанием протяженные детали. По станине 1 стол с деталью 2 перемещается сквозь портал, образуемый колоннами 4, 7 и поперечиной 5. На подвижной траверсе 3 находятся суппорты 6 с инструментами Т. Возможна гамма инструментов от строгального резца до мотор-шпинделя с концевой фрезой. Инструменты могут находится и в боковых суппортах 8 на колоннах.



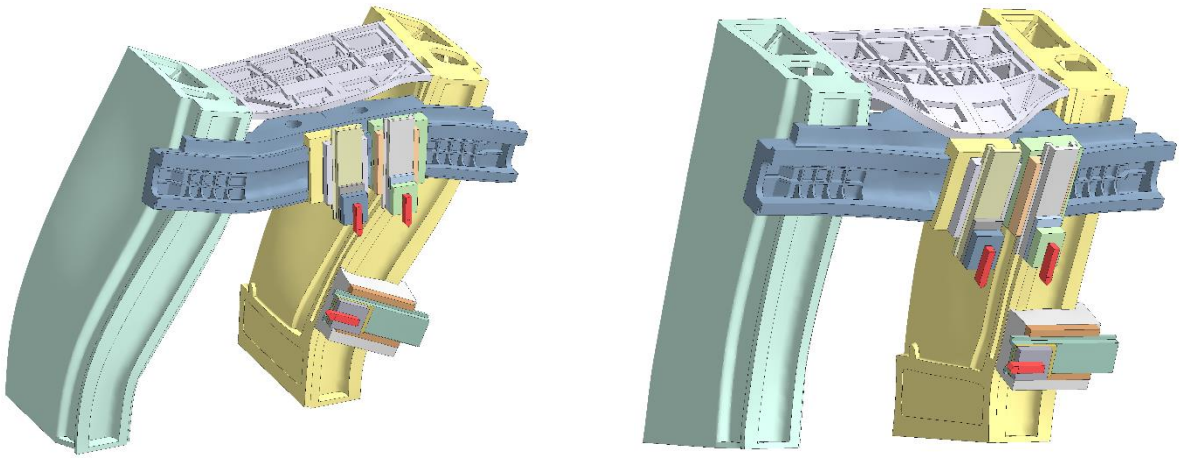
а б

Рисунок 1 – Портальный станок с подвижным столом (а) и усиливающий внутренний бетонный портал A-B-C (б): 1 – станина; 2 – деталь и стол; 3 – траверса; 4, 7 – колонны; 5 – поперечина; 6, 8 – суппорты; Т – образ инструмента

В мире накоплен большой парк станков с неподвижными порталами. За время службы чугунные детали освобождаются от остаточных напряжений и

становятся размерно-стабильными. Поэтому портальный станок может быть прецизионной машиной. Для этого нужно обеспечить жесткость портала.

Податливость пустотелого чугунного портала иллюстрируют картины двух нижних резонансных мод (рис. 2). Они выявлены виртуальными испытаниями с помощью метода конечных элементов (МКЭ). На рис. 2, а показана резонансная раскачка портала с тремя тяжелыми суппортами в поперечном (к движению стола) направлении, а на рис. 2, б – клевки в продольном направлении.



а б

Рисунок 2 – Нижние резонансные моды портала М1 «Поперечный изгиб» (*а*; 42,2 Гц) и М2 «Продольные клевки» (*б*; 54,1 Гц)

Предлагается усилить портал путем заполнения его полостей высокопрочным полимербетоном типа UHPC. Внутри чугунного портала 4, 5, 7 (рис. 1, *а*) возникает бетонный портал A-B-C (рис. 1, *б*). Реализуется схема матрешки. Колонны А, С возникают путем заливки полимербетона внутрь чугунных отливок 4, 7. Поперечина В получается вследствие размещения полимербетона над чугунной поперечиной 5 в ее открытых окнах.

Предложенная концепция «Портал в портале» подразумевает, что заливаемые тела А, В, С сольются в единый солид. Риск заключается в размещении полимербетонных масс высоко над областью обработки. Для оценки ситуации было применено МКЭ-моделирование.

Таблица 1 – Увеличение статической жесткости (Н/мкм) портала (верхние углы) при его усилении полимербетоном

Направление тестовой силы	Продольно	Поперечно
Портал «Чугун-пусто»	313,4	284,9
Портал «Чугун-бетон»	671,1 (рост в 2,14 раз)	657,8 (рост в 2,31 раз)

МКЭ-анализ показал резкое увеличение статической жесткости портала после бетонирования. Поперечная и продольная силы, приложенные в верхних углах портала (маркер 4 на рис. 1, *а*) дали отклонения портала в 2,1 и 2,3 раза меньше (табл. 1). Статическая жесткость портала достигла ~650–670 Н/мкм. Это

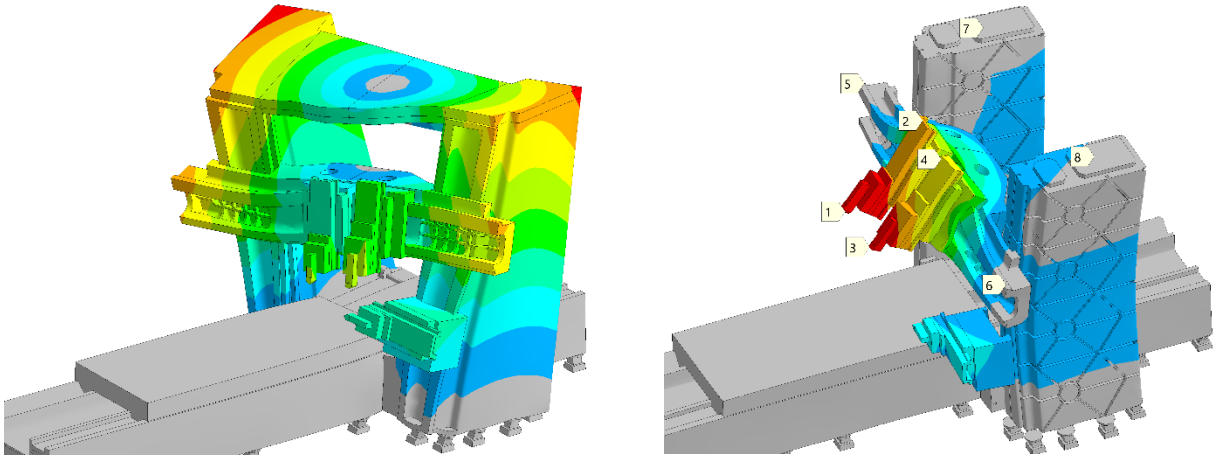
весьма высокие показатели. Усиленный портал будет способен лучше сохранять точность положения при силовой обработке.

Для оценки склонности к резонансным раскачкам при колебании сил резания проведен модальный МКЭ-анализ (табл. 2). Бетонирование портала подавляет много мод, связанных с вибрацией чугунных стенок пустых отливок. В варианте («Чугун – пусто») в диапазоне 0–160 Гц обнаружено 12 резонансов, а после усиления («Чугун – бетон») остались только моды М1–М5.

Таблица 2 – Частоты резонансных мод (Гц) в зависимости от варианта портала

	М1	М2	М3	М4
Портал «Чугун-пусто»	42,2	54,4	72,4	120,9 (М5)
Портал «Чугун-бетон»	45,9	54,2	79,1	143,3

Резонансные моды М1–М3 являются общестаночными и сравнительно низкочастотными. Частоты изгибных мод М1, М2 (рис. 2) слабо зависят от бетонирования. Увеличение жесткости примерно компенсируется подъемом центра тяжести. Крутильные моды М3, М4 (рис. 3) существенно сдвигаются вверх при усилении.



а б

Рисунок 3 – Крутильные резонансы станка: *а* – кручение портала вокруг вертикальной оси (М3; 79,1 Гц); *б* – кручение суппортов 1-2 и 3-4 вокруг оси траверсы 5–6 при малой подвижности колонн 7, 8 (М4; 143,3 Гц)

Обратим внимание на моду М4 (рис. 3, *б*). Это первая локальная мода, охватывающая почти исключительно траверсу. Модальное движение заключается в закручивании верхних суппортов (линии 1–2 и 3–4 вокруг оси траверсы 5–6. Портал, и, в частности, колонны 7, 8 имеют малые амплитуды колебаний. Частота моды М4 существенно превышает частоты группы нижних мод. В перспективе частоту крутильного резонанса траверсы можно поднять, заполнив её полости полимербетоном. Тогда предлагаемая концепция усиления портала получит дальнейшее развитие.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ МАССИВОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

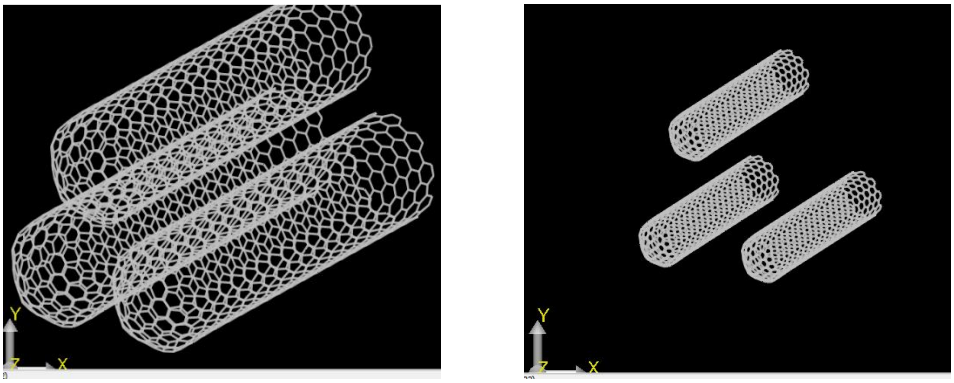
Дубовик А. В., Гулай А. В.
Белорусский национальный технический университет
is@bntu.by

Аннотация. Выполнено моделирование в программной среде Tinker массивов углеродных нанотрубок. Длина нанотрубок выбиралась в диапазоне 25–100 нм, расстояние между нанотрубками – 1,3–3,0*d*, где *d* – диаметр нанотрубки. Определялись резонансные частоты колебаний нанотрубок по величине волнового вектора. Установлены особенности спектра колебаний нанотрубок в зависимости от их диаметра и расстояния между ними.

Annotation. Modeling of arrays of carbon nanotubes in the Tinker molecular dynamics software has been performed. The length of nanotubes was chosen in the range of 25–100 nm, the distance between nanotubes was 1,3–3,0*d*, where *d* – nanotube diameter. The resonant vibration frequencies of nanotubes were determined from the magnitude of the wave vector. The features of the growth of nanotubes depending on their diameter and the combination between them were established.

Упорядоченные массивы углеродных нанотрубок представляют собой уникально организованные твердофазные дисперсные системы с управляемой в наноразмерном масштабе структурой. Нанотрубки чувствительны к воздействию окружающей газовой среды и перспективны в качестве высокочувствительных химических сенсоров с малым временем отклика. Их чувствительность на несколько порядков превышает параметры сенсорных приборов, работающих на других физических принципах.

С помощью программного пакета Tinker выполнено моделирование массивов углеродных нанотрубок (УНТ) с параметрами, которые указаны в таблице 1. С помощью инструмента xyzedit.exe проведен расчет резонансных частот углеродных нанотрубок, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Для этого предварительно сформированы массивы УНТ с соответствующей длиной нанотрубок и расстоянием между ними (рис. 1).



а б

Рисунок 1 – Массивы нанотрубок: а) $a = 1{,}3d$, б) $a = 3{,}0d$

Таблица 1 – Выбор параметров массивов углеродных нанотрубок

Длина нанотрубки L (нм)	25	30	35	40	45	50	100
Диаметр нанотрубки d (нм)	13,14						
Расстояние между нанотрубками в массиве a	1,3d	1,7d		2,0d	2,5d	3,0d	
Хиральность нанотрубки n, m	10, 10						

Расположение атомов в моделируемой углеродной нанотрубке показано на рис. 2. Выбор длины нанотрубок и расстояния между нанотрубками в массиве обусловлен следующими обстоятельствами. При значительных расстояниях между нанотрубками не наблюдается взаимодействие между ними. При большей длине УНТ в системе увеличивается количество атомов и, соответственно, возрастают объемы расчетов, для чего необходимы неоправданно большие операционные ресурсы.

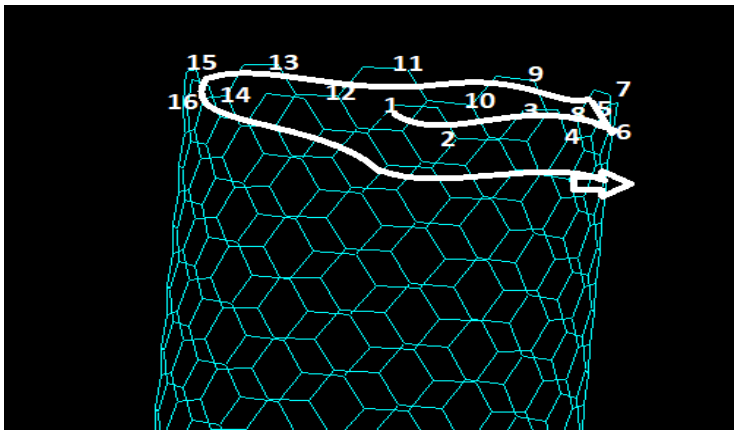


Рисунок 2 – Положение атомов в углеродной нанотрубке

Моделирование резонансных свойств массивов углеродных нанотрубок выполнялось с помощью инструмента vibrate.exe. В ходе проведенных операций расчета получены волновые числа для каждого атома в системе массива углеродных нанотрубок, а по величине волнового числа определялась частота колебаний. Волновое число k, пространственный аналог круговой частоты, равно отношению 2π радиан к длине волны λ: $k = 2\pi / \lambda$.

В одномерном случае волновому числу приписывают знак минус, если волна распространяется в отрицательном направлении (против направления выбранной оси). В многомерном случае – это обычно синоним абсолютной величины волнового вектора или его компонентов (несколько волновых чисел по количеству осей координат), он также может быть проекцией волнового вектора на определенное выбранное направление.

Результаты расчета резонансных частот атомов приведены на рис. 3. Анализ зависимости резонансной частоты УНТ показал, что при увеличении расстояния между нанотрубками в массиве происходит уменьшение частоты. Например, при длине трубки 25 нм и расстоянии между нанотрубками 1,3d максимальная частота составляет 49,936 ТГц, а при увеличении этого расстояния до 3,0d максимальная частота уменьшается до 49,928 ТГц.

Рисунок 3 – Резонансные частоты УНТ: l = 50 нм; a = 3,0d

Выполнялось также сравнение частоты колебаний атомов, имеющих одни и те же порядковые номера в углеродных нанотрубках разной длины и при различных расстояниях между нанотрубками в массиве (рис. 4).

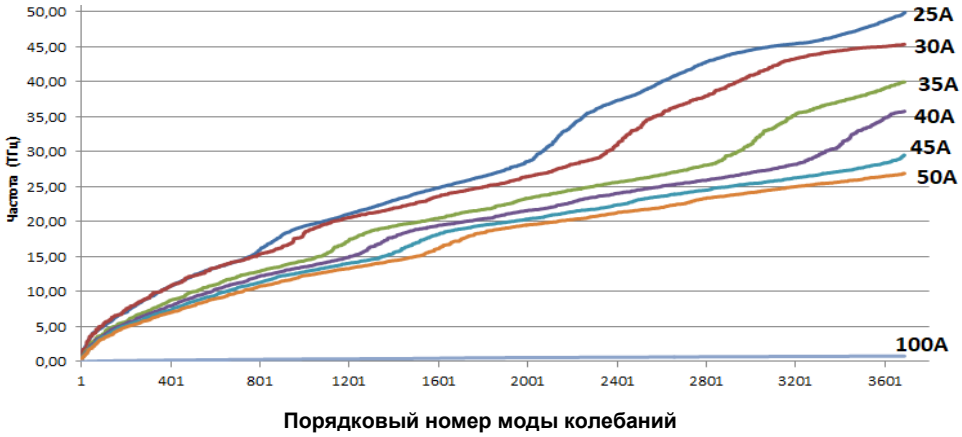


Рисунок 4 – Зависимость частоты колебаний от длины нанотрубок (расстояние между нанотрубками 3,0d)

Можно сделать вывод, что с увеличением длины нанотрубки ее резонансная частота падает, что подтверждается общефизическими представлениями об акустических колебаниях системы. Частота колебаний углеродных нанотрубок с расстоянием между ними в 1,3d значительно отличается от частоты колебаний при других расстояниях в массиве нанотрубок. Массивы нанотрубок с расстоянием 1,7d; 2,0d; 2,5d; 3,0d минимально отличаются между собой по частоте колебаний.

СОЗДАНИЕ ОЦИФРОВАННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ КОЛЛЕКЦИИ ПОЛЕЗНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОИЗВОДСТВА

Зайнитдинова Л. И., Жураева Р. Н., Лазутин Н. А., Мавжудова А. М., Бекмухамедова Н. К.
Институт микробиологии АН РУз
zajn -lyudmila@yandex.ru

Аннотация. Проводятся работы по инвентаризации, восстановлению культур и сохранности промышленно-важных свойств после длительного хранения коллекционного фонда промышленно-важных микроорганизмов Института микробиологии АН РУз, также осуществляется оцифровка данных коллекционного фонда и, на основе этого, создание электронной базы данных. Определяется изменчивость и стабильность таксономических признаков производственно-важных и промышленно-ценных бактерий. На основе изучения зарубежных баз данных коллекций культур микроорганизмов разработан интерфейс базы данных коллекции микроорганизмов Института микробиологии с использованием веб-технологий, в настоящее время эта веб-страница находится в тестовом режиме в локальной сети.

Annotation. Work is underway on the inventory, restoration of cultures and the preservation of industrially important properties after long-term storage of the collection fund of industrially important microorganisms of the Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, the data of the collection fund are also being digitized and, on the basis of this, an electronic database is being created. The variability and stability of taxonomic characters of industrially important and industrially valuable bacteria are determined. Based on the study of foreign databases of collections of cultures of microorganisms, the interface of the database of the collection of microorganisms of the Institute of Microbiology was developed using web technologies, this web page is currently in test mode on the local network.

Коллекции культур являются центрами по выделению, изучению и обеспечению сохранности различных штаммов микроорганизмов, а также предоставления культур микроорганизмов для научных, образовательных и коммерческих целей. В Узбекистане есть несколько коллекций культур микроорганизмов, в основном в системе Академии наук и Министерства здравоохранения. Наиболее полной и многообразной является коллекция промышленно-важных микроорганизмов Института микробиологии АН РУз. Коллекция создавалась на протяжении более 40 лет и постоянно полоняется новыми культурами, выделяемыми в результате выполнения научных проектов Института микробиологии АН РУз. Коллекция включает в себя непатогенные для человека и некарантинные для животных культуры микроорганизмов 4-х физиологических групп (бактерии, микроскопические грибы, актиномицеты, дрожжи). Коллекция культур промышленно-важных микроорганизмов Института микробиологии АН РУз является уникальной научной

единицей в Республике Узбекистан и занимается выявлением, исследованием и сохранением микроорганизмов в Центральноазиатском регионе.

В настоящее время, коллекция Института микробиологии АН РУз включает более 2800 штаммов местных микроорганизмов. Многие штаммы представляют практический интерес, а ряд активных культур используется фармацевтическими и пищевыми предприятиями Узбекистана для производства своей продукции. В биотехнологической продукции используются десятки культур; в основном они используются для производства пива, вина, спирта, ферментов, хлебобулочных изделий, белков, витаминов, антибиотиков, органических кислот и других продуктов. Более того, коллекционный фонд содержит бактериальные культуры, способные разрушать ароматические соединения, синтезировать наночастицы металлов, а также геохимические активные микроорганизмы. Коллекция содержит бифидо- и лактобактерии – микроорганизмы, используемые в производстве молочнокислых и других препаратов.

Имеющиеся культуры предоставляются для выполнения научных проектов и проведения исследований, как в Институте микробиологии, так и в других научных и образовательных учреждениях. Кроме того, коллекция предоставляет свои услуги для депонирования штаммов микроорганизмов с целью их патентования и принимает вновь выделенные микроорганизмы с целью длительного хранения.

В настоящее время проводятся работы по инвентаризации, восстановлению культур и оцифровка данных коллекционного фонда и, на основе этого, создание электронной базы данных. определяется изменчивость и стабильность таксономических признаков производственно-важных и промышленно-ценных бактерий. Изучение микроорганизмов, распространенных в Узбекистане и сохранение их генофонда является важной задачей, т. к. они обладают уникальными свойствами благодаря их высокой степени приспособленности к таким экстремальным условиям обитания, как высокая температура окружающей среды, засоленность и засушливость почвы, загрязненность почвы и воды солями тяжелых металлов, пестицидами, радионуклидами. Вышеуказанные факторы обуславливают наличие уникальных биологических свойств, имеющих особое значение для создания генофонда местных штаммов микроорганизмов.

На базе изучения зарубежных баз данных коллекций культур микроорганизмов разработан интерфейс базы данных с использованием веб-технологий, в котором есть возможность экспорта электронного каталога на различные платформы, что удобно при необходимости организации доступа различного уровня к каталогу коллекции. Создана первая версия домашней страницы электронного каталога (с помощью веб-программы веб-дизайна скетчей figma). На основе созданного графического дизайна основная часть интерфейса базы данных микроорганизмов «верстана» в HTML CSS, затем подключена к базе данных SQL и создана веб-страница на языке программирования PHP. В настоящее время эта веб-страница находится в тестовом режиме в локальной сети (http://microbcoll.uz) и пополняется определенными штаммами.

В результате проведенных суммарных исследований коллекционных культур микроорганизмов, разработанный нами электронный каталог будет оказывать помощь многим исследователям в дальнейшей работе. Электронный каталог является нашим первым реальным шагом в консолидации научных усилий в системе Академии наук Республики Узбекистан.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТОКАРНОГО СТАНКА

Каримова Н. К.[1], Мухиддинов З. Н.[2]
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
nazokat_karimova@internet.ru[1], zayniddinmuxiddinov@tdtu.uz[2]

Аннотация. Токарное производство – одна из основных технологий механообработки металлов, древесины, пластика, камня и других материалов не только в различных отраслях промышленности, но и у домашних мастеров. Принцип действия токарного станка остался практически неизменным с момента его изобретения, менялась только технология приведения во вращение шпинделя, принципы управления скоростью вращения и оснастка.

Современный парк используемого на производстве оборудования этого типа представляет собой токарные станки с приводом от электродвигателя, мощность которого может составлять от нескольких киловатт до сотен кВт для решения специфических машиностроительных задач. Обычно в таком оборудовании для привода шпинделя во вращение используется асинхронный трехфазный двигатель, который, к сожалению, при всех своих достоинствах имеет и ряд недостатков. Среди них: сложность изменения частоты вращения под требуемый техпроцесс. Как правило, решается с помощью редуктора и устанавливается ступенчато; большие пусковые токи. Для крупного производства это требует соблюдения определенных правил во избежание выхода из строя электропроводки и защитной автоматики; необходимость соблюдения правил отключения оборудования по той же причине; сложности автоматизации управления скоростью вращения шпинделя в станках с ЧПУ.

Annotation. Turning production is one of the main technologies for machining metals, wood, plastic, stone and other materials not only in various industries, but also among home craftsmen. The principle of operation of the lathe has remained virtually unchanged since its invention, only the technology for driving the spindle, the principles of controlling the speed of rotation and equipment have changed.

The modern fleet of equipment of this type used in production is a lathe driven by an electric motor, the power of which can range from several kilowatts to hundreds of kW to solve specific machine-building problems. Typically, in such equipment, an asynchronous three-phase motor is used to drive the spindle into rotation, which, unfortunately, for all its advantages, has a number of disadvantages. Among them: the complexity of changing the speed for the required process technology. As a rule, it is solved with the help of a reducer and installed in steps; large starting currents. For

large-scale production, this requires compliance with certain rules in order to avoid failure of electrical wiring and protective automation; the need to comply with the rules for shutting down equipment for the same reason; the complexity of automating the control of the spindle speed in CNC machines.

Управление приводами станков – одна из самых перспективных сфер применения частотных преобразователей. Преобразователи частоты устанавливают на высокоточные станки с ЧПУ, устройства также применяют при модернизации бывшего в эксплуатации оборудования.

Преимущества частотного управления двигателем станка. Приводом токарных станков обычно служат 1- или 3-фазные электродвигатели. Ступенчатая регулировка скорости вращения шпинделя осуществляется при помощи коробки передач, плавное изменение оборотов – при помощи вариатора.

Рисунок 1

Установка преобразователя частоты позволяет отказаться от коробки передач и вариатора. Устройство позволяет плавно изменять скорость во всем диапазоне путем изменения частоты питающего напряжения под нагрузкой. Для изменения частоты вращения не нужно останавливать станок.

Базовый набор функций любого преобразователя частоты включает защиту двигателя от ненормальных режимов работы. Это позволяет упростить электрическую схему станка, отказаться от релейной защиты. Функция снятия напряжения питания двигателя при предельном моменте на валу заменяет электромеханическую схему защиты от заклинивания резца.

Кроме того, потребление электроэнергии при частотном управлении напрямую зависит от фактической нагрузки. Установка преобразователя частоты снижает потребляемую мощность, уменьшает пусковой ток.

При выборе *у*-преобразователь частоты для токарного станка учитывают:

Диапазон частот выходного напряжения. Преобразователь должен обеспечивать стабильный момент на низких скоростях. Для работы в интервале 1:3; 1:5 от номинальной скорости подойдет простой частотник со скалярным управлением. При необходимости регулирования в более широком диапазоне нужен векторный преобразователь частоты с датчиком обратной связи (энкодером). В противном случае при снижении момента на валу при низкой частоте вращения существенно ухудшится качество и точность обработки.

Наличие функции защиты от заклинивания. Частотный преобразователь для станка должен иметь функцию STO (снятие момента с вала электродвигателя). Такая опция необходима:

1. Для предотвращения случайного пуска двигателя при отключении и последующем возобновлении питания.
2. Для защиты оператора и электродвигателя при заклинивании резца.

Количество фаз и способ соединения обмоток. Для двигателей на 380 В нужен трехфазный преобразователь частоты. При питании 220 В необходим частотник с входом фаза-ноль 220 В и трехпроводным выходом 220 В на каждой фазе. При подключении 3 фазного двигателя к однофазной сети обмотки переключают в «треугольник». Такая схема поможет избежать значительных потерь мощности, однако, пригодна только для простых станков для небольших мастерских и домашнего применения.

Правильно подобранный преобразователь частоты снижает расходы на электроэнергию, обслуживание и ремонт токарного станка, увеличивает производительность труда и повышает точность обработки.

Список использованной литературы

1. Saving energy with a frequency converter on vertical lathes. Karimova N.Q. Spanish journal of innovation and integrity, ISSN:2792-8268, Spanish, 2022.
2. Расчет, моделирование и конструирование оборудования с компьютерным управлением: метод.указания/ сост. Бундур М.С., Прокопенко В.А., Петков ПП, Пелевин НА. СПб.: Изд-во Политехи. ун-та, 2013.
3. М.С. Бундур, П.П Петков. Применение частотных преобразователей в приводах главного движения металлорежущих станков // Конструктор- Машиностроитель, март 2008.
4. Денисов, В.А. Электроприводы переменного тока с частотным управлением: Учебное пособие / В.А. Денисов. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013.
5. Фираго, Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока: Монография / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. - Мн.: Техноперспектива, 2006.
6. Анхимюк В.Л., Опейко О.Ф., Михеев Н.Н. Теория автоматического управления. - Мн.: Дизайн ПРО, 2000.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лойко А. И.
Белорусский национальный технический университет
loiko@bntu.by

Аннотация. Рассмотрены особенности основных этапов цифровизации информационно-коммуникативных технологий. Даны характеристики каждому из этапов и изучены перспективы освоения технологий цифровых метавселенных на основе конвергентных технологий виртуальной и дополненной реальности. Подобный анализ актуален для системы образования и инновационной деятельности.

Annotation. the features of the main stages of digitalization of information and communication technologies are considered. The characteristics of each of the stages are given and the prospects for the development of digital metaverse technologies based on convergent technologies of virtual and augmented reality are studied. Such an analysis is relevant for the education system and innovation.

Цифровизация информационно-коммуникативных технологий прошла два этапа и вступила в третий этап [1]. Первый этап предполагал интеграцию отдельных подсистем информационно-коммуникативных технологий с компьютерными компонентами. В результате получили развитие корпоративные и социальные сети коммуникации на основе компьютерных технологий. В производстве началось использование роботов и станков с числовым программным обеспечением.

На втором этапе цифровизация перешла на основу когнитивных технологий. Развитие этих технологий стали сопровождать когнитивные науки. В числе этих наук оказались когнитивная лингвистика, когнитивная психология, нейрофилософия, нейробиология и теория искусственного интеллекта. На технологическом уровне получили развитие технологии нейронных сетей и машинного обучения. В них активно используется принцип обратной связи. Он позволяет компьютерной программе на основе методологии глубокого машинного обучения выполнять функции диалога с пользователями корпоративных и социальных сетей. Распространение получила технология чат-ботов.

На третьем этапе информационно-коммуникативные технологии оказались во власти парадигмы цифровых платформ и цифровых экосистем [2]. Это дало основание говорить об экономике цифровых платформ. Эти цифровые платформы стали использоваться в модификациях промышленного интернета (Индустрия 4.0), маркетплейсов, гейм-индустрии, цифровой логистики и цифровой энергетики, а также цифрового строительства и архитектуры [3]. Реализацию получили аддитивные технологии, кибер-физические системы, Интернет вещей, Большие Данные. Но и эти технологии четвертой промышленной революции не стали пределом для разработчиков.

Примером могут быть инструменты цифровой визуализации, которые необходимы на всех этапах жизненного цикла проекта. Они позволяет визуализиро-

вать связи между структурными подразделениями проектной организации, подрядчиками и аутсорсерами. Цифровая инфраструктура представлена комплексными облачными решениями. Они выполняют функции хранения, передачи больших объемов данных и их безопасности.

В управлении проектами происходит перераспределение компетенций. Это относится к руководителю проекта и руководителям рабочих пакетов. Перенимаются знания предметной области проекта hard skills, цифровые технологии искусственного интеллекта, роботизации бизнес-процессов. На смену компетенциям контроля и мониторинга приходят новые инструменты цифровой инфраструктуры. Их представляют специализированные фреймворки и встроенные задачи в ПО. Они позволяют сэкономить время на отслеживание календарного графика, передачу информации ответственным лицам, а также, прогнозирование рисков.

В виртуальном пространстве происходит основное взаимодействие членов проектной команды. Это увеличивает скорости коммуникаций и создает новую специфику методов работы с удаленными командами. Происходит децентрализация проектных команд. Их независимость позволяет ослабить организационный контроль. Снижается бюрократическая нагрузка на руководителя проекта. Уменьшается поток отчетности и согласований. В проектных организациях формируются удаленные коллективы, деятельность которых обеспечивается использованием новых информационных и коммуникационных технологий.

Цифровой менеджмент в проектах предполагает не только организационные изменения, но и трансформации самого проекта. Конечный продукт становится более персонализированным. Анализ больших данных направляется на создание инновационных предложений с уникальными свойствами. Заказчик получает характеристики продукта, которые для него важны. Внедрение цифрового управления способствует снижению стоимости разработки проекта. Сокращается время на внесение изменений в проект.

Процесс формирования принципов деятельности характеризуется понятием «эмерджентный интеллект». Термин трактуется как определенное состояние участников проекта, при котором они представляют целостную систему, направленную на успешную реализацию проекта, и обладающую свойствами, которыми ранее не обладали ее компоненты. Эти свойства будут относиться к области решения интеллектуальных задач в управлении проектами.

Цифровые ресурсы отвечают за создание базы данных, создание архива проекта и аналитику опыта. После завершения проекта проектная организация получает базу знаний, которая является главной ценностью на рынке [4]. Принцип перераспределения компетенций, смещенный акцент на способность руководителя координировать и интегрировать проектную команду поддерживается обновленными международными стандартами управления проектами. В августе 2021 г. вышла новая седьмая версия The Guide to the PMBOK. В обновленной редакции базовые принципы достаточно мягкие, нет упора на хард скиллы. Основное внимание уделяется команде и адаптации. Процессы управления проектами в классиче-

ском, формализованном понимании больше не ставятся во главу угла. Перераспределение компетенций лежит в плоскости новых принципов, сформулированных как: команда, ценность, лидерство, целостное мышление и адаптация.

Список использованных источников

1. Лойко А.И. Коммуникация в категориях старой и новой нормальности: философский анализ / THESAURUS. Выпуск 17. – Могилев: Могилевский институт МВД, 2022. С. 84 – 91.

2. Loiko A. Barrier-free space of socio-cultural activities of digital ecosystems // Experience Industries. Socio-Cultural Research Technologies (EISCRT) – 2022 – 1(1). – P. 198 – 212.

3. Loiko A.I. Cogniyive Artifacts of the Metauniverse / Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Философия» – 2022 – Т.4. – № 4 – С. 45 – 52.

4. Лойко А.И. Методология социотехнической деятельности: системный анализ / Гуманитарные науки в начале XX1 века: научный интернет-журнал – 2022 - № 18 – С. 81 – 88.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКООРДИНАТНОГО МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА

Махамадалиев А. Ш., Алимова Н. Б.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
lazzmax5@gmail.com

Аннотация. В сатье рассмотрены основные тенденции развития многокоординатных модулей движения промышленных роботов и манипуляторов. Исследование экономически рациональных, энергоэффективных видов отечественных роботов на основе многокоординатных мехатронных модулей.

Annotation. The article considers the main trends in the development of multi-coordinate motion modules for industrial robots and manipulators. Research in economically rational, energy-efficient types of domestic robots based on multi-coordinate mechatronic modules.

Использование многокоординатного мехатронного модуля для построения роботов по новым технологиям является востребованной и актуальной задачей. В технике и технологии активно развиваются многокоординатные мехатронные системы, которые выполняют силовые и управляющие функции. Это обусловлено рядом важных положительных качеств систем, таких как простота и компактность конструкции, возможность получения значительных усилий, высокая точность и устойчивость установления фиксированных позиций, простоты управления и высокой надежности. В некоторых, странах включая Японию, Юж-

ную Корею, США, Германию, Швецию, Россию и др., особое внимание уделяется построение интеллектуальных роботов и мобильных систем на базе мехатронных модулей с качественно высокой технологией функционирования иуправления, которые ориентированы на выполнения задач в условиях неопределенности и нечеткости входной информации о внешней среде.

В Ташкентском государственном техническом университете был разработан многокоординатный мехатронный модуль, на базе которого можно сконструировать роботы с различными степенями подвижности. Для каждой степени подвижности робота в многокоординатном мехатронном модуля можно предусмотреть отдельные части реализующие линейное или вращательное движение.

В качестве примера рассмотрим конструкцию промышленного робота, имеющего четыре звена – степени подвижности (рисунок 1), каждая из которых выполняет угловые перемещения.

Разработанный промышленный робот работает прямоугольной системе координат. Основой робота является мехатронный модуль линейного движения, который обеспечивает три независимых линейного перемещения и приводит в движение три степени подвижности.

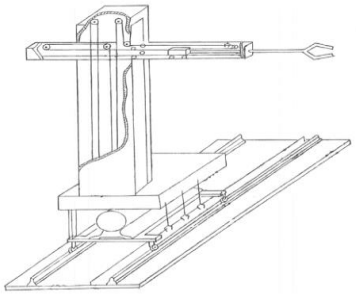


Рисунок 1 – Четырехзвенный робот на основе многокоординатного мехатронного модуля

Для обеспечения линейного движения с помощью одного многокоординатного мехатронного модуля сам модуль будет обеспечен совокупностью независимых муфт, при этом положение и количество муфт зависит от количества звеньев робота.

Назначением электромагнитных муфт является обеспечение жесткого сцепления штоков с подвижными частями МММД при их включении, т. е. при подаче на их обмотки постоянного напряжения. Возвратно поступательные движения звеньев роботов передаются с помощью штоков от электромагнитных муфт, путем контроля передачи напряжения на последних достигается преобразование возвратно-поступательных движений в поступательные перемещения.

Конструкция мехатронный модуль движения имеет три выхода и состоит из четырех однотипных силовых электромагнита. Якори в конструкции образуют две подвижные части, на которых установлены три электромагнитные муфты, которые в свою очередь охватывающие два гибких штока.

Управление движением мехатронный модуль движения осуществляется при помощи подачи управляющих сигналов на электромагнитные муфты. Таким образом, можно получить поступательные шаговые перемещения звена.

Использование мехатронного модуля в конструкции данного робота и расширяет его функциональные возможности, улучшает динамическую характеристику и уменьшает массогабаритные показатели.

Электромагнитные муфты при подаче на их обмотки постоянного напряжения обеспечивают сцепление на шток с подвижными частями мехатронный модуль движения. Электромагнитные муфты выполняют функцию механических ключей, передающих возвратно поступательные движения подвижных частей к штокам, поочередное включение и отключение которых обеспечивают преобразование возвратно-поступательных движений в поступательные перемещения.

Список использованных источников

1. Nazarov Khayriddin Nuritdinovich, Matyokubov Nurbek Rustamovich and Rakhimov Temurbek Omonboyevich (2021) "Algorithm For Calculating The Parameters Of A Multi-Position Electromagnetic Linear Mechatronic Module, "Chemical Technology, Control and Management": Vol. 2021: Iss. 6, Article 7. DOI: https://doi.org/10.51346/tstu-02.21.6-77-0051

2. Nazarov, Kh.N, Abdullaev, M.M., Rakhimov, T.O., Otamuratov, S.Sh. (2019). Mathematical description of the construction principles of electromagnetic mechatronic modules of intelligent robots. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 9 (2), 1001–1005.

3. Nazarov, Kh.N, Rakhimov, T.O. (2019b). Mathematical models of multi-coordinate electromechatronic systems of intellectual robots. Electronic Journal of Actual Problems of Modern Science, Education and Training, 3, 37–46.

4. Nazarov, Kh.N., Xasanov, P.F. (1996). Industrial Robot. Patent, No.1598380, N02K33/02, 27.11.1996, BI No.23.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СЛОИ НА ОСНОВЕ ITO ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Семченко А. В., Хахомов С. А., Сидский В. В., Гайшун В. Е.,
Коваленко Д. Л., Маевский А. А., Данильченко К. Д.
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины
semchenko@gsu.by

Аннотация. Исследованы свойства слоев ITO для последующего применения в оптоэлектронике и солнечной энергетике. Установлено влияние дополнительной термообработки на электропроводность слоев на основе ITO, синтезированных золь-гель методом. Определены оптимальные режимы формирования сложных оксидных тонкопленочных материалов.

Annotation. The properties of ITO layers for further application in optoelectronics and solar energy have been studied. The effect of additional heat treatment on the

electrical conductivity of ITO-based layers synthesized by the sol-gel method was found. The optimal regimes for the formation of complex oxide thin-film materials are determined.

Пленки прозрачных проводящих оксидов (ППО) десятилетиями использовались в оптоэлектронных устройствах в качестве прозрачного электрода из-за сочетания высокого пропускания в оптическом диапазоне и высокой электропроводности. Свойства оксида индия-олова (ITO) вызвали большой интерес к этому материалу. Тонкие пленки ITO используются в оптоэлектронике и микроэлектронике, в частности, в солнечных элементах, светодиодах, лазерных диодах, плоских дисплеях и др. In_2O_3:SnO_2 (ITO) является полупроводником с шириной запрещенной зоны 3,7–4,3 эВ, обеспечивающим высокое пропускание в видимой области света. Собственные вакансии кислорода и легирующие примеси ионов Sn, возникающие при образовании ITO, объясняют высокую электропроводность материала. Свойства пленок ITO в оптоэлектронных устройствах существенно зависят от метода, используемого для осаждения пленки.

Для синтеза слоев ITO нами предлагается использовать золь-гель метод.

На рисунке 1 представлены спектры оптического пропускания (T) тонких пленок ITO, состоящих из разного количества слоев, нанесенных на стеклянную подложку, отожженных при разных температурах.

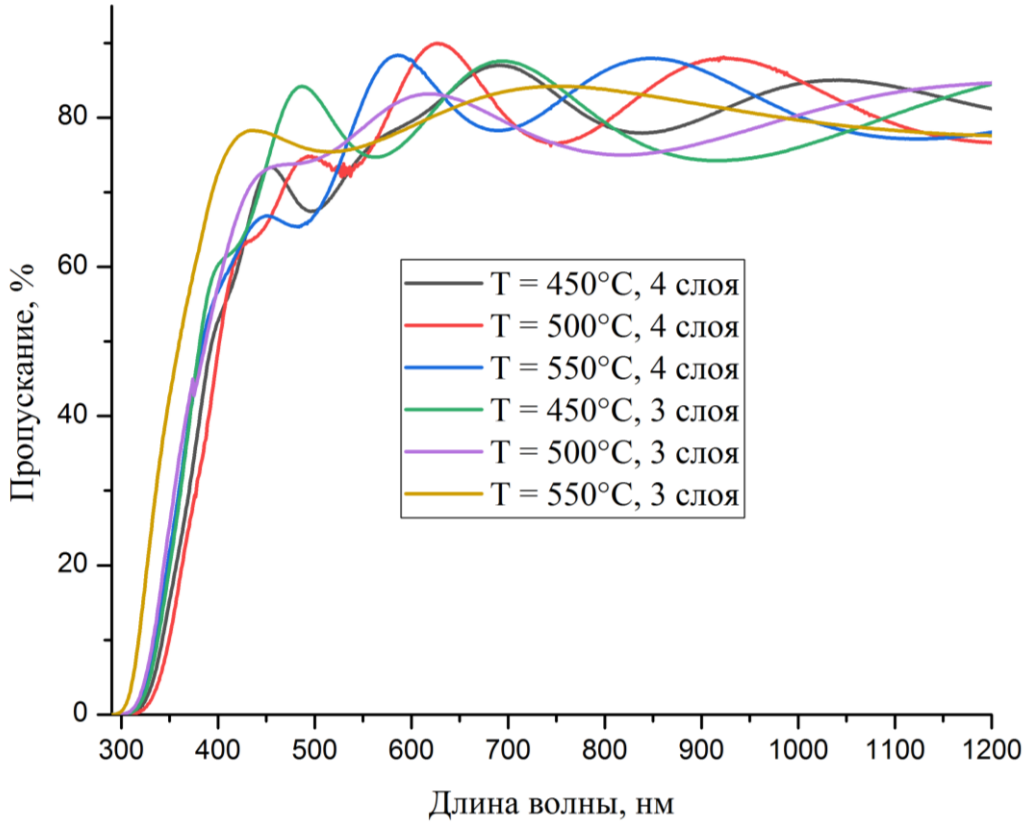


Рисунок 1 – Спектры пропускания слоев ITO

Пленки ITO, нанесенные на стекло, обладают хорошим коэффициентом пропускания (75–85 %) в видимом и ближнем ИК-диапазонах. Более длительный отжиг при 550 °С приводит к небольшому смещению края полосы основного поглощения в коротковолновую сторону за счет уплотнения пленки и улучшения ее кристаллической структуры. Также спектры пропускания имеют осциллирующий характер, характерный для возникающих интерференционных эффектов в многослойных тонкопленочных структурах. Оптические свойства пленок ITO не меняются после дополнительного отжига в вакууме.

На рисунке 2 представлены значения удельного поверхностного сопротивления различных покрытий в зависимости от параметров их изготовления (температуры отжига и толщины пленок).

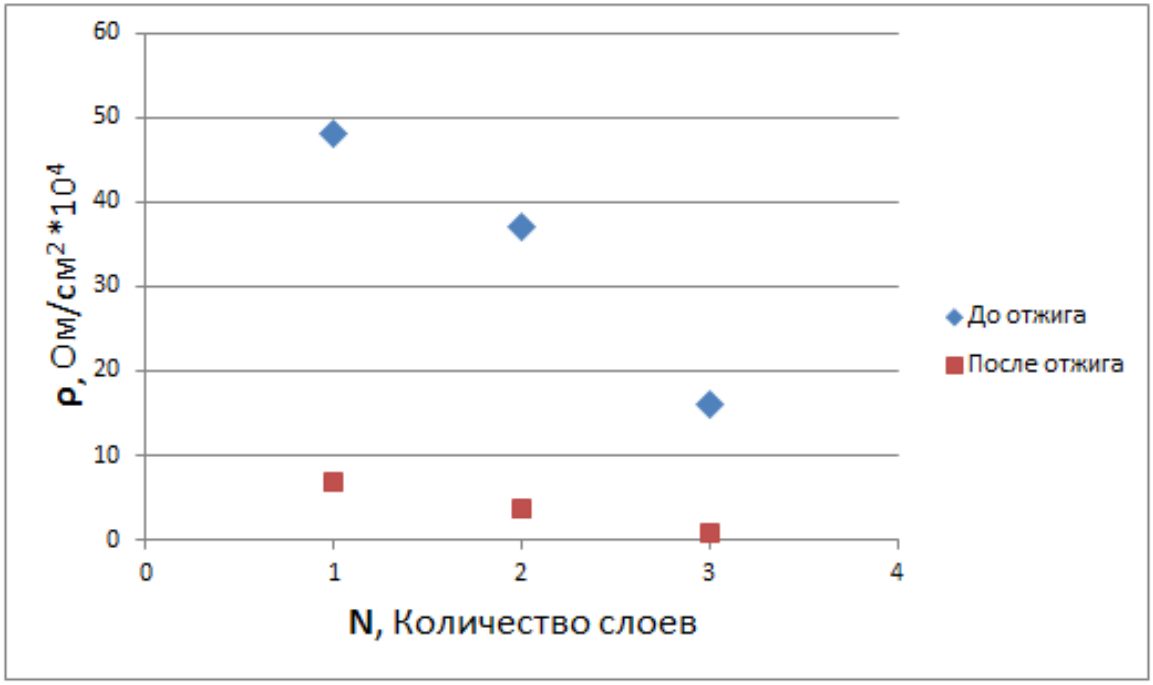


Рисунок 2 – Удельное поверхностное сопротивление слоев ITO

Из рисунка 2 видно, что увеличение числа слоев и повышение температуры отжига приводят к незначительному снижению удельного поверхностного сопротивления. Заметное снижение удельного поверхностного сопротивления наблюдается при увеличении количества слоев и при применении дополнительного отжига в вакууме при температуре 350 °С, приводящего к уплотнению пленки и частичному восстановлению металлов.

На рисунке 3 представлены типичные АСМ-изображения поверхности образца ITO (топография, фазовый контраст, зернистость), площадь сканирования 4 × 4 мкм.

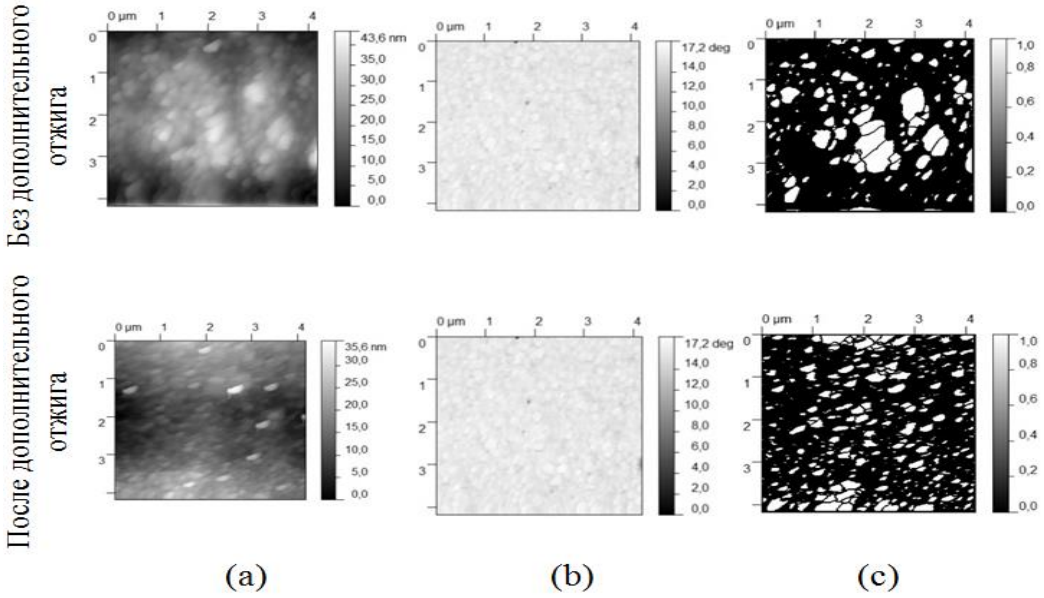


Рисунок 3 – АСМ-изображения поверхности образца ITO:
а – топография, *б* – фазовый контраст, *в* – зернистость

На поверхности пленки ITO наблюдаются равномерно распределенные сферические зерна с четкими границами между ними, с характерным размером зерна 120 нм и субшероховатостью 5,5 нм. Отметим, что субшероховатость слоя образца ITO (6 слоев) на поверхности полированного кремния не превышает 3 нм. После дополнительного вакуумного отжига структура уплотняется, размер зерна уменьшается до 70 нм, а субшероховатость до 4,2 нм, что хорошо согласуется с измерениями удельного сопротивления. Синтезированные слои обладали высокой адгезией к поверхности подложек.

Установлено влияние дополнительной термообработки на электропроводность слоев на основе ITO, синтезированных золь-гель методом. Определены оптимальные режимы формирования сложных оксидных тонкопленочных материалов.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, проект Т22УЗБ-074.

ВИЗУАЛЬНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗНАКОВЫЕ СИСТЕМЫ В ДИЗАЙНЕ КАК ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Стригельская И. В.
Белорусский национальный технический университет
irinra@tut.by

Аннотация. В статье рассматривается значение визуально-графических знаковых систем как ключевых составляющих информационно-коммуникационных технологий. Визуальная коммуникация берет свое начало еще с древних времен, когда первобытные люди с помощью наскальных рисунков и символов передавали друг другу информацию. Сегодня визуальные коммуникации стали

неотъемлемой частью информационного пространства. Доказано, что изображения обрабатываются человеческим мозгом гораздо быстрее текстовой информации и, следовательно, более эффективны.

Искусство визуальных коммуникаций в дизайне активно развивается на рубеже XX–XXI веков, и несет знание о семиотике целых культур. В статье рассматривается классификация визуально-графических знаковых систем, поясняются особенности применения иконических знаков, знаков-индексов и комплексных знаково-информационных систем, а также рассказывается об основных культурных символах Республики Беларусь.

Annotation. The article discusses the importance of visual and graphic sign systems as key components of information and communication technologies. Visual communication dates back to ancient times, when primitive people transmitted information to each other with the help of rock paintings and symbols. Today visual communications have become an integral part of the information space. It is proved that images are processed by the human brain much faster than text information and, therefore, more efficient.

The art of visual communication in design is actively developing at the turn of the XX-XXI centuries, and carries knowledge about the semiotics of entire cultures. The article discusses the classification of visual and graphic sign systems, explains the features of the use of iconic signs, index signs and complex sign and information systems, and also tells about the main cultural symbols of the Republic of Belarus.

Визуально-графические знаковые системы в дизайне являются мощным инструментом визуальной коммуникации. Сегодня визуальные графические коммуникации становятся главным компонентом современного потребительского рынка, находя свое отражение не только в рекламе, фирменном стиле, но и в образе самого товара. С помощью знаков и символов, созданных логотипов, можно более достоверно и убедительно передавать информационные послания покупателям товаров или потребителям услуг, таким образом, используя визуально-графические знаковые системы в качестве сильнейшей информационно-коммуникационной технологии.

Изображения обрабатываются человеческим мозгом в 60 000 раз быстрее, чем текстовый материал – очевидно, что визуальное общение в разы превосходит вербальное по эффективности [1]. Визуальная коммуникация оперирует двухмерными изображениями – плакатами, видеорядом, знаками, графикой. Коммуникационные дизайнеры ищут способ привлечь аудиторию, вызвать эмоциональную реакцию и передать необходимую информацию, чтобы мотивировать людей откликнуться на сообщения [2]. Визуально-графические знаковые системы служат для увеличения числа продаж, популяризации определенного бренда.

Существует определенная классификация визуально-графических знаковых систем. Выделяют *иконические знаки, знаки-индексы и комплексные знаково-информационные системы*.

Иконические знаки включат в себя стилизованное изображение какого-либо объекта или субъекта. Часто для иконического знака исходным источником

для получения стилизованного изображения служат объекты живой природы: растения или животные.

Область применения знаков-индексов простирается на все сферы социокультурной, производственной и общественной деятельности человека, от искусства до воспитания, образования и науки. Графическими средствами для создания иконических знаков служат точка, линия, пятно. В знаках-индексах активно используются методы обобщения формы, представляя знак в виде элементов из геометрических фигур, линий или пластичных композиционных пятен. Принципы их формально-образной организации сводится к отказу от лишней детализации и носит абстрактный характер.

Комплексные знаково-информационные системы объединяют в себе изобразительный знак и шрифтовой логотип. Такие знаковые системы являются наиболее распространенными в современном дизайне. Художественно-образные средства, такие как: пластическая стилизация, обобщение, типографизация и абстрактная формализация являются основой для создания комплексных знаковых систем [3].

Искусство визуальных коммуникаций в дизайне активно развивается в конце XX и начале XXI веков, и несет знание о семиотике целых культур [4]. Если понимать значение знаков и символов, то можно расшифровать целую историю народа и понять его культурные особенности.

Какие же культурные символы позволяют составить представление о Республики Беларусь, о природе страны, и выразить национальные духовные ценности? Такими значимыми графическими символами в Беларуси являются изображения зубра, аиста и василька.

Зубр символизирует мощь и силу Республики Беларусь. Страна занимает первое место по количество вольно живущих зубров. Больше всего их обитает в Беловежской пуще – национальном парке Республики Беларусь. Сегодня изображение зубра встречается в официальной символике Беларуси, а также часто используется дизайнерами при создании логотипов предприятий, рекламных плакатов, буклетов и других видов полиграфической и рекламной продукции. Зубр стал эмблемой минского хоккейного клуба «Динамо». В 2014 г. изображение животного было талисманом чемпионата мира по хоккею, который проводился в Минске. Стилизованное изображение зубра символизировало мощь, динамику и достоинство игры [5].

Аист являлся символом добра, чистоты и мира еще с древнейших времен, когда на территории Беларуси люди поклонялись языческим богам. Тогда они верили, что после смерти душа устремляется в лучший мир в теле аиста. Когда аисты возвращались весной с теплых краев, считалось, что «колесо жизни» опять завертелось, и жизненный цикл продолжился. Белорусы считают аистов предвестниками счастья и благополучия. Аист символизирует чистоту, толерантность, веротерпимость. Часто изображение аиста можно увидеть как логотип, эмблему благотворительных организаций.

Еще одним значимым символом для Республики Беларусь является василек. Он не обладает пышностью и эффектностью садовых цветов, но изысканно красив среди колосьев озимых злаков. Изображение этого цветка символизирует

скромность, надежность, трудолюбие и гостеприимство. Букет васильков, собранный в поле, мог украсить праздничный стол, а сплетенный из васильков венок дополнял образ девушки, одетой в национальный костюм. Скромный цветок всегда радовал людей, работающих на земле, а изображение василька с давних времен использовалось как элемент вышивки в ручниках для совершения народных обрядов. Сегодня дизайнерами активно используется изображение василька в орнаментах, логотипах, при разработке фирменного стиля. Синий цвет василька символизирует чистоту и спокойствие, уравновешенность и толерантность – качества, присущие белорусскому народу.

Визуально-графические знаковые системы являются необходимым элементом информационно-коммуникационных технологий и важнейшим условием предметно-преобразующей деятельности людей. Невозможно представить современный дизайн без столь мощного инструмента невербальной коммуникации. При разработке и создании знаковых систем в дизайне необходимо учитывать их символическое значение, так как изображение является носителем исторического, культурного и индивидуального опыта человека.

Список использованных источников

1. Сила визуальной коммуникации: [электронный ресурс]. Дата обновления: 01.02.2023. URL: http://lpgenerator.ru/blog/2014/05/14/sila-vizualnoj-kommunikacii/?ysclid=le6tb83fjl580865950/ (дата обращения: 07.02.2023). – Режим доступа: свободный.

2. Визуальные коммуникации [электронный ресурс]. URL: http://studfile.net/preview/6274338 (дата обращения: 12.02.2023). Визуальные коммуникации/ http://studfile.net/ – Режим доступа: свободный.

3. Чернышев, О.В. Композиция. Творческий практикум: учебное пособие/ О.В.Чернышев. Минск: Беларусь, 2003. - 447 с.;

4. Тема IV. Знаковые системы культуры (studfile.net) [электронный ресурс]. URL:https://studfile.net/preview/4112307/page4/ (дата обращения:20.02.2023). – Режим доступа: свободный;

5. Зубр, аист, василек. Какие культурные символы нас объединяют – узнали у профессора БГУ (sb/by) [электронный ресурс]. Держанович В./ Беларусь сегодня (дата публикации: 16.09.2021г). URL: http:// www.sb.by/articles/chto-i-sledovalo-pokazat.html?ysclid=legrzybex428720898/ (дата обращения: 22.02.2023). – Режим доступа: свободный.

ПРИБОРНЫЙ РЯД МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ С ГЛУБОКИМИ МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ

Тявловский К. Л., Воробей Р. И., Гусев О. К., Самарина А. В.,
Свистун А. И., Сороко Ю. Д., Шадурская Л. И.
Белорусский национальный технический университет,
ktyavlovsky@bntu.by

Аннотация. Использование полупроводников с собственной фотопроводимостью, слабо легированных глубокими примесями, формирующими несколько уровней с разными зарядовыми состояниями в запрещённой зоне, позволяет создать ряд сенсоров для одновременного измерения нескольких физических параметров. Особенности физических процессов заполнения уровней многозарядной примеси позволяют создавать мультипараметрические сенсоры на основе ряда простых приборных структур, для преобразования различных сочетаний входных воздействий.

Annotation. Use of semiconductors with own photoconductivity, poorly alloyed by the penetrating impurities forming of some levels with different charging states in the forbidden region, allows to create a series of sensor controls for simultaneous measurement of several physical parametres. Features of physical processes of filling of levels of multiply charged impurity allow to create multiparametrical sensor controls on the basis of a series of simple instrument frames, for transformation of various combinations of entrance influences.

В настоящее время многие задачи оптической диагностики решаются с использованием ПЗС- или КМОП- многоэлементных сенсоров. Однако существует и ряд применений, где требуется использование одноэлементных фотоприёмников, к тому же работающих в расширенных энергетических и спектральных диапазонах чувствительности. При этом большой интерес вызывают сенсоры, формирующие измерительный сигнал, содержащий информацию о нескольких разнородных физических параметрах. Такую возможность обеспечивают сенсорные структуры [1] на основе полупроводников с собственной фотопроводимостью, слабо легированных глубокими примесями, формирующими несколько уровней с разными зарядовыми состояниями в запрещенной зоне.

Особенностью рассматриваемых структур является чувствительность к одному или нескольким параметрам оптического излучения, чувствительность к нескольким разнородным воздействиям и возможность управления чувствительностью к одному из параметров дополнительным управляющим воздействием. Спектральный диапазон чувствительности таких сенсоров находится в диапазоне от видимого света до примерно 10 мкм и определяется совокупностью свойств основного полупроводника и глубокой многозарядной примеси [2, 3].

Принципы работы таких приборных структур, свойства которых приведены в таблице 1, описаны в [1, 4]. Отметим, что разнообразие преобразовательных характеристик достигается не сложностью конструкции приборной структуры, а

использованием рекомбинационных характеристик активной области полупроводниковой структуры при управляемом изменении заполненности энергетических уровней глубокой примеси при изменении её зарядового состояния [1–3]. Разработанные приборные структуры [1] не исчерпывают возможный перечень параметров входных воздействий, формирующих измерительный сигнал. Так, например, при использовании приборной структуры биполярного или полевого транзистора, дополнительным входным воздействием может являться магнитное поле [5]. Обобщающим свойством всех структур (таблица 1) является чувствительность к интенсивности оптического излучения J; другим параметром оптического излучения, выделяемым некоторыми сенсорами как измерительный сигнал, является длина волны λ. Ряд сенсоров чувствителен к пространственному положению светового пятна X, Y, Z. Возможна также реализация чувствительности к магнитному полю, механическому напряжению и другим воздействиям.

Таблица 1 – Характеристики мультипараметрических сенсоров

Структура сенсора	Чувствительность к параметрам	Управляющее воздействие	Положительный эффект
Резистивная	J_1- J_N	J_R	Расширение диапазона энергетической преобразовательной характеристики
Резистивная	J, λ	J_R, ток через дополнительный электрод	Переключение «красной границы» спектральной чувствительности
Резистивная с электродами по четырем сторонам	J, X, Y	Электрическое смещение	Определение координат светового пятна
Резистивная с электродами по четырем сторонами электродом на тыльной стороне	J, X, Y, Z	Электрическое смещение	Реализует функцию оптического компаратора
Двухбарьерная	J, λ	Электрическое смещение	Определение длины волны
Биполярный транзистор	J, B	J	Управление чувствительностью к магнитному полю, увеличение чувствительности

В качестве управляющего воздействия, как правило, используется либо дополнительное оптическое излучение J_R, либо электрическое смещение сенсора, либо один из измеряемых параметров, участвующих в формировании измерительного сигнала, например, напряженность магнитного поля. Отметим, что приборный ряд мультипараметрических сенсоров на основе полупроводников с глубокими многозарядными примесями образован одноэлементными структурами. Благодаря использованию особенностей физических процессов заполнения

уровней многозарядной примеси возможно формирование мультипараметрических сенсоров для преобразования различных сочетаний входных воздействий на основе ряда простых приборных структур.

Исключение дополнительных оптических и конструктивных элементов, возможность работы разработанных сенсорных структур в нескольких поддиапазонах преобразовательных характеристик, переключение между которыми производится как под действием самого измерительного сигнала (автоматически), так и под действием дополнительных воздействий (таблица 1) приводит не только к расширению функциональных возможностей сенсора, но и к расширению динамического диапазона их преобразовательных характеристик.

Список использованной литературы

1. Series of Photovoltaic Converters Based on Semiconductors with Intrinsic Photoconductivity / R.I. Vorobey [et al.] // Devices and Methods of Measurements – 2021, №2, – Pp. 108-116

2. Lauwaert, J. Majority carrier capture rates for transition metal impurities in germanium / J. Lauwaert, P. Clauws // Thin solid films. – 2010. – Vol. 518(9). – P. 2330–2333.

3. Никитина, А.Г. Бистабильные амфотерные центры в полупроводнике / А.Г. Никитина, В.В. Зуев // Физика и техника полупроводников. – 2008, т. 42, вып. 2. – С. 141-146.

4. Воробей, Р.И. Фотоприемники на основе собственных полупроводников для построения измерительных преобразователей / Р.И. Воробей, О.К. Гусев, А.И. Свистун, К.Л. Тявловский, Л.И. Шадурская // Метрология и приборостроение – 2017, № 2. – С. 32-40.

5. Воробей, Р. И. Комбинированный оптико-магниторекомбинационный преобразователь/ Воробей, Р. И. Гусев, О. К. Свистун, А. И. Тявловский, К. Л. Шадурская, Л. И. // Материалы и структуры современной электроники: материалы X МНТК, Минск, 12–14 окт. 2022 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: В. Б. Оджаев (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2022. – С. 47-52.

СЕКЦИЯ «МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ И СТИМУЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА»

ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Абдурашидова М. С.
Ташкентский государственный экономический университет
Berkana27@mail.ru

Аннотация. Инновации в современном обществе по праву рассматриваются как ключевой фактор построения экономики, основанной на знаниях. Последние десять лет предпринимаются достаточно интенсивные усилия по созданию разнообразных организационных структур, деятельность которых была бы ориентирована на поддержку и развертывание инноваций в вузах страны. Современная экономика, остро нуждающаяся в дополнительных источниках роста, резервах, способных вывести ее на инновационный путь стабильного и долгосрочного развития, предъявляет качественно новые требования к существующим образовательным структурам. Растущая потребность в новых идеях, способности довести идеи и разработки до стадии готового изделия или продукции требует изменения подхода к позиционированию и роли высших учебных заведениях в регионах.

Annotation. Innovations in modern society are rightfully considered as a key factor in building a knowledge-based economy. Over the past ten years, quite intensive efforts have been made to create a variety of organizational structures whose activities would be focused on supporting and deploying innovations in the country's universities. The modern economy, which is in dire need of additional sources of growth, reserves that can lead it to an innovative path of stable and long-term development, imposes qualitatively new requirements on existing educational structures. The growing need for new ideas, the ability to bring ideas and developments to the stage of a finished product or product requires a change in the approach to positioning and the role of higher education institutions in the regions.

Современный университет сегодня становится не просто учебным заведением, местом сосредоточения научных разработок и фундаментальных знаний, а играет роль важнейшего субъекта, определяющего темпы развития, структуру и процессы формирования инновационного рыночного поля. Вузы могут быть не только частью создаваемых в регионах инновационных экосистем – у них есть все возможности для того, чтобы стать интегрирующим звеном в такой системе.

Существующие методики оценки деятельности университетов в плане их инновационной составляющей имеют достаточное количество недостатков и направлены главным образом на оценку инновационного потенциала университета, т.е. его возможностей в области генерации инноваций и коммерциализации технологий. Для совершенствования методики оценки уровня инновационной среды университета необходимо изучить и выделить основные недостатки в существующих системах оценок уровня инновационной деятельности высших учебных заведений.

Согласно международному опыту, главным критерием деятельности престижных университетов мира является академический престиж, результативность научно-исследовательской деятельности и качество кадров. Эти показатели достигаются профессорами и преподавателями путем публикации статей в журналах с высоким импакт-фактором, повышения показателей цитируемости, инвестиционной привлекательности, привлечения зарубежных образовательных и научных технологий, установления взаимовыгодного сотрудничества в сфере образования, науки и производства.

В результате, согласно анализу основных показателей эффективности деятельности высших учебных заведений:

1) научный потенциал увеличился в среднем на 6,1 % за последние пять лет: 2017 год – 30,3 %, 2018 год – 34,0 %, 2019 год – 34,1 %; 2020 год – 34,5 %, 2021 год – 36,4 %;

2) возросла активность по коммерциализации результатов образования, науки, инноваций и исследований, и высшие учебные заведения увеличили доход от научно-исследовательской деятельности с 49,7 млрд сум в 2017 году до 236,1 млрд. сум в 2021 году (в 5 раз);

3) число профессоров с ученой степенью доктора наук (DSc) или званием профессора достигло 2790 (2477 в прошлом году), число профессоров с ученой степенью кандидата наук (PhD) или званием доцента достигло 9992 (8710 в прошлом году);

4) число профессоров и преподавателей со степенью PhD или DSc из вузов, вошедших в список лучших 1000 вузов мира, увеличилось до 497 (450 в прошлом году);

5) количество научных статей в престижных международных журналах увеличилось в 1,5 раза по сравнению с прошлым годом, достигнув 19 981;

6) количество иностранных студентов увеличилось в 21,1 %, достигнув 5768 человек.

Национальный университет Узбекистана вошел в число 500 лучших университетов мира по результатам, достигнутым в области «Математика» по версии QS. 10 отечественных высших учебных заведений вошли в рейтинг азиатских университетов, опубликованный Times Higher Education за 2022 год.

Кроме того, 30 наших высших учебных заведений вошли в рейтинг THE Impact Rankings за 2022 год, целью которого является оценка влияния высших учебных заведений на достижение Целей устойчивого развития (ЦУР), предусмотренных Организацией Объединенных Наций до 2030 года.

Национальный университет Узбекистана, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкентский государственный технический университет и Самаркандский государственный университет заняли места в рейтинге QS развивающихся стран Европы и Центральной Азии.

Рисунок 1 – Национальный рейтинг высших учебных заведений Республики Узбекистан

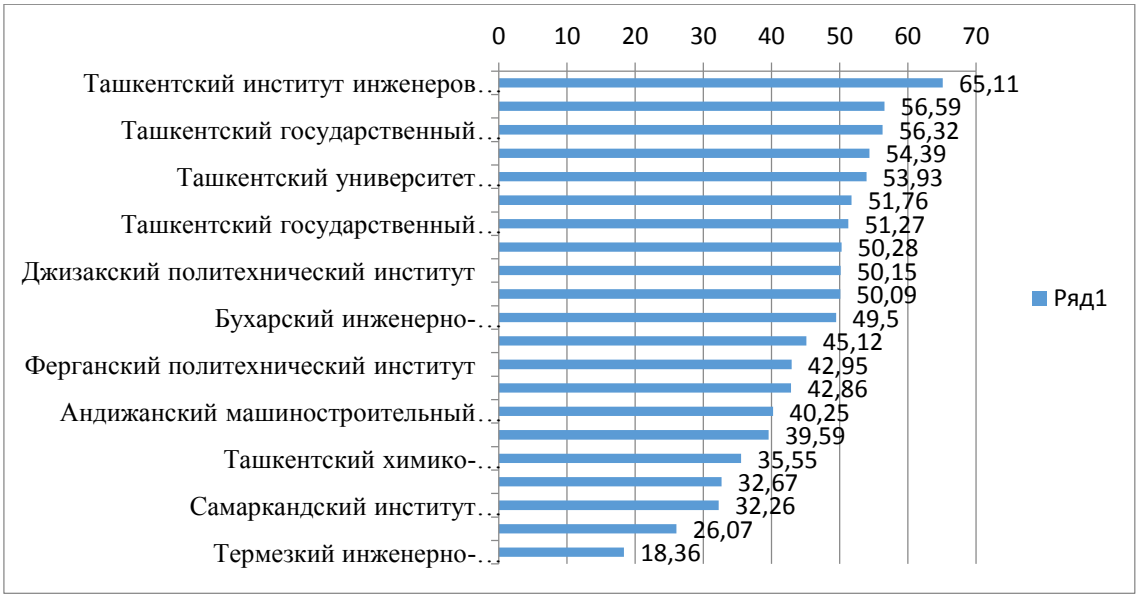


Рисунок 2 – Рейтинг высших учебных заведений технической и сельскохозяйственной сферы

Национальный университет Узбекистана, Самаркандский государственный университет, Ташкентский университет информационных технологий, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкентский государственный технический университет лидируют по количеству профессоров и преподавателей, получивших ученую степень доктора философии (PhD) и доктора наук (DSc) в престижных университетах мира, входящих в список ТОП-1000. В 8 вузах таких всего по одному человеку, а в 11 вузах таких педагогов вообще нет.

Большинство иностранных профессоров и преподавателей работают в Ташкентской медицинской академии, Ташкентском государственном техническом университете, Самаркандском государственном университете, Ташкентском государственном университете узбекского языка и литературы.

Количество стран, из которых в Узбекистан приезжают иностранные профессора, преподаватели и студенты, увеличилось на 10 % и на сегодняшний день составляет 68.

Большинство иностранных профессоров и преподавателей приехали из России, Казахстана, Кыргызстана, Южной Корее, Беларуси. Большинство студентов приехали из Туркменистана, Пакистана, России, Индии, Казахстана.

ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ АНТИПИРЕНОВЫХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНЫХ ЦИАНУРОВОЙ КИСЛОТЫ

Аслонова Ф. С., Ганиев Б. Ш.
Бухарский государственный университет
aslonovaferangiz@gmail.com, b.sh.ganiyev@buxdu.uz

Аннотация. В данной статье представлены огнезащитные свойства органических соединений, образующихся при взаимодействии циануровой кислоты с мочевиной и тиомочевиной, и их лабораторный анализ. Были проведены первые эксперименты по огнезащитным свойствам производных циануровой кислоты, а также в смеси соединений с фосфоритами. В этом случае в качестве тестовых материалов были выбраны хлопчатобумажный материал, бумага, древесная стружка и картон, и результаты были записаны.

Annotation. This article presents the flame retardant properties of organic compounds formed by cyanuric acid with urea and thiourea, and their laboratory analysis. The first experiments were carried out on the flame retardant properties of cyanuric acid derivatives, as well as in a mixture of compounds with phosphorites. In this case, cotton material, paper, wood shavings, and cardboard were selected as the test materials, and the results were recorded.

В настоящее время в целях реализации стратегии развития легкой промышленности Узбекистана, обеспечивающей развитие инновационной и научной деятельности, одним из направлений является создание прогрессивных технологий по получению новых текстильных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами. Создание материалов пониженной горючести достигается путем поверхностной и глубокой пропитки материалов специальными составами, введения антипиренов в состав исходных композиций, использования различных минеральных наполнителей, а также путем использования разнообразных технологических приемов.

Для изучения огнезащитных свойств, синтезированных мочевины и тиомочевины замещенных производных циануровой кислоты в лабораторных условиях в качестве материалов для предварительных испытаний, были использованы образцы определенных размеров и форм из хлопчатобумажного материала, бумагы, картона и древесной стружки и согласно источникам [1, 2]. Изучены их огнезащитные свойства, для этого из обычной белой бумаги, картона и серого картона вырезали квадратную форму размером 55×55 мм и измеряли 10 образцов

по 0,3 г древесной стружки. Все подготовленные материалы замачивали в 10 %-ных растворах моно-, ди-, тримочевинных и тиомочевинозамещенных производных циануровой кислоты и растворах низкосортного фосфоритной (Кызилкум) смеси этих производных и сушили. Для сжигания высушенных образцов было установлено среднее время горения 1 минута, при этом их выдерживали горизонтально на расстоянии 5 см в постоянном пламени. В частности, проверялась скорость горения СуМ1, СуМ2, СуМ3, СуМ1 + фосфорита, СуМ2 + фосфорита, СуМ3 + фосфорита, СytМ2, СytМ3, СytМ2 + фосфорита, СytМ3 + фосфорита с древесной стружкой в заданном интервале времени.

По результатам исследования разница между измеренной массой древесной стружки без содержания до сжигания и массой, оставшейся после сжигания в течение 1 мин, составила 1,34 г. Разница в пробах 0,05 г (СуМ1); 0,06 г (СуМ2); 0,09 г (СуМ3); 0,055 г (СуМ1 + фосфорит); 0,03 г (СytМ2 + фосфорит); 0,07 г (СytМ2); Она составила 0,04 г (СуМ2 + фосфорит, СуМ3 + фосфорит, СytМ3 + фосфорит, СytМ3).

Было изучено содержимое древесной стружки, и это содержание было подробно объяснено в практической части. Эти результаты показывают, что древесная щепа без антипиренов горит в течение 1 минуты по сравнению с уменьшением 1,34 г на 3,73 % для содержания СуМ1, 4,47 % для содержания СуМ2, 6 для содержания СуМ3, композиции СуМ1 + фосфорит, на 2,98 % для композиций СуМ2 + фосфорит, СуМ3 + фосфорит, СytМ3 и СytМ3 + фосфорит, на 5,22 % для композиции СytМ2 и на 2,23 % для композиции СytМ2 + фосфорит. Состав с наименьшей потерей массы (СytМ2 + фосфорит), т. е. образец, содержащий элементы S, P, N, обладал более высокими антипиреновыми свойствами по сравнению с другими образцами. Ниже показаны в таблице 1 результаты экспериментов по нанесению антипирена на хлопчатобумажном материале, бумаги, картона и древесной стружки.

Таблица 1 – Лабораторный анализ антипиреновых свойств производных циануровой кислоты

Исследуемый объектный материал	СуМ1	СуМ2	СуМ3	СуМ + фосфорит			СytМ 2	СytМ 3	СytМ+ фосфорит	
				СуМ1	СуМ2	СуМ3			СytМ2	СytМ3
Бумага	Сгорел заживо на 3 см	Обугленный	Сгорел заживо	Не сгорел	0,5 см обугленный	Не сгорел	Не сгорел	Сгорел заживо на 3 см	Слегка обугленный	0,5 см обугленный
Серая марля	0,4 см сжался	Загорается 0,5 см	Слегка обугленный	Сгорел зажег 2 см	Сгорел зажег 2 см	Сгорел зажег 2 см	–		Сгорел зажег 1 см	Сгорел зажег 2 см
Картон	–			Чернила 3×3 $см^2$	2,5×2,5 $см^2$ чернила	Чернила 3×2, 5 $см^2$	–		Не сгорел	Чернила 3×2, 5 $см^2$
t = 1 минута										

Ранее нами было опубликовано несколько работ по синтезу и по исследованию мочевино- и тиомочевино замещенных производных циануровой кислоты [3–5]. Определено структурно-состав этих соединений с использованием различных физико-химических методов исследования, а также их биологическая активность. Кроме того, при проверке огнезащитных свойств синтезированных образцов в экспериментальном процессе в результате исследований было доказано, что определенные концентрированные растворы этих веществ обладают высоким уровнем огнестойкости, и планы их применения были развиты бумажное производство и текстильная промышленность.

Список использованных источников

1. Баратов А. Н., Андрианов Р. А., Корольченко А. Я. и др. Пожарная опасность строительных материалов. Москва, 1988, С. 158 – 165.

2. Лазаренков, А. М., Фасевич Ю. Н. «Курс лекций по дисциплине «Охрана труда». Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Охрана труда». – Минск: БНТУ, 2019. С.126.

3. Ganiev B.Sh., Aslonova F.S., Mardonov U.M., Ashurov J.M. Synthesis and IR-spectroscopy of cyanuric acid urea and thiourea exchange products. 1st Uzbekistan-Japan International Symposium on Green Chemistry and Sustainable Development, Tashkent. November 29 – 30, 2021. P. 51.

4. Ганиев Б.Ш., Мардонов У.М., Ашуров Ж.М., Холикова Г.К., Музафаров Ф.И. Изучение координационных свойств мочевины замещенных продуктов циануровой кислоты. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы химии комплексных соединений», посвященной 90-летию Парпиева Нусрата Агзамовича. Ташкент. – НУУ. – 2021 г. 14 – 15 сентября. – С. 37 – 38.

5. Ganiev B. "Online molecular docking and analysis of biological activity of cyanuric acid derivatives." Universum: химия и биология 6 – 4 (96) (2022): 12 – 16.

6. Manzura, M., Iroda, T., Uktam, M., Bakhtiyor, G., Sherali, K., & Faizulla, N. (2022). Study and production of firefighting substances based on acid processing of low-grade phosphorite. Universum: химия и биология, (9 – 2 (99)), 41 – 47.

ПРАКТИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ТРАНСПОРТИРОВОК

Бобоев Д. Ш., Файзибаев Ш. С., Мухамедова З. Г.
Ташкентский государственный транспортный университет
diyor1803boboyev@gmail.com, sherzod_fayzibaev@mail.ru, mziyoda@mail.ru

Аннотация. Опыт других государств в вопросе применения контрейлерных транспортировок отражает неоднозначность проблемы их формирования, а также раскрывает все существующие нюансы. Продуктивность функционирования транспортных объектов предусматривает разнообразные внешние аспекты.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что объекты транспортной инфраструктуры нельзя анализировать лишь в рамках конкретной территории.

Annotation. The experience of other states in the use of piggyback transportation reflects the ambiguity of the problem of their formation, and also reveals all the existing nuances. The performance of transport facilities involves a variety of external aspects. Based on this, we can conclude that transport infrastructure facilities cannot be analyzed only within a specific territory.

Введение. Учитывая, что отрасль контрейлерных транспортировок в пределах Республике Узбекистан развивается не столько эффективно, это указывает на необходимость привлечения квалифицированных специалистов к работе. В первую очередь, необходимо решить вопрос с удовлетворением потребностей клиентов в высококачественных транспортировках, то есть, минимизировать транспортно-складские расходы. При этом важно сохранить текущее экологическое положение.

Основное изложение статьи. Вне зависимости от того, какую цель в рамках транспортной инфраструктуру преследует регион, на сегодняшнем рынке представлено широкое разнообразие инструментов для её реализации. Решения, принимаемые на различных стадиях разработки моделей контрейлерной транспортировки, могут оказывать влияние на расходные объёмы, что в результате складывается в новую стоимость логистической услуги. Как правило ошибки, совершённые на данном этапе, оказываются непосильными для устранения, а значит. Они способны затормозить реализацию проекта.

Что касается процессов построения моделей в отношении контрейлерных транспортировок, а также практического сочетания методов имитационного моделирования, здесь также необходима консультация и поддержка экспертов. Примечательно, что в роли эксперта может выступать специалист не только из транспортной или логистической отрасли. К примеру, для грамотной разработки объектной модели следует пригласить эксперта математических наук. По сути, разработать эффективную объектную модель для достижения той или иной задачи возможно с помощью одного имитационной метода. Однако при учёте всех нюансов становится понятно, что без сочетания описанных в данном исследовании методов построения моделей не обойтись [1, 2].

Для того, чтобы подобрать оптимальный перечень инструментов в целях разработки имитационной модели, необходимо привлечь к работе специалистов по агентному / дискретно-событийному / системно-динамическому моделированию. Как показывает практический опыт, окончательный выбор методики делается, исходя из уровня квалификации эксперта. То есть, в данном случае следует довериться знаниям и опыту специалиста. Зачастую это оборачивается некачественным функционированием моделируемого объекта [3, 4].

При реальной эксплуатации системно-динамической модели регионального комплекса контрейлерных терминалов, описанной в данном исследовании, необходимо брать в расчёт дополнительный перечень внешних/локальных аспектов воздействия.

Кроме того, в целях осуществления эффективного распределения контрейлерных механизмов на региональных ж/д-станциях следует также учитывать вышеизложенные факторы. В соответствии с принципами терминальных логистических центров на территории Узбекистана необходимо отметить следующие аспекты распределения:

– эксплуатация полосы отвода и иных имущественных объектов предприятия «УзЖД» по максимуму;

– присутствие путевого совершенствования и резервов пропускной станционной опции в достаточных объемах при условии функционирования контрейлерного терминала;

– близкое расположение к транспортной развилке, а также центру коллективного погашения грузовых потоков;

– близкое расположение к автотрассам;

– близкое расположение к освобожденным земельным ресурсам;

– расположение близ городской агломерации;

– оптимальное расположения с позиции сотрудников и заказчиков.

Аспекты, перечисленные выше, служат ориентирами для будущего развития отраслей, рассматриваемых в текущей работе.

Естественно, что изложенные проблемы не затрагивают всей сферы отечественных контрейлерных транспортировок. Если брать в расчёт современные рыночные тенденции, представителям транспортной инфраструктуры необходимо предлагать потребителю высококачественные транспортировки, но при этом с минимальной стоимостью. Как показывает практический опыт европейских стран, при использовании контрейлерных транспортировок необходимо добиться экономического обеспечения от лица государства в целях повышения тарифной конкурентной способности [5, 6].

Таким образом, можно сделать вывод, что в процессе формирования контрейлерных перевозок на региональном уровне стоит задуматься о проблемах тарификации и субсидирования. Для решения поставленных задач оптимально практическое применение имитационной модели контрейлерных транспортировок, разработанной в ходе исследовательской работы. Ключевыми ориентирами развития данной модели для дальнейшего развертывания эффективного комплекса контрейлерных терминалов на региональном уровне являются: переход от потенциальных транспортных и складских расходов к определенным рассчитанным расходам по конкретным терминальным механизмам, в том числе и по определенным грузопотокам для разных транспортных средств; разработка модели развертывания контрейлерных терминалов на региональных ж/д-станциях, учет воздействия внешних аспектов на показатели разработанной модели посредством внедрения блоков, осуществляющих известные взаимосвязи.

Вывод. В настоящее время на территории Узбекистана не представляется реализуемым развёртывание комплекса контрейлерных терминалов для осуществления транспортировок. Сейчас на региональном уровне внедрение подоб-

ных механизмов позволит лишь устранить локальные проблемы, такие как преодоление посредством автотранспорта городских агломераций с высокой загруженностью. То же самое касается и территорий отдыха, природной охраны и так далее. Итоги данной исследовательской работы могут иметь ценность для исполнительных властных органов, несущих ответственность за транспортные преобразования, разработку стратегий регионального развития транспортной инфраструктуры, поддержку предприятий, оказывающих транспортные и логистические услуги.

Список использованных источников

1. Russo F.U. Sansone The terminal cycle time in road-rail combined transport. WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2021. Vol. 186. P. 875-886.

2. Bortas I., Brnjac N., Dundovic C. Transport routes optimization model through application of fuzzy logic. Promet - Traffic&Transportation. 2018. Vol. 30(1). P. 121–129.

3. Boschian V. Dotoli M., Pia Fanti M., Iacobellis Go, W. Ukovich W. A metamodelling approach for performance evaluation of intermodal transportation networks. European Transport. 2020. Vol. 46. P. 100-113.

4. Z.G.Mukhamedova, Z. V.Ergasheva Economic and mathematical model of container block-trains// Technical sciences, 2021, No.3.-P. 30-36.

5. Mukhamedova Z.G. Modeling of fluctuations in the main bearing frame of railcar, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, 2016, vol. VIII, no. 2, pp. 48-53, ISSN 2067-3604.

6. Boboev D.Sh., Bozorov R.Sh., Shermatov E.S. Choose types of transport and improve their cooperation in the process of delivery of cargo/ Ekonomika i sotsium. №5 (84) 2021.

ТАМОЖЕННО-ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЕАЭС ПРИ ТОРГОВЛЕ С РЕСПУБЛИКОЙ УЗБЕКИСТАН

Бровка Г. М., Судиловская В. А.
Белорусский национальный технический университет
gbrovka@bntu.by, nikasudilovskaya@gmail.com

Аннотация. Страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС) поддерживают традиционно крепкие политические, экономические и культурные связи с Республикой Узбекистан. При этом две из них – Казахстан, Кыргызстан – имеют общую границу с Узбекистаном. Узбекистан является значимым внешнеторговым партнером ЕАЭС. Партнерство с ним носит стратегический долгосрочный характер.

В связи с возрастающей ролью Узбекистана во внешнеторговом обороте ЕАЭС в статье рассмотрены теоретико-правовые основы торгово-экономического сотрудничества стран ЕАЭС с Республикой Узбекистан, нормативно-правовая база, особенности таможенно-тарифного регулирования.

Annotation. The countries of the Eurasian Economic Union (EAEU) maintain traditionally strong political, economic and cultural ties with the Republic of Uzbekistan. At the same time, two of them – Kazakhstan, Kyrgyzstan – have a common border with Uzbekistan. Uzbekistan is a significant foreign trade partner of the EAEU. The partnership with him is of a strategic long-term nature.

In connection with the increasing role of Uzbekistan in the foreign trade turnover of the EAEU, the article examines the theoretical and legal foundations of trade and economic cooperation between the EAEU countries and the Republic of Uzbekistan, the regulatory framework, and the specifics of customs and tariff regulation.

Узбекистан наращивает торгово-экономическое сотрудничество со странами ЕАЭС, и это сотрудничество остается перспективным и выгодным для всех сторон.

Узбекистану в декабре 2020 года предоставлен статус государства-наблюдателя при ЕАЭС. 30 апреля 2021 года в Казани подписан Меморандум о взаимодействии между ЕЭК и Правительством Республики Узбекистан, а также утвержден План совместных мероприятий ЕЭК и Правительства Республики Узбекистан на 2021–2023 годы [1].

Главным торговым партнером республики второй год подряд является Россия – ее доля во внешнеторговом обороте составляет 18,6 %. Следом идут Китай (17,8 %), Казахстан (9,2 %), Турция (6,4 %), Республика Корея (4,7 %), Кыргызстан (2,5 %) и Германия (2,3 %). Следовательно, три из пяти стран Евразийского экономического союза, за исключением Беларуси и Армении, входят в шестерку основных торговых партнеров Узбекистана, две из которых имеют общую границу – Казахстан и Кыргызстан. В таблице 1 представлены данные внешней торговли ЕАЭС с Узбекистаном за 2021 г.

Таблица 1 – Внешняя торговля Республики Узбекистан со странами ЕАЭС за 2021 г., долл.

Страна	Товарооборот	Экспорт	Импорт	Доля в обороте, %
Республика Армения	13 450 168	3 007 857	10 442 311	0,25
Республика Беларусь	302 670 343	245 425 158	57 245 185	0,75
Республика Казахстан	3 829 337 562	2 776 871 087	1 052 466 475	5,10
Республика Киргизия	496 672 883	180 142 959	316 529 924	10,12
Российская Федерация	6 907 919 300	5 205 129 909	1 702 789 391	0,96

Примечание – Источник: [2].

Таким образом, наибольший товарооборот с Республикой Узбекистан из государств-членов ЕАЭС имеет Российская Федерация, а наименьший – Республика Армения. При этом наибольшую долю в обороте в размере 10,12 % имеет Республика Киргизия, наименьшую – также Республика Армения (0,25 %).

Традиционно Узбекистан экспортирует текстиль, продукцию металлургической и химической промышленность, а также продовольствие, прежде всего плодоовощную продукцию. Из ЕАЭС в республику поступают стройматериалы, продукция деревообрабатывающей и химической промышленности, а также переработанные продукты питания, в том числе молочные и мясные изделия.

Изменение глобальной географии торгово-экономических связей, а также логистических связей на евразийском пространстве, начавшееся в 2022-м году, становится дополнительным фактором для активизации торгово-инвестиционного сотрудничества Узбекистана и стран ЕАЭС.

При дальнейшем углублении интеграции Узбекистана с Евразийским экономическим союзом аналитики прогнозируют следующие выгоды для республики:

1. Узбекистанский экспорт во все страны ЕАЭС возрастет. Вступление в Союз позволит республике снизить издержки на транспортировку грузов на 30 %, так как свыше 90 % узбекистанских товаров проходит по транспортным магистралям Казахстана.

2. Узбекистан имеет большой инвестиционный потенциал, который на данный момент реализуется не полностью. По данным ЕАБР, углубление кооперации со странами Евразийского союза позволит республике привлечь от $1 млрд до $1,5 млрд прямых инфраструктурных инвестиций в год.

3. В республике имеется огромный трудовой ресурс, а вступление ее в ЕАЭС откроет Узбекистану доступ к единому рынку труда стран-членов Союза. Это позволит трудовым мигрантам из Узбекистана свободно перемещаться по территории Евразийского союза, получить единые права с другими трудящимися и снизить сопутствующие миграции издержки [3].

4. Узбекистан получит более выгодные условия при выходе на внешние рынки, в частности при торговле с Вьетнамом, Ираном, Сербией и Сингапуром.

Таким образом, вопрос окончательного вступления Узбекистана в ЕАЭС не решен и находится на стадии экспертных дискуссий и изучения возможностей. Однако республика уже является одним из ключевых партнеров Союза, а значит дальнейшее развитие экономической кооперации находится среди приоритетных направлений международного сотрудничества.

Список использованных источников

1. ЕАЭС – Узбекистан: сотрудничество в целях наращивания торгово-экономических связей [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/news/eaes-uzbekistan-sotrudnichestvo-v-tselyakh-narashchivaniya-torgovo-ekonomicheskikh-svyazey/. – Дата доступа: 14.02.2023.

2. Внешняя торговля с третьими странами [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission

.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/tradestat/tables/extra/Pages/2021/12.aspx. – Дата доступа: 14.02.2023.

3. Досье: Какие выгоды получит Узбекистан от вступления в ЕАЭС [Электронный ресурс] // «Евразия.Эксперт» – информационно-аналитическое издание и одноименный научный журнал о Евразийском регионе. – Режим доступа: https://eurasia.expert/kakie-vygody-poluchit-uzbekistan-ot-vstupleniya-v-eaes/?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com. – Дата доступа: 14.02.2023.

ВНЕДРЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ УПАКОВКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Вага И. И.[1], Барановский И. В.[2], Садовская А. В.[1]
[1)] Белорусский национальный технический университет,
[2)] Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси
uira@list.ru[1], sushilka@tut.by[2], sadovskaya@bntu.by[1]

Аннотация. Проведена количественная оценка производства и потребления полимеров в мире и в Республике Беларусь. Представлены тенденции перехода Республики Беларусь от использования преимущественно пластиковой упаковки к новым видам экологически безопасной биоразлагаемой упаковки. Установлено, что компостирование является решением проблемы утилизации отходов полимерной упаковки.

Annotation. A quantitative assessment of the polymer production and consumption worldwide and in the Republic of Belarus has been carried out. The transition trends of Belarus from the use of predominantly plastic packaging to new types of environmentally friendly biodegradable packaging are presented. It has been established that composting is a solution to the problem of recycling plastic packaging waste.

Рост производства и потребления полимеров – одно из основных направлений развития мировой экономики. В последние годы темпы роста производства полимерных материалов неуклонно возрастают (рисунок 1). Так, согласно прогнозам каждые 15–20 лет происходит удвоение объемов производства полимеров в мире [1]. Отходы полимерной упаковки в Республике Беларусь составляют более 140,5 тыс. тонн, или 14,7 кг на 1 жителя. Объемы образования неперерабатываемой полимерной упаковки достигли более 62 тыс. тонн, а сложно перерабатываемой – более 46 тыс. тонн.

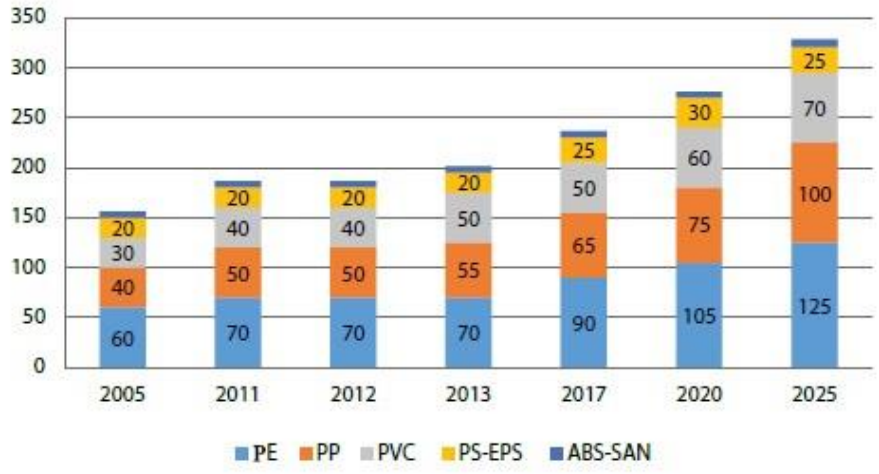


Рисунок 1 – Тенденции мирового производства полимеров 2005–2025 гг., млн тонн

Вместе с тем остро встает проблема утилизации полимерных отходов после истечения срока эксплуатации материалов и изделий, получаемых на их основе. Возрастающее потребление полимеров для тары и упаковки, а также других бытовых изделий разового пользования создают угрозу окружающей среде. Так, при попадании отходов упаковки в окружающую среду и ее разложении происходит миграция химических элементов и их соединений через воду, почву и атмосферный воздух в пищевую продукцию животного и растительного происхождения. В зависимости от вида пластика могут выделяться формальдегид, фталаты, метанол, стирол, бисфенол А, винилхлорид и другие вредные вещества. Поэтому сокращение объемов захоронения полимерных отходов упаковки и товаров важно с экологической точки зрения.

Радикальным решением проблемы утилизации отходов полимерной упаковки, по мнению большинства исследователей, является разработка, производство и применение широкой гаммы биополимеров, способных при соответствующих условиях разлагаться на безвредные для экологической среды компоненты.

Биоразлагаемые (биодеградируемые) полимеры – класс высокомолекулярных соединений, содержащих в своем составе продукты жизнедеятельности биологических организмов (целлюлоза, белок, крахмал, нуклеиновая кислота, природная смола и т. д.), способные при соответствующих условиях разлагаться на нейтральные для окружающей среды вещества. Основным достоинством биополимеров является их способность к биологическому разложению в течение весьма непродолжительного времени, в отличие от традиционных аналогов, полученных из нефтехимического сырья [2].

Однако доля биоразлагаемых полимеров очень мала в основном из-за их сложной структуры и отсутствия конкретных знаний об оптимальных условиях для быстрого разложения того или иного биопластика. По данным Европейского института биопластиков мировые мощности по производству биопластиков составляют 4,16 млн тонн, что в сравнении с рынком обычных пластиков составляет менее 1,0 %. Только 12,0 % от этих мощностей составляют мощности производства непосредственно биоразлагаемых пластиков [3].

Следует отметить, что в последнее время вопрос необходимости перехода к биоразлагаемой упаковке и в Республике Беларусь становится более острым. Это связано уже не только с экологическими рисками, но и с целым рядом экономических условий такого перехода, среди которых – значительный рост стоимости импортного полимерного сырья для упаковок.

Решение задачи перехода от основных видов полимерной упаковки товаров к упаковке из биоразлагаемых материалов в нашей стране связано с выполнением Плана мероприятий, направленных на поэтапное снижение использования полимерной упаковки с ее замещением на экологически безопасную упаковку (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 13 января 2020 г. № 7).

В числе прочих мер – это ограничение объема пластиковой тары для безалкогольных и слабоалкогольных напитков максимальной вместимостью до одного литра; внедрение залоговой системы обращения потребительской упаковки в 2021 г; дальнейшее развитие раздельного сбора и увеличение мощностей по переработке вторичных ресурсов.

Таким образом, в республике реализуются масштабные мероприятия по ограничению использования полимерной и неперерабатываемой комбинированной упаковки и замене ее на биоразлагаемую. Однако, для создания условий для устойчивого роста производства и применения боразлагаемых материалов и упаковки, должна быть создана инфраструктура по сбору и переработке биоразлагаемых полимеров. Одновременно потребители такой упаковки должны осознанно согласиться с дополнительными неудобствами и расходами.

С экономической точки зрения биоразлагаемые материалы должны рассматриваться как реалистическая и рентабельная альтернатива традиционным пластикам всеми участниками процесса, а также важным бизнесом.

Следует отметить, что компостирование биоразлагаемых материалов может стать решением проблемы накопления пластика на полигонах захоронения отходов. В процессе компостирования мы получаем экологически чистое органическое удобрение, которое повышают плодородие почвы и улучшает ее структуру.

Однако одним из важных условий компостирования биоупаковок – это их раздельный сбор. Когда биоупаковки не подвергаются компостированию, а собираются и захороняются как обычный мусор или вместе с ним, то их экологичность сводится на нет. Если будут действовать специальные программы по сбору биоразлагаемых упаковок, их раздельному складированию и компостированию, то экономическая ценность нового вида упаковки станет очевидной. Изданные ЕС директивы как раз запрещают совместное захоронение различных видов отходов, предполагая их раздельное захоронение. Для биоразлагаемых упаковок выделяются специальные площадки для компостирования.

Список использованных источников

1. Тенденции мирового рынка сверхвысокомолекулярного полиэтилена. – URL:http://vestkhimprom.ru/posts/tendentsii-mirovogo-rynka-sverkhvysokomolekulyarnogo-polietilena (дата обращения 2023-01-17).

2. Вильданов, Ф. Ш. Биоразлагаемые полимеры – современное состояние и перспективы использования / Ф. Ш. Вильданов, Ф. Н. Латыпова [и др.] // Башкирский химический журнал, 2012. – Том 19. – № 1. – С. 137-139.

3. Биоразлагаемые пластики: текущее состояние рынков и перспективы**.** – URL: http://vestkhimprom.ru/posts/biorazlagaemye-plastiki-tekushchee-sostoyanie-rynkov-i-perspektivy (дата обращения 2023-02-17).

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ

Вечерский М. В.
Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
vecherskiy@park.bntu.by

Аннотация. Повышение конкурентоспособности национальной экономики требует увеличения инновационной активности предприятий и формирования инновационных стратегий. Однако необходимо принимать во внимание и наличие существенных проблем, которые тормозят разработку инновационных стратегий и реализацию соответствующих проектов. Понимание данных проблем поможет принять меры по их нейтрализации или минимизации их влияния.

Annotation. Improving the competitiveness of the national economy requires increasing the innovative activity of enterprises and the formation of innovative strategies. However, it is necessary to take into account the presence of significant problems that inhibit the development of innovative strategies and the implementation of related strategies. Understanding these problems will help to take measures to neutralize or minimize their impact.

В современных условиях перед экономикой Республики Беларусь стоит задача по ее модернизации. Решение данной задачи возможно только лишь при условии активизации деятельности предприятий по разработке и реализации инновационных стратегий развития. Текущая ситуация характеризуется низкой степенью инновационной активности предприятий, что показывает неэффективность работы промышленного сектора, а, следовательно, и наличие комплекса научно-практических проблем, связанных с формированием эффективных инновационных стратегий развития.

Первой проблемой является недостаточная разработанность подходов к достоверной оценке эффективности реализации инновационных стратегий развития предприятий.

Инновационные и инвестиционные проекты предполагают достижение определенных целей, направленных на повышение эффективности. В то же время данная методика не совсем подходит для оценки эффективности инновационных стратегий в силу ряда причин, к которым относятся:

− длительность инновационного проекта, как правило, более высокая, чем у инвестиционного;

− отсутствия оценки новизны, жизненного цикла инновации, ее конкурентоспособности;

− стратегия предприятия нацелена на достижение лучших показателей технико-экономического развития предприятия по сравнению с аналогами. В то же время в основе инвестиционного проекта лежат целесообразность его осуществления и ориентация исключительно на получение коммерческой, бюджетной и экономической эффективности и т. д. [1].

Наличие данных диспропорций в оценке предполагает необходимость совершенствования методики оценки инновационных стратегий в следующих направлениях:

− методика оценки инвестиционных проектов ориентирована на оценку исключительно абсолютной эффективности, в результате чего не берется в расчет сравнительная оценка эффективности, предполагающая выбор наиболее перспективных направлений инновационного развития. Ориентация на максимальную отдачу от реализации проекта абсолютно не учитывает перспективы развития инновации. В этой связи первоначальным этапом оценки эффективности должен стать сравнительный анализ инновационных проектов с учетом не только инвестиционных критериев, но и показателей инновационной привлекательности;

− методы оценки инновационных проектов должны учитывать оценку интегрального показателя, что позволит оценить общую эффективность реализации стратегии.

Второй проблемой, препятствующей формированию эффективной инновационной стратегии, является недостаточная разработанность методов прогнозирования жизненных циклов инноваций.

Прогнозирование инновационной деятельности относится к научно-техническому прогнозу и является одной из самых трудных областей прогнозирования. А на разных ее стадиях прогноз не может быть одинаковым по срокам и методам прогнозирования. Возникающие в ходе инновационного процесса проблемы вызывают увеличение его продолжительности.

Третьей проблемой при формировании инновационных стратегий развития предприятий, является ограниченность собственных инвестиционных ресурсов и неэффективное финансовое планирование при реализации инновационных стратегий.

В условиях кризиса и сложной экономической обстановки вопрос внедрения инновационных разработок напрямую зависит от степени благосостояния предприятия. В этой ситуации возможность для инновационного развития имеют только те отрасли и предприятия, у которых нет зарубежных конкурентов (например, добыча полезных ископаемых, транспортные услуги, торговля и т. д.). Эти предприятия в докризисный период имели возможность накопить достаточный капитал за счет высокой нормы прибыли, что и предопределяет их

более выгодное положение по сравнению с отраслями, функционирующими в условиях жесткой конкуренции [2].

Вместе с тем, собственных средств для реализации инновационной стратегии у предприятий недостаточно. Следовательно, возникает потребность в привлечении дополнительных средств со стороны.

Четвертой причиной является отсутствие возможности получения максимальной отдачи от конкурентоспособных инноваций в условиях развития отечественных промышленных технологий.

Технология, которая может приносить максимальную отдачу на высокотехнологичном предприятии за рубежом, не обязательно будет давать такую же отдачу на отечественных предприятиях, которые ее приобрели. В этой ситуации только системное обновление оборудования позволит получить максимальную отдачу. Приобретение же единичной инновации (например, высокопроизводительного станка), скорее всего, не принесет ожидаемой пользы, так как не будут задействованы остальные звенья производственной системы. Поэтому, прежде чем что-то внедрять, необходимо оценить собственные технологические возможности, а значит, нужно заимствовать только те инновации, которые предприятие может сразу же освоить и на их основе продвинуться в перспективе вперед.

Таким образом, при выборе инновационного проекта необходимо ориентироваться не только на достижение потенциально возможных абсолютных показателей, но и на собственную технологическую базу.

Шестой проблемой выступает отсутствие комплексной методики оценки инновационных рисков при формировании инновационных стратегий.

Проблема оценки рисков приобретает все большую актуальность в условиях развития глобализационных процессов и усиления конкуренции на различных рынках. Однако существующие методы оценки рисков не позволяют дать комплексную оценку риска инновационной деятельности предприятия. Предприятие в условиях динамичной экономики при реализации инновационной стратегии взаимодействует с различными контрагентами рынка (государством, инвесторами, потребителями, поставщиками и т. д.), каждый из которых стремится минимизировать собственные риски. Таким образом, ориентация на прошлые достигнутые показатели деятельности предприятия не может быть основой для принятия однозначного управленческого решения. В этой связи возникает необходимость в разработке комплексной методики оценки рисков реализации инновационной стратегии, учитывающей не только текущее состояние предприятия, но и перспективы его развития.

Наличие данных проблем препятствует формированию эффективных инновационных стратегий, что в конечном итоге отрицательно влияет на конкурентоспособность предприятий и неопределенность их перспектив в будущем, что проявляется в наличии противоречий между возрастающей потребностью в инновациях и существующими организационно-экономическими отношениями, что в свою очередь требует пересмотра текущей концепции стратегического управления предприятиями.

Список использованных источников

1. Никонова, Я.И. Инновационная политика развития экономических систем: методология формирования и механизм реализации: / Я.И. Никонова // Scientific magazine «Kontsep». — 2014. — 171 с

2. Петрасик, Е.Л. Проблемы инновационного развития экономики Республики Беларусь и пути их решения / Е.Л. Петрасик // «Проблемы развития инновационно-креативной экономики». — 2010 — С. 63–67.

РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ МОЛОДЕЖНОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА БАЗЕ ПОРТАЛА РАЗРАБОТОК МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ WWW.STUDENT.ICM.BY

Войтешонок М. А., Дудко Н. А., Юхневич О. А.
Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
voiteshonok@park.bntu.by, dudko@park.bntu.by

Аннотация. В статье представлены подходы к развитию сервисов Портала разработок молодых ученых www.student.icm.by для формирования инструментов информационной поддержки молодежного инновационного предпринимательства в системе высшей школы. Развитие и сопровождение рассматриваемого в статье портала осуществляется в рамках НИР «Обеспечение функционирования и развития научно-информационной компьютерной сети, в том числе обновление и развитие сетевых информационных ресурсов и сервисов для формирования инновационной инфраструктуры Министерства образования Республики Беларусь», финансируемого Министерством образования Республики Беларусь (номер госрегистрации: 20214115).

Annotation. The article presents approaches to the development of the services of the Portal of Developments of Young Scientists www.student.icm.by for the formation of tools for information support of youth innovative entrepreneurship in the system of higher education. The development and maintenance of the portal considered in the article is carried out within the framework of the research work “Ensuring the functioning and development of a scientific and information computer network, including updating and developing network information resources and services for the formation of an innovative infrastructure of the Ministry of Education of the Republic of Belarus”, funded by Ministry of Education of the Republic of Belarus (state registration number: 20214115).

Развитие молодежного инновационного предпринимательства в системе высшей школы невозможно без полноценной системной поддержки, одним из важнейших звеньев которой является организационно-информационная инфраструктура, представляющая собой систему организационных структур и информационных площадок, обеспечивающих функционирование и развитие информационного пространства в области инновационно-предпринимательской деятельности.

В соответствии со Стратегией государственной молодежной политики Республики Беларусь до 2030 года (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 19 июня 2021 года № 349) (далее по тексту – Стратегия) одним из механизмов раскрытия творческого и научного потенциала молодежи является внедрение новых инструментов для раннего выявления, эффективного развития, обучения, поддержки и служебного продвижения научно-ориентированной, талантливой и одаренной молодежи в системах формального и неформального образования. Также в Стратегии в части информационного поля работы с молодежью заложена задача по широкому использованию ресурсов средств массовой информации, сети Интернет для популяризации разрабатываемых мер молодежной политики, информирования о создаваемых для молодежи условиях и предоставляемых возможностях. При этом в числе основных механизмов решения данной задачи выделяются следующие:

– разработка комплекса мер по расширению информационно-консалтинговой помощи, обеспечению доступности информации о создаваемых для молодежи условиях и предоставляемых возможностях, в том числе посредством широкого использования социальных сетей, мессенджеров;

– разработка единых информационных молодежных ресурсов, платформ с учетом интересов и потребностей молодежи;

– функционирование на постоянной основе популярных и доступных для молодежи интернет-ресурсов;

– популяризация и поддержка общественно значимых молодежных проектов и молодежных инициатив в средствах массовой информации и сети Интернет [1].

В настоящее время в составе научно-информационной компьютерной сети Министерства образования Республики Беларусь функционирует Портал разработок молодых ученых www.student.icm.by, основной целью которого является информационно-аналитическое обеспечение научно-инновационной деятельности студентов, магистрантов, аспирантов учреждений высшего образования Республики Беларусь. Портал содержит следующие базы данных:

1) молодежных разработок;

2) функционирующей инфраструктуры поддержки молодежной науки при университетах (стартап-школы);

3) результатов диссертационных исследований аспирантов [2].

Данный научно-информационный ресурс может стать эффективным инструментом информационной поддержки молодежного инновационного предпринимательства в системе высшей школы за счет решения таких задач как:

– популяризация достижений молодежного инновационного предпринимательства в системе высшей школы;

– информационное продвижение проводимых в учреждениях высшего образования стартап-мероприятий;

– ведение банка данных перспективных стартап-проектов молодых ученых (студентов, магистрантов, аспирантов);

– содействие мониторингу деятельности функционирующей в учреждениях высшего образования инфраструктуры поддержки молодежного инновационного предпринимательства (стартап-центров, стартап-школ и т.п.).

На рисунке 1 представлена схема функционирования сервисов информационной поддержки молодежного инновационного предпринимательства на базе Портала разработок молодых ученых www.student.icm.by.

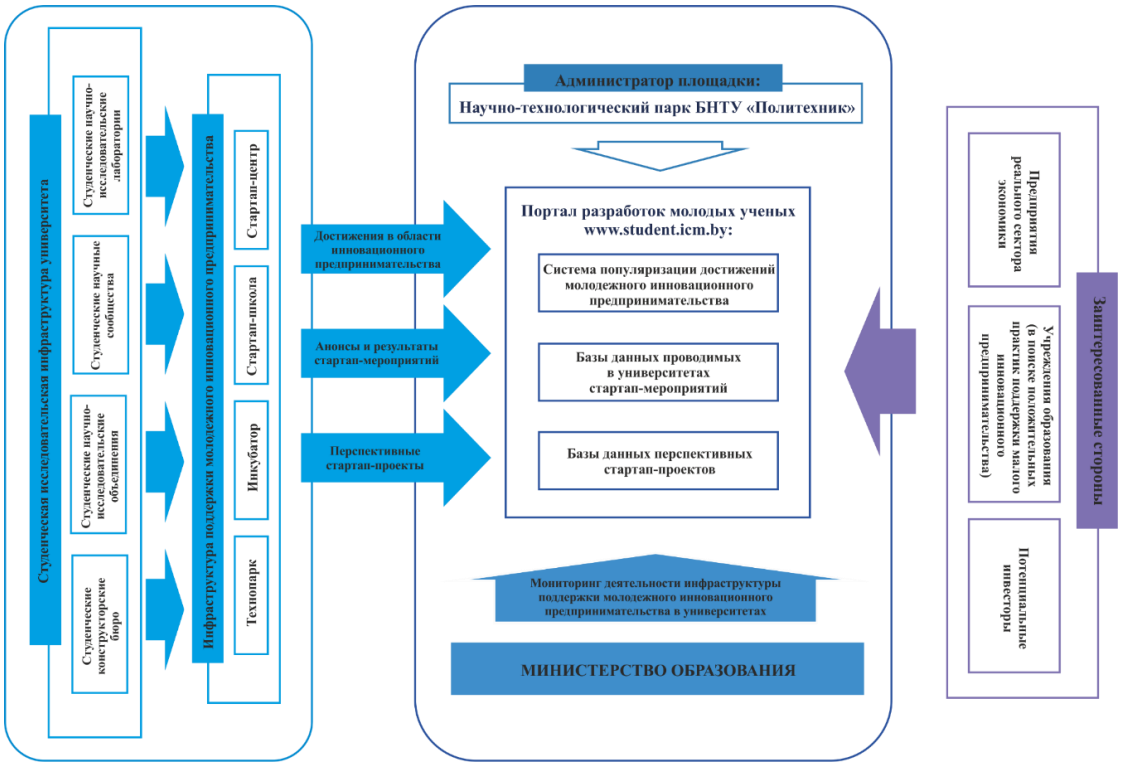


Рисунок 1 – Схема функционирования сервисов информационной поддержки молодежного инновационного предпринимательства на базе Портала разработок молодых ученых www.student.icm.by

Список использованных источников

1. Стратегия государственной молодежной политики Республики Беларусь до 2030 года (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 19 июня 2021 года № 349).

2. Дудко Н. А., Войтешонок М. А. Возможности Портала разработок молодых ученых www.student.icm.by для развития интеллектуального потенциала предприятий реального сектора экономики / Сборник материалов научно-практической конференции ученых, учащихся и специалистов предприятий «Интеллектуальный потенциал Минской области: механизмы и инструменты роста» в рамках форума ИННОРЕГИОН-2022, 23 – 25 ноября 2022 года. – 2022. – С. 11–13.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Грунтович Н. В.[1], Узбеков М. О.[2], Насретдинова Ф. Н.[2], Умурзакова Г. Р.[2]
[1)] Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого,
[2)] Ферганский политехнический институт
gruntovich@tut.by[1], education.fer@mail.ru[2]

Аннотация. Развитие методического обеспечения оценки и прогнозирования показателей энергетической эффективности промышленных предприятий является ключевым звеном при проведении энергетических аудитов. Совместные исследования белорусских и узбекских ученых в данном направлении показали эффективность использования однофакторных моделей зависимости удельных и общих расходов энергоресурсов (электроэнергия, тепловая энергия, топливо) для оценки текущего состояния показателей энергоэффективности и их прогнозирования при внедрении мероприятий по энергосбережению. В условиях модернизации системы освещения для предприятия, путем корректировки исходной модели удельного расхода электрической энергии, определен эффект от мероприятия при различных объемах выпуска продукции.

Annotation. The development of methodological support for the assessment and forecasting of indicators of the energy efficiency of industrial enterprises is a key link in conducting energy audits. Joint studies of Belarusian and Uzbek scientists in this direction have shown the effectiveness of using one-factor models of the dependence of specific and total costs of energy resources (electricity, heat, fuel) to assess the current state of energy efficiency indicators and forecast them when implementing energy saving measures. Under the conditions of modernization of the lighting system for the enterprise, by adjusting the initial model of the specific consumption of electrical energy, the effect of the event was determined for various output volumes.

Республика Узбекистан активно проводит политику экономии энергетических ресурсов и повышения энергетической эффективности производства продукции во всех отраслях экономики страны. Принятый в 2020 г. Законодательной палатой Олий Мажлиса Республики Узбекистан в новой редакции закон «О рациональном использовании энергии» определяет основные направления государственной политики в области рационального использования всех видов энергии:

– оптимизация режимов производства и потребления энергии, организация ее учета;

– введение показателей энергоэффективности и энергосбережения в нормативные документы на энергопроизводящие и энергопотребляющие оборудование и продукцию;

– организация обследований энергоэффективности и энергосбережения на предприятиях, учреждениях и организациях.

Совместные усилия белорусских и узбекских ученых в части развития и совершенствования методического обеспечения позволит вывести энергетический аудит на новый уровень и повысить энергетическую эффективность промышленных предприятий. Важность определения текущего состояния показателей энергоэффективности (ЭЭФ) для промышленных предприятий (ПП) во многом определяет последующие шаги при организации проведения энергетического обследования и результативность работы.

Основными показателями ЭЭФ для ПП являются *удельные и общие расходы* энергоресурса на единицу выпуска продукции, поскольку удельные расходы энергоресурса определяют энергетическую составляющую затрат в структуре себестоимости продукции, а динамика общего расхода энергоресурса позволяет оценить реальное снижение его потребления в часто изменяющихся условиях функционирования промышленного предприятия. Проведенные авторами исследования на промышленных предприятиях РБ и Узбекистана показали, что основным фактором, оказывающим влияние на удельные и общие расходы ТЭР, является объем произведенной продукции. В условиях рынка, когда производственная программа часто изменяется, меняются и удельные и общие расходы ТЭР. Поэтому на первом этапе энергоаудита рекомендуется построить простейшую модель зависимости удельного ($W_{уд}$) или общего расхода ТЭР от объема выпуска продукции (П). Задачи, решаемые с использованием однофакторной модели потребления ТЭР в зависимости от объема выпуска продукции:

– анализ энергоэффективности существующих режимов производства;

– расчет плановой потребности энергоресурса (топлива, ЭЭ, ТЭ) в условиях изменяющейся производственной программы;

– оценка потенциала повышения ЭЭФ за счет роста загрузки технологического оборудования и наращивания объемов выпуска продукции;

– оценка эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий.

Для многономенклатурного производства СП ООО «Уз Ханву Инжиниринг» квартальная модель зависимости расхода ЭЭ от объема выпуска продукции имеет вид:

$$W_{уд,\,ЭЭ} = w_{уд,техн} + W_{усл.-пост} / П = 0{,}93 + 100\,215 / П, \text{ кВт·ч/усл. ед.}, \qquad (1)$$

где $W_{усл.-пост}$ – условно-постоянная составляющая потребления ЭЭ, не зависящая от объема выпускаемой продукции, $W_{усл.-пост}$ = 100 215 кВт·ч (квартал);

$w_{уд.,тех.}$ – технологический удельный расход энергоресурса на выпуск единицы продукции, 0,93 кВт·ч. На рисунке 1 представлена зависимость удельного расхода ЭЭ от объема выпущенной продукции. Как видно из рисунка 1, при наращивании объема выпуска продукции за квартал, происходит снижение удельного расхода ЭЭ. И наоборот. При снижении квартального объема выпуска продукции происходит рост удельного расхода ЭЭ, что снижает ЭЭФ производства. Изменение удельного расхода ЭЭ в диапазоне от 1,6 до 2,85 кВт·ч/усл. ед. обусловлено значительным весом условно-постоянной расхода ЭЭ, не связанной с объемом выпуска продукции в диапазоне от 50 000 до 140 000 усл. ед.

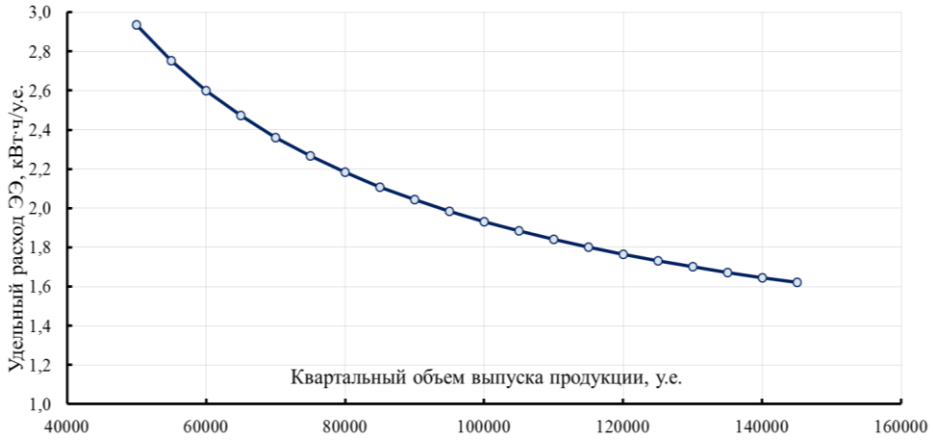


Рисунок 1 – Зависимость удельного расхода ЭЭ от объема выпуска продукции для СП ООО «Уз Ханву Инжиниринг»

Таким образом, если при проведении энергетического обследования будет установлено, что в настоящее время выпуск продукции составляет 60 000 усл. ед. в квартал, то предприятие будет находится в зоне низкой эффективности, что требует внедрения мероприятий, воздействующих на условно-постоянную составляющую расхода ЭЭ. К такому мероприятию можно отнести замену действующей системы освещения на энергосберегающую. По оценкам специалистов-энергоаудитов модернизация системы освещения позволит сэкономить 3507,5 кВт·ч ЭЭ в квартал. Поскольку затраты ЭЭ на освещение входят в состав условно-постоянной расхода ЭЭ, то произойдет снижение условно-постоянной расхода ЭЭ и она составит 96 707,5 кВт·ч в квартал. Изменение ЭЭФ производства для различных объемов выпуска продукции представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка изменения ЭЭФ производства в условиях изменения производственной программы и модернизации системы освещения

Квартальный объем выпуска продукции, П, усл. ед.	Удельный расход ЭЭ до внедрения мероприятий по энергосбережению $W_{уд.1}$ = 0,93 + 100 215 / П, кВт·ч/усл. ед.	Удельный расход ЭЭ после модернизации системы освещения $W_{уд.2}$ = 0,93 + 96 707,5 / П, кВт·ч/усл. ед.	Изменение энергоэффективности $\Delta ЭЭФ = (W_{уд.2} - W_{уд.1}) / W_{уд.1} \cdot 100$ %, %
50 000	2,93	2,86	–2,39%
70 000	2,36	2,31	–2,12%
80 000	2,18	2,14	–2,01%
100 000	1,93	1,90	–1,82%
120 000	1,77	1,74	–1,66%
140 000	1,65	1,62	–1,52%
145 000	1,62	1,60	–1,49%

Эффект от модернизации системы освещения будет изменяться в диапазоне от –2,39 до –1,49 % для различной производственной программы.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ВНУТРИ БАКА СИЛОВОГО МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Грунтович Н. В.[1], Жобборов Т. К.[2], Исмоилов И. К.[2]
[1)] Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
[2)] Ферганский политехнический институт
gruntovich@tut.by[1], tulkin_jabborov@mail.ru[2]

Аннотация. В представленных материалах изложены результаты анализа повреждения силовых трансформаторов. Многолетние исследования в лаборатории университета и на предприятиях позволили впервые сформулировать способ прогнозирования возникновения электрической дуги в баке трансформатора. Существующие устройства не обеспечивают защиту маслонаполненных трансформаторов от электрической дуги. Установлена прямая зависимость тока утечка в шинах заземления трансформаторов от величины частичных разрядов в трансформаторном масле. Для прогнозирования и предотвращения образования электрической дуги в баке трансформатора рекомендуется контролировать качество масла, мощность частичных разрядов в баке трансформатора ивеличину тока утечки в шинах заземления.

Annotation. The presented materials present the results of the analysis of damage to power transformers. Many years of research in the laboratory of the university and at enterprises made it possible for the first time to formulate a method for predicting the occurrence of an electric arc in a transformer tank. Existing devices do not provide protection for oil-filled transformers from an electric arc. A direct dependence of the leakage current in the grounding buses of transformers on the magnitude of partial discharges in transformer oil has been established. To predict and prevent the formation of an electric arc in the transformer tank, it is recommended to monitor the quality of the oil, the power of partial discharges in the transformer tank and the amount of leakage current in the ground busbars.

Значительная часть силовых маслонаполненных трансформаторов в Беларуси и в Узбекистане отработали свой нормативный срок. Это означает, что структура диэлектриков трансформаторов изменяется, как в твердой изоляции (обмотки), так и в трансформаторном масле (в баке трансформатора и его вводах). В данной ситуации увеличивается вероятность аварийных отказов, влекущих значительные повреждения трансформаторов. В некоторых энергосистемах вероятность наступления аварийных ситуаций оценивается в 0,5÷0,6. Известны случаи повреждения силовых трансформаторов из-за вводов с RIP-изоляцией. В трансформаторах с маслонаполненными вводами в определенных условиях загорается масло с разрушением высоковольтных вводов и значительным повреждением бака и обмоток трансформатора (рисунок 1). Как правило, в таких случаях причины возгорания и повреждений трансформаторов не расследуется, так как трансформаторы отработали свой нормативный срок.

Рисунок 1 – Иллюстрация повреждения трансформаторов внутренней электрической дугой

Неопределенность создают факты, когда во всех случаях повреждения силовых трансформаторов срабатывает защита трансформаторов: газовое реле, токовая отсечка и дифференциальная защита. Мы наблюдаем ситуацию, когда срабатывает защита, но трансформатор повреждается. В настоящее время нет единого представления о процессах электрического пробоя в трансформаторном масле [1]. Авторами [1] проведены многочисленные эксперименты и представлены результаты измерений пробивного напряжения трансформаторного масла при наличии пузырьков элегаза и воздуха. Пузырьки в трансформаторном масле образуются во время кавитации масляного насоса и при локальных перегревах [2]. Как показали исследования, уже при температуре масла 130–140 °С, начинается образование пузырьков. Отрыв пузырьков сопровождается шумом в частотном диапазоне 800–1200 Гц. Этот шум возможно регистрировать на корпусе бака трансформатора вибродатчиком ускорения, сигнал с которого поступает в компьютер. Как показывает практика, в отдельных случаях при локальных перегревах температура может достигать 700 °С (рисунок 2).

Чтобы образовалась электрическая дуга в масле бака трансформатора необходимо несколько условий:

− загрязнение масла примесями;

− формирование электропроводящего канала в трансформаторном масле из примесей и частичных разрядов [3].

Электропроводящий канал может быть строго линейным или принимать любую кривизну случайным образом. В голове электропроводящего канала образуется стример.Дальнейшие исследования частичных разрядов в трансформаторах на предприятиях позволили установить следующие закономерности. При наличии частичных разрядов в баке трансформатора 200 пКл и больше в шинах заземления регистрировался ток утечки до 14 А.

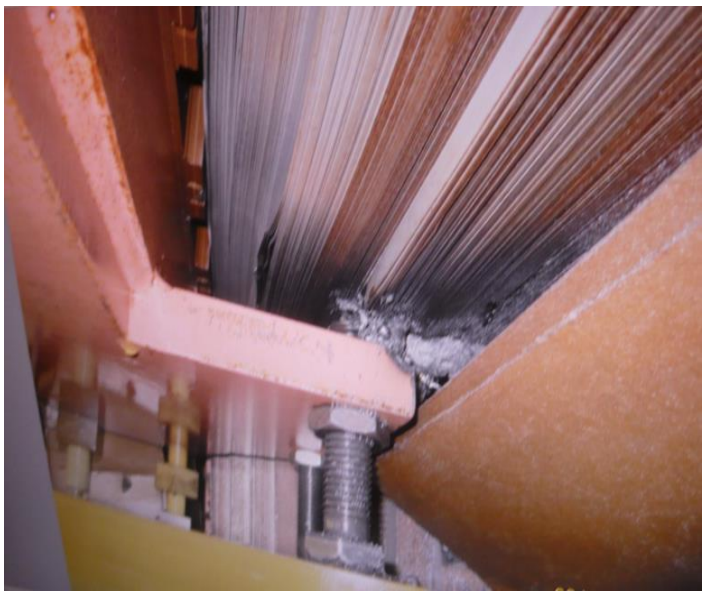


Рисунок 2 – Оплавление стяжной шпильки трансформатора из-за низкого качества ремонта

При отсутствии частичных разрядов в масле трансформатора, ток утечки в шинах заземления практически не регистрировался. Было обследовано более 20 силовых маслонаполненных трансформаторов на трех предприятиях. Следовательно, для прогнозирования электрической дуги в масле трансформатора целесообразно:

– выполнять периодически физико-химическое испытание масла (определять количество примесей, влагосодержание и кислотность масла);

– контролировать уровень частичных разрядов в баке трансформатора;

– измерять ток утечки в шинах заземления.

При наличии частичных разрядов более 800 пКл и тока утечки в шинах заземления более 40 А, необходимо трансформаторы вывести в ремонт и выполнить регенерацию масла.

Список использованных источников

1. Электрический пробой трансформаторного масла с пузырьками элегаза и воздуха. Гаджиев М.Х., Исакаев Э.Х., Тюфтяев А.С., Акимов П.Л., Юсупов Д.И., Куликов Ю.М., Панов В.А.Журнал технической физики. 2015. Т. 85. № 7. С. 156-158.

2. Закономерности образования внутренней электрической дуги в силовых маслонаполненных трансформаторах. Грунтович Н.В., Грунтович Н.В. Энергетическая стратегия. 2022. № 1 (85). С. 18-22.

3. Закономерности образования внутренней электрической дуги в силовых маслонаполненных трансформаторах. Грунтович Н.В., Грунтович Н.В. Энергетическая стратегия. 2022. № 2 (86). С. 21-24.

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ И УДАЛЕННЫХ ЛАБОРАТОРИЙ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Дудко Н. А., Войтешонок М. А., Юхневич О. А.
Республиканское инновационное унитарное предприятие
«Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
dudko@park.bntu.by

Аннотация. В статье представлены результаты исследований в рамках международного научно-технического проекта «Разработка модели развития инновационной среды технического университета в условиях цифровой трансформации (на примере Белорусского национального технического университета и Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова)», финансируемого БРФФИ (№ госрегистрации: 20214010).

Рассмотрены преимущества создания и внедрения виртуальных и удаленных лабораторий как способа развития инновационной среды технического университета в условиях цифровой трансформации.

Annotation. The article presents the results of research within the framework of the international scientific and technical project "Formulation of a model for the development of an innovative environment of a technical university in the context of digital transformation (on the example of the Belarusian National Technical University and the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov)", funded by the BRFFR (state registration number: 20214010). The advantages of creating and introduction virtual and remote laboratories as a way to develop the innovative environment of a technical university in the context of digital transformation are considered.

Четвертая промышленная революция, которую часто называют Индустрией 4.0 оказывает влияние почти на все аспекты производственного сектора в экономике большинства стран мира. При этом трансформация не ограничивается заводами и производственными системами, но также и повышает требования к людям, которые приводят в жизнь необходимые изменения. Инновации происходят не только от инвестиций в новые технологии, но и в большей степени от инвестиций в людей и их образование, чтобы они могли реализовывать такие изменения в технологиях.

На фоне растущего спроса со стороны отраслей на инженеров, подходящих для решения проблем Индустрии 4.0, и высокой важности экспериментального обучения в высшем инженерном образовании все более актуальным становится разработка и внедрение удаленных и виртуальных лабораторий для обучения студентов практическим навыкам в быстро меняющейся рабочей среде 4.0.

Университеты всего мира и крупные технологические компании создают виртуальные и удаленные лаборатории для проведения и демонстрации экспериментов, моделирования технологических процессов, обучения работе со сложным технологическим оборудованием.

Преимуществами виртуальных лабораторий являются:

– отсутствие необходимости приобретения дорогостоящего научно-исследовательского оборудования и расходных материалов, экономия площадей;

– возможность моделирования процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях, в то время как современные компьютерные технологии позволяют наблюдать процессы, трудноразличимые в реальных условиях без применения дополнительной техники, например, из-за малых размеров наблюдаемых частиц;

– возможность проведения опытов и исследований в другом масштабе времени, что актуально для процессов, протекающих за доли секунды или, напротив, длящихся в течение нескольких лет;

– безопасность является немаловажным преимуществом использования виртуальных лабораторий в случаях, когда работа осуществляется с высокими напряжениями или опасными химическими веществами;

– возможность быстрого проведения серии опытов с различными значениями входных параметров, что часто необходимо для определения зависимостей выходных параметров от входных.

Преимуществами удаленных лабораторий являются:

– ослабление временных ограничений – возможность обучения в разном темпе;

– ослабление географических ограничений – возможность обучения вне зависимости от физического местонахождения студента;

– эффект масштаба, поскольку совместные лаборатории позволяют разделить большие фиксированные затраты на традиционные здания;

– улучшение качества экспериментов, так как их можно повторять для выяснения сомнительных измерений в лаборатории;

– повышение безопасности и надежности, так как нет рисков, связанных с эксплуатацией оборудования.

На наш взгляд создание виртуальных и удаленных лабораторий также обеспечивает следующие научно-технические эффекты:

– углубление и ускорение междисциплинарных НИОК(Т)Р за счет моделирования технологических процессов и обсуждения в режиме реального времени не просто документации, а трехмерной модели объекта с последующим внесением изменений;

– обучение студентов новейшим технологиям на стыке областей знаний на примере реальных проектов.

Безусловно, это дорогостоящий проект, требующий финансовых и кадровых ресурсов. Однако опыт компаний внедряющих технологии виртуальной реальности по обучению специалистов в промышленности (например, *разбирать и обслуживать оборудование*) свидетельствует о том, что стоимость такого обучения вживую равно стоимости соответствующего оборудования и отдельного помещения, при организации обучающего центра, или как минимум времени простоя оборудования, если это делается прямо на производстве.

С учетом того, что в техническом университете подобные лаборатории позволят получить перечисленные выше положительные эффекты одновременно в образовательной, научной и предпринимательской деятельности, можно судить о высокой прогрессивности создания виртуальных и удаленных лабораторий.

ИНДУСТРИЯ 4.0 И МЕТАЛЛУРГИЯ

Желтухин А. В., Мифтахов Н. Д., Галиев Т. Р.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
andrey_uz@list.ru

Аннотация. Данная статья носит обзорный характер и отражает как металлургия переживает цифровизацию на примере НЛМК, а так же затрагивает вопросы безработицы из-за внедрения автоматизации.

Annotation. This article is of an overview nature and reflects how metallurgy is experiencing digitalization using the example of NLMK, as well as raises issues of unemployment due to the introduction of automation.

Термин «Индустрия 4.0» уже широко распространен и включает в себя целый спектр понятий от современных технологий автоматизации производств и моделей оптимизации различных бизнес-процессов предприятий до реализации элементов робототехники и повсеместного внедрения технологий Интернета вещей.

Сейчас мир переживает четвертую волну промышленной революции. Первая произошла в середине XVIII века 1750 –1784 года с изобретением первой рабочей силовой машиной с паровым двигателем и первым ткацким станком с паровым двигателем. Открытие новых источников энергии запустило вторую волну роста. Революция связана с внедрением массового производства, а также с теориями научного управлениями предприятием Тейлора и Форда.

В конце XX века благодаря автоматизации, электроники, а также информационно-коммуникационных технологий, позволивших рационализировать и разнообразить серийное производство.

4-я промышленная революция связана с изменениями в сфере информационно-коммуникационных технологий и появлением новых подходов: Интернет вещей и услуг, киберфизические системы, в 2011 году возникает термин «Индустрия 4.0». Название «Индустрия 4.0» придумали немцы. В 2011 году специалист по искусственному интеллекту Вальстер Вольфгант с коллегами озвучил его в своем докладе на Ганноверской промышленной ярмарке. Идея заключалась в том, что четвертая промышленная революция невозможна без внедрения интернета вещей и информационных технологий [1].

Металлургические компании внедряют интеллектуальные решения на разных циклах производства: от добычи руды до изготовления проката и различных металлоизделий. При этом используют самые современные технологии.

Искусственный интеллект. На его основе создают модели, которые анализируют исторические данные и делают прогнозы. Например, можно построить

модель, которая будет давать советы, если параметры выплавки стали конкретной марки выйдут за нужные пределы.

Машинное обучение. В основе этой технологии также лежит моделирование. Но в этом случае модель не только помогает оптимизировать технологический процесс, но и самообучается – так повышается ее точность.

Роботизация процессов. В промышленности используют роботов-манипуляторов – они подают заготовки при штамповке изделий, сваривают трубы и участвуют в заливке металлов.

Data Science. Для разработки моделей специалисты собирают и обрабатывают различные данные, например, физико-химические характеристики сырья, параметры работы конкретного оборудования, расходы и доходы производства.

Интернет вещей (IoT). Умные датчики и приборы учета, которые установлены на производственных участках и подключены к Сети, образуют интернет вещей. Благодаря этой технологии операторы и сотрудники удаленно контролируют качество производства турбин или потребляемую мощность в цехах.

IT-решения помогают оптимизировать металлургическое производство, на которое тратится много энергоресурсов. Чтобы сделать одну тонну стали, нужно 5–6 мегаватт электроэнергии. А это миллиарды рублей в год. Оптимизация расходов даже на 1–2 % помогает экономить миллионы.

С помощью информационных технологий автоматизируют производство, сокращают процент брака, снижают простой техники и увеличивают безопасность сотрудников в работе с горячими металлами. Мир переживает трансформацию от КИП, через бережливое производство к индустрии 4.0.

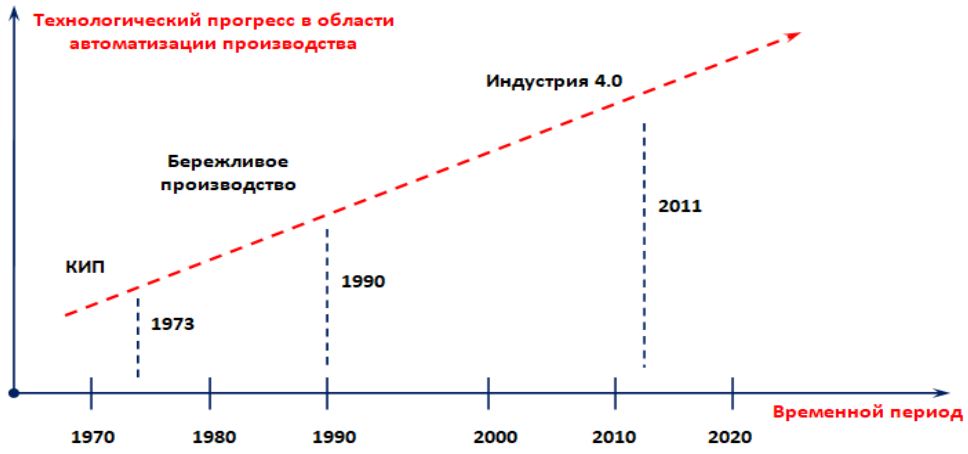


Рисунок 1 – Трансформация КИП в индустрию 4.0

Не смотря на все опасения о возможной безработице, возникающей в результате внедрения автоматизации, согласно отчета McKinsey Global Institute по всему миру к 2030 году от 400 до 800 миллионов работников могут лишиться рабочих мест. Авторы доклада отмечают, что в целом, текущие образовательные требования для профессий, которые могут вырасти, выше, чем для профессий,

вытесненных автоматизацией. В странах с развитой экономикой количество профессий, для которых в настоящее время требуется только среднее образование или меньше, в результате автоматизации сократятся, в то время как количество профессий, требующих высшего образования и выше, растет.

Один из авторов исследования Сюзан Линд (Susan Lund), говорит: «Что из-за автоматизации фактически меняется традиционная модель, при которой первые 20 лет своей жизни люди учатся, а остальные 40–50 лет – работают. Людям придется учиться новым навыкам в том числе и во время своей карьеры».

Так же как отметила автор исследования Сюзан Линд появится достаточно новых рабочих мест, требующих новых навыков, в большинстве сфер [3].

Меняются представления общества, расширяются научные взгляды на образовательный процесс, его цели, задачи, возможности. Жизнь выдвигает свои требования: развивать способность человека быстро реагировать на все изменения, проявлять инициативу, развивать коммуникативные навыки и т. п.

Список использованных источников

1. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики : пер. с нем. / под ред. А. Рота. — Москва: Техносфера, 2017. — 294 с.: ил.

2. Статья от 20.07.2022 «Индустрия 4.0 как металлургия внедряет информационные технологии» [Электронный ресурс] https://splav.nlmk.shop/Industriya-4-0-kak-metallurgiya-vnedryaet-informatsionnye-tekhnologii/ (Дата последнего обращения 13.02.2023).

3. Отчёт McKinsey Global Institute. «Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages». November 28, 2017. James Manyika, Susan Lund, Michael Chui, and other https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages (дата обращения: 20.09.2022).

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВОЙ СТРУКТУРИРОВАННОЙ ДВУХСЛОЙНОЙ ТРИКОТАЖНОЙ ТКАНИ, ПОЛУЧЕННОЙ РАЗМЕЩЕНИЕМ СПИЦ ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ В РЕЗИНОВОМ УСТРОЙСТВЕ

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н.,
Курбанов Б. М., Холиков К. М.
Наманганский инженерно-технологический институт
skazakbayeva1@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследования физико-механических свойств образцов двухслойного трикотажного полотна, изготовленных с использованием технологических возможностей двухигольных вязальных машин.

Annotation. The article presents the results of the study of the physical and mechanical properties of two-layer knitted fabric samples produced using the technological capabilities of double-needle knitting machines.

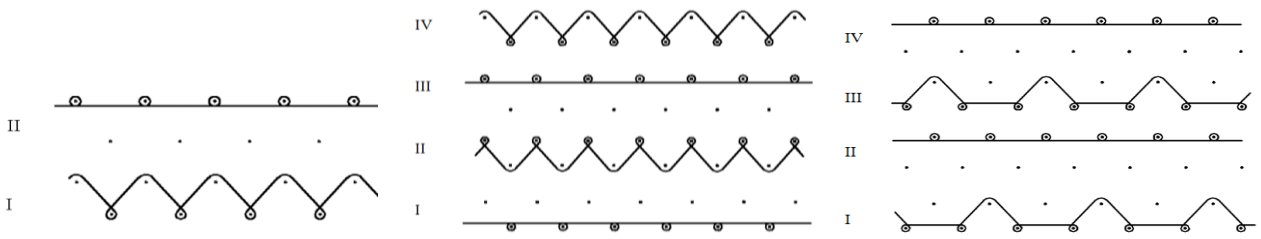
Основными физико-механическими свойствами двухслойных трикотажных полотен являются характеристики, определяющие пределы их использования.

Показателям, характеризующих физико-механические свойства, принято принимать такие качества, как прочность, относительное удлинение при напряжении меньше прочности на разрыв, сопротивление однократной и многократной деформации, воздухопроницаемость и сопротивление трению, пенетрация после термовлажностной обработки, а показателями, характеризующими внешний вид трикотажных полотен, являются количество и количество дефектов на единицу поверхности или длины.

Указанные показатели зависят от характера используемого сырья и способа получения трикотажных полотен. Нет необходимости принимать приведенные выше показатели качества для описания свойст всех видов тканей.

На основании результатов вышеуказанных научных исследований были сотканы 3 варианта двух- слоистые трикотажные полотна новой структуры на плоской двухигольной вязальной машине Long Xing LXA 252 SC, для расширения ассортимента трикотажных полотна при малом расходе сырья и высокими качественными показателями. Изучено влияние способа получения трикотажных полотен и структуры полотна на технологические показатели вязания.

Графическая запись полученного двухслойного трикотажа новой структуры представлена на рис. 1. Физико-механические параметры двухслойных трикотажных полотен новой структуры были испытаны по стандартной методике в испытательной лаборатории CentexUz при ТТЭСИ, полученные результаты представлены на рисунке 1.



I-вариант II-вариант III-вариант

Рисунок 1 – Графическая запись двухслойных трикотажных полотен в новой структуре

В таблице предоставлены и проанализированы указанными испытательными приборами воздухопроницаемость, предел прочности при разрыве, пенетрация, характеристики сохранения формы, которые являются основными показателями качества для двухслойных трикотажных полотен

Таблица 1 – Физико-механические свойства двухслойного трикотажа с новой структурой

Показатели		Варианты		
		I	II	III
Тип нити и линейная плотность, текс	Передний слой	ПАН 30 tex 2, 100 %		
	Задний слой			
Поверхностная плотность вязания M_s, g/m^2		358,6	362,7	370,3
Толщина Т, mm		1,5	1,8	1,6
Объемная плотность δ , mg/cm^3		239	201,5	231,4
Абсолютная объемная легкость Δδ, mg/cm^3		–	37,5	7,6
Относительная легкость θ, %		–	15,7	3,2
Воздухопроницаемость В, cm^3/cm^2 сек		154,2	146,6	155,8
Стойкость к трению И, тысяч оборотов		11,6	12,6	11,2
Прчность на разрыв *P*, Н	по высоте	236	269	270
	по ширине	221	248	229
Удлинение при разрыве *L*, %	по высоте	86	94	74
	по ширине	98	122	109
6Н да чщзилиш, %	по ширине	32	42	38
Деформация $\varepsilon_н$, %	по высоте	22	26	24
	по ширине	27	27	26
Оборотная деформация ε_o , %	по высоте	78	74	76
	по ширине	73	73	74
Уменьшение К, %	по высоте	–3	+2	+2
	по ширине	–5	–3	–2

При определении качественных показателей трикотажных полотен должна определяться характеристика воздухопроницаемости, указанная в стандарте. Под воздухопроницаемостью понимают способность пропускать воздух через 1 м^2 самой ткани за 1 секунду, и она характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости, указывающим на количество воздуха, проходящего через поверхность

В результате этого улучшаются формоудерживающие свойства трикотажных полотен, что, в свою очередь, положительно сказывается на потребительских свойствах образцов двухслойного трикотажа новой структуры.

Список использованных источников

1. Allamuratova T.K., Mukimov M. M. Investigation of technological parameters and physic-mechanical properties of an inlay knitted fabric on the base of doublelayer stitch. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, India. Vol. 5, Issue 2, February 2018, p.p. 5136-5141.

2. Алламуратова Т.К., Мукимов М.М., Холиков К.М. Уменьшение материалоёмкости за счет введения в структуру двухслойного трикотажа уточной нити, Научно-технический журнал ФерПИ, 2018. Том 22. №2, -с. 49-52.

3. Allamuratova T.K., Mukimov M.M. Development of Efficient Constructive Diagram and Justification of Parameters When Shrinking Knitted Clothing on a Double-Functional Circular Machines // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, India. Vol. 5, Issue 10, October 2018. p.p. 7178-7185.

4. Алламуратова Т.К., Мукимов М.М., Холиков К.М. Новая конструкция язычковых игл. Научно-технический журнал ФерПИ, 2018. Том 22. № 4, - с. 185-188.

5. Candan C., Onal L. Dimensional, Pilling And Abrasion Properties of Weft Knits Made From Open-End and Ring Spun Yarns. // Textile Res. J. 2002.-№72 (2). - pp. 164-169.

6. Kavuturan Y. The Effects of Some Knit Structures on the Fabric Properties in Acrylic Weft Knitted Outerwear Fabrics. // Tekstil Maraton. -2002. -pp. 40-46.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА, ПОЛУЧЕННОГО НА ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЕ

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н.,
Курбанов Б. М., Холиков К. М.
Наманганский инженерно-технологический институт
skazakbayeva1@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследования физико-механических свойств образцов двухслойного трикотажного полотна, разработанных с использованием технологических возможностей двухигольных вязальных машин..

Annotation. The article presents the results of the study of physical and mechanical properties of two-layer knitted fabric samples developed using the technological capabilities of double-needle knitting machines.

Текстильная и легкая промышленность являются важными отраслями экономики, формирующими бюджет многих стран. В системе мирового хозяйства инновационные возможности считаются стратегическим ресурсом, определяющим особое место национальной экономики. Применение интеграции научных достижений в производство является необходимым условием повышения качественных показателей и конкурентоспособности отечественной продукции, замещающей импорт и расширяющей структуру экспорта.

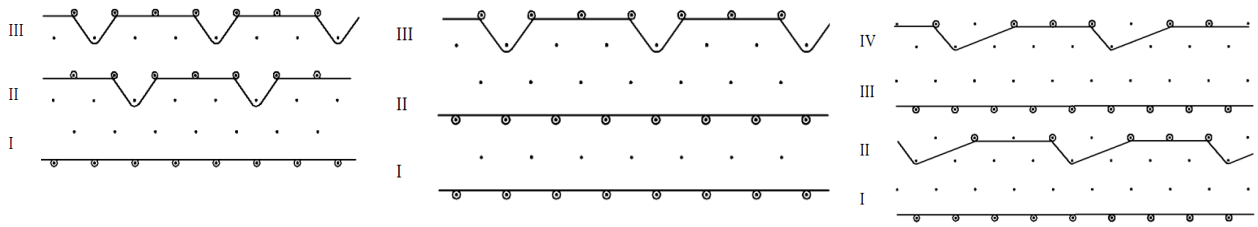
Основными физико-механическими свойствами двухслойных трикотажных полотен являются характеристики, определяющие пределы их использования.

Среди показателей, характеризующих физико-механические свойства, приняты такие, как прочность, относительное удлинение при напряжении меньше предела прочности при разрыве, сопротивление единовременной и многократной деформации, воздухопроницаемость и сопротивление трению, пенетрация после термоувлажняющей обработки. Также количество и количество дефектов на единицу поверхности или длины являются показателями, характеризующими внешний вид трикотажных полотен

Указанные показатели зависят от характера используемого сырья и способа получения трикотажных полотен. Нет необходимости принимать приведенные выше показатели качества для описания качества всех видов тканей.

По результатам научных исследований для расширения ассортимента трикотажных полотен при малом расходе сырья и высоких качественных показателях на плоской двухигольной вязальной машине Long Xing LXA 252 SC соткано 3 варианта двухслойных трикотажных полотен новой структуры. Изучено влияние способа получения трикотажных полотен и структуры полотна на технологические показатели вязания.

Графическая запись полученного двухслойного трикотажа новой структуры представлена на рис. 1. Физико-механические параметры двухслойных трикотажных полотен новой структуры были испытаны по стандартной методике в испытательной лаборатории «CentexUz» при ТТЭСИ, полученные результаты представлены в таблице 1.



I-вариант II-вариант III-вариант

Рисунок 1 – Графическая запись двухслойных трикотажных полотен в новой структуре

В таблице определены и проанализированы указанными испытательными приборами воздухопроницаемость, предел прочности при разрыве, пенетрация, характеристики сохранения формы, которые являются основными показателями качества для двухслойных трикотажных полотен.

Таблица 1 – Физико-механические свойства двухслойного трикотажа с новой структурой

Показатели		Варианты		
		I	II	III
Тип пряжи и линейная плотность, текс	Передний слой	ПАН 30 tex 2, 100%		
	Задний слой			
Поверхностная плотность вязания M_s, g/m^2		363,6	356,7	346,6
Толщина T, mm		1,77	1,92	1,5
Объем плотности δ , mg/cm^3		205,4	185,8	231,1
Абсолютная объемная легкость Δδ, mg/cm^3		33,6	53,2	7,9
Относительная легкость θ, %		14	22,2	3,3
Воздухопроницаемость В, cm^3/cm^2 сек		138,4	158,4	156,2
Стойкость при трении И, тысяч оборотов		11,4	11,5	11

При определении качественных показателей трикотажных полотен должна определяться характеристика воздухопроницаемости, указанная в стандарте. Под воздухопроницаемостью понимают способность пропускать воздух через 1 м^2 самой ткани за 1 секунду, и она характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости, указывающим на количество воздуха, проходящего через поверхность

Воздухопроницаемость двухслойного трикотажа новой структуры составляет от 138,4 до 138,4. Она изменялась в пределах до 158,4 см^3/см^2 сек. (рис. 2).

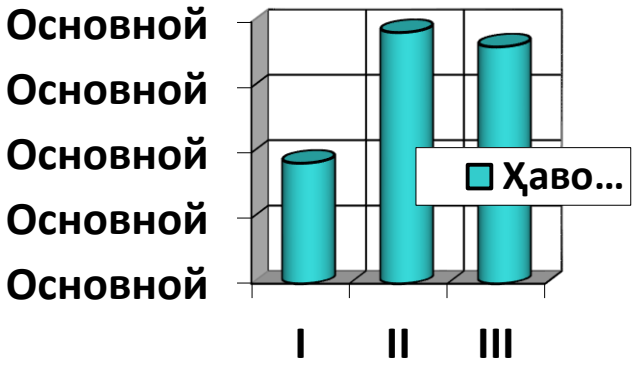


Рисунок 2 – Показатели воздухопроницаемости двухслойных трикотажных полотен новой структуры

Образец двухслойного трикотажного полотна II варианта имел наибольшую воздухопроницаемость, которая составила 158,4 см^3/см^2 сек. Самый низкий показатель воздухопроницаемости наблюдался в I-варианте и составил 138,4 см^3/см^2 сек. Также стали незаметными при высоких значениях показатели воздухопроницаемости остальных вариантов по отношению к ткани-основе. Это выражается в увеличении количества прессовых полуколец в составе трикотажных полотен и размещении игл резиновым образом.

Список использованных источников

1. Allamuratova T.K., Mukimov M. M. Investigation of technological parameters and physic-mechanical properties of an inlay knitted fabric on the base of double¬layer stitch. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, India. Vol. 5, Issue 2, February 2018, p.p. 5136-5141.

2. Shogofurov, Sh.Sh; Kamalova, I.I; Xoliqov, Q.M; Meliboev, U.X. (2020) Structure And Methods For Producing Refined Two-Layer Knitted Sheets. Solid State Technology. Vol. 63 No.6(2020).Pages11798-11807. http://www.solidstatetechnology. us/ index.php/JSST/article/view/6183

3. F.Kh. Sadykova, D.M. Sadykova, N.I. Kudryashova. Textile materials science and the basics of textiles production. M .: Legprombytizdat, 219-225p. (1989).

4. Ш.Исҳоқов. Тўқимачилик кимёси. Тошкент “Ўзбекистон” 1995.192 бет.

5. А.И.Кобляков, Г.Н.Кукин, А.Н.Соловьев. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению

6. Juraboev, A.T; Kholiqov, Q.M; Shog'ofurov, Sh. Sh (2020) The study of the technological parameters of double layer knitwear with various methods of connecting layers. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. Year:2020, V10.Issue 4. Pages 397-404.

7. N.R.Xanxadjayeva, Naqsh hosil qilish nazariy asoslari., Darslik. T.: “Aloqachi”, 2010, 214 bet.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА НОВОЙ СТРУКТУРЫ НА ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЕ

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н.,
Курбанов Б. М., Холиков К. М.
Наманганский инженерно-технологический институт
skazakbayeva1@gmail.com

Аннотация. В статье говорится об исследовании технологии о получении двухслойных трикотажных полотен с новой структурой, получаемых путем размещения игл в переплетенном порядке, с использованием технологических возможностей двух плоско-игольных вязальных машин.

Annotation. Using the technological capabilities of two flat-needle knitting machines, the technology of obtaining two-layer knitted fabrics with a new structure, produced by placing the needles in an interlocking order, was researched.

Активизация экономических основ в промышленности и сфере услуг требует производства продукции с четко определенной технологией и сниженной себестоимостью. Следовательно, альтернативные (оптимизация) технологии производства трикотажных изделий имеет большое значение. Определенный интерес вызывают верхняя одежда, теплое белье, детская одежда, а также трикотажные полотна технического назначения, трикотажные полотна с высокими покупательскими характеристиками.

Для частичного выполнения вышеуказанных задач разработана технология получения двухслойных трикотажных полотен новой структуры. 1-й вариант образца двухслойного трикотажа новой структуры изготовлен на плоско игольной машине Long Xing LXA 252 SC.

С целью расширения ассортимента и улучшения качественных показателей продукции была разработана технология размещения образцов двухслойного трикотажа на игле вязальной машины с замковым порядком (интерлокальная).

Новые структуры двухслойных трикотажных полотен были сотканы из полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи линейной плотности 30 текс х 2 на плоской двухигольной вязальной машине. Эти двухслойные трикотажные полотна различаются по структуре переплетения, раппорту и расположению игл.

Так, образцы двухслойного трикотажа новой структуры вязали на плоской двухигольной вязальной машине следующим образом.

В начале процесса добиваемся, чтобы положение спиц располагалось замковым образом, широко используя технологические возможности вязальной машины. После этого осматривают и проверяют расположение игл. После обеспечения всех технологических решений машина будет готова к отбору проб.

В данном процессе охвачена последовательность изготовления I ряда двухслойного трикотажа (вариант I), состоящего из четырех рядов общей раппортной глади и гладильных колец. В соответствии с ней каретка плосковязальной машины движется слева направо. В этом процессе нечетные спицы передней спицы перемещаются вверх за счет неполного завершения подъемной петли, а одинарная спица наматывается полу петлями, а четные спицы задней спицы поднимаются на полное завершение процесса за счет того, что подъемная петля находится в рабочем положении, а одинарная игла намотана для формирования изнаночным слоем собственных петель. В конце процесса на передних спицах формируются полу петли, а на задних спицах – полные петли. При этом четные спицы передней спицы и нечетные спицы задней спицы не участвуют в процессе образования петель, в связи с тем, что подъемная нить не находится в рабочем состоянии только у выбранных спиц. В результате была создана первая линия двухслойного трикотажа с новой структурой. При вязании II ряда трикотажного полотна каретка машины движется справа налево. В данном случаи четные спицы передней спицы перемещаются вверх за счет нахождения подъемной петли в полном рабочем положении, и одна спица обхватывает ее петли, а нечетные спицы задней спицы за счет выключения подъемной петли в половина, этим осуществляется неполный процесс завершения, сформировав полу петли из одной иглы для заднего слоя. В конце процесса на передних спицах формируются полные петли, а на задних спицах – полу петли. В связи с тем, что петля подъема не находится в рабочем положении только для выбранных спиц в процессе, нечетные спицы передней спицы и четные спицы задней спицы не подвергаются процессу образования петли и не образуют петлю. В результате формируется второй ряд двухслойного трикотажа с новой структурой по положению игл, расположенных друг напротив друга.

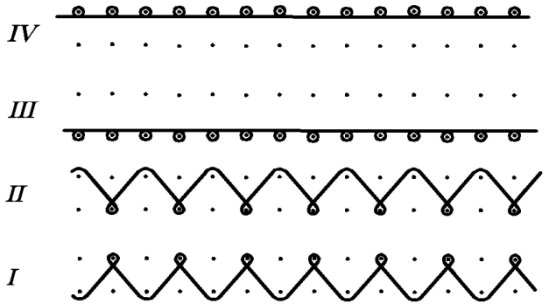


Рисунок 1 – Графическая запись двухслойного трикотажа (вариант I) в новом строении спицами в переплетенном расположении

При производстве третьего ряда двухслойного трикотажа при движении каретки слева направо все иглы передней иглы поднимаются в отделочный процесс

за счет рабочего положения подъемной петли и образуют третий ряд для лицевого слоя, при этом спицы заднего ряда не подняты на отделочный процесс из-за нерабочего положения подъемной петли, а петли в изнаночном слое процесс образования не выполняется. При вязании четвертого ряда полотна выполняется обратный процесс. Иначе говоря, передние спицы не участвуют в процессе завершения образования петель и не поднимаются вверх, а задние спицы продвигаются вверх до процесса завершения и образуют свой ряд петель (рис. 1). В результате чередуются ряды глади и прижимного кольца и иглы попеременно: в результате их встречного расположения было получено двухслойное трикотажное полотно с новой структурой.

Это полотно, созданное в трикотажной сети, является основой для расширения ассортимента двухслойных трикотажных полотен и разработки ресурсосберегающих технологий. Эти ткани будет уместно использовать для ассортимента верхней одежды

Список использованных источников

1. Бабинец С.В., Кирина М.А., Котикова Е.И. и др. Рациональное использование сырья в трикотажной промышленности: Обзорная информ. Сер. Трикотажная и текстильно-галант. пром-сть. - Ц.: ЦНИИТЭИ легпром, 1985, вып. 1 - 52 с.

2. Безкостова С.Ф., Позднякова Н.Н, Ровинская Л.П. Трикотаж комбинированных переплетений. С.П. 1999 г.

3. Космынин А.П., Рогозина А.М., Набутовская Г.А. Новый ассортимент трикотажных полотен с кругловязальных машин / ВНИИТП. - М., 1983. – 5с.: Деп. В ЦНИИТЭИлегпром 05.05.83, № 746 ЛП. - Д83.

4. Juraboev, A.T; Kholiqov, Q.M; Shog'ofurov, Sh. Sh (2020) The study of the technological parameters of double layer knitwear with various methods of connecting layers.ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. Year: 2020, V10.Issue4. Pages 397-404.

5. Kholikov, K.M; Zhuraboev, A.T; Shogofurov, Sh.Sh; Abduvaliev, D.M. (2020)Comprehensive assessment of the two-layer knitwear quality. The Way of Science. 2020. № 1(71).

6.Shogofurov, Sh.Sh., Xolikov, Q. M. (2021). Pattern effects of knitwear fabrics on jackard knitwear. In Экономика. Социология. Право (pp. 29-31).

7.A.T Juraboev, Q.M Kholiqov, Sh.Sh.Shogofurov, The study of the technological parameters of double layer knitwear with various methods of connecting layers. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. Year: 2020, V10. Issue 4.

8. Shogofurov, Sh.Sh; Kamalova, I.I; Xoliqov, Q.M; Study of the Effect of Changes on the Technological and Physical-Mechanical Properties of Knitting in a New Structure, Engineering, tom-13, nomer-6, page 287-299.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА НОВОЙ СТРУКТУРЫ, ПОЛУЧЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЕМ СПИЦ ПЛОСКОЙ ДВУХИГОЛЬНОЙ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ В РЕЗИНОВОМ УСТРОЙСТВЕ

Казакбаева С. И., Боротов Ж. З., Турсункулова М. С., Ёкубжанов Н. Н.,
Курбанов Б. М., Холиков К. М.
Наманганский инженерно-технологический институт
skazakbayeva1@gmail.com

Аннотация. С использованием технологических возможностей современных плоских двухигольных вязальных машин исследована технология производства и технологические показатели нового структурированного двухслойного трикотажа, получаемого путем размещения игл в резиновом расположении.

Annotation. Using the technological capabilities of modern double flat needle knitting machines, the production technology and technological indicators of a new structured two-layer knitted fabric produced by placing the needles in a rubbery arrangement were researched.

Общими особенностями для всех структур двухслойных трикотажных полотен является то, что каждый их самостоятельный слой образует основное, производное, узорчатое или смешанное однослойное полотно. В процессе плетения ткань или слои соединяются друг с другом с помощью определенных элементов петлевой конструкции на спинке, при которой возможно снять одно полотно и сохранить другое, не разрывая петлевого соединения [1].

Двухслойное смесовое трикотажное полотно ткут на много системной кругло игольной шиномонтажной машине, в связи с чем данное полотно, обладающее свойствами сохранения формы и сохранения тепла, может быть использовано в производстве товаров бытового, спортивного и технического назначения [2].

Результаты проведенных научных исследований доказали, что разработка двуслойного смешанного трикотажного полотна на составе новых методов и технологий по получению двухслойных трикотажных полотен с новой структурой даст возможность получить расширения ассортимента, экономии расхода сырья, использования смешанных трикотажных полотен.

Так, для решения указанных выше актуальных проблем была разработана технология получения двухслойных трикотажных полотен новой структуры. I-вариант двухслойного трикотажного полотна новой структуры был соткан на плоской двухигольной вязальной машине 14 класса производства китайской фирмы Long Xing LXA 252 SC.

Известно, что получение смесовых тканей при повторении рядов ткани или отдельных элементов в определенном порядке является одним из наиболее перспективных направлений создания нового ассортимента трикотажных полотен.

Одним из них является дублиринизация однослойных тканей методом ткачества. В двухслойных трикотажных полотнах эти полотна соединяются между собой петельными элементами в процессе вязания.

С целью расширения ассортимента трикотажных полотен, снижения расхода сырья и улучшения качественных показателей разработана технология получения образцов двухслойного трикотажа, полученного в новой структуре.

Следовательно, двухслойные трикотажные полотна новой структуры сотканы из полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи линейной плотностью 30 текс х 2. Новые образцы двухслойного трикотажа отличаются друг от друга способом производства и изменением структуры полотна

Образцы двухслойного трикотажа новой структуры были получены при помощи вязки на плоской двухигольной вязальной машине в следующем порядке.

Вариант I новой конструкции, каретка вязальной машины движется слева направо при производстве I ряда двухслойного трикотажного полотна. В результате передние иглы подняты до полного завершения процесса за счет нахождения подъемника в рабочем положении и делают свои петли для переднего слои ткани из акрилового сырья, а задние иглы подняты до упора незавершенного завершение процесса из-за того, что подъемник наполовину отключается и образует полупетли. В конце процесса на передних спицах формируются полные петли, а на задних спицах – полупетли. При вязании II ряда трикотажного полотна передние спицы не участвуют в процессе образования петель в связи с тем, что петля подъема не находится в рабочем состоянии при движении каретки машины справа налево. А задние иглы полностью поднимаются к процессу отделки благодаря рабочему положению подъемной штанги и образуют гладкие кольца из акрилового сырья. В результате передний и задний слои ткани скрепляются с помощью открытых пресс-полуколец (рис. 1). Трикотажное полотно состоит из вытянутых петель изнаночного слоя *1*, петель переднего слоя *2*, полупетлей, соединяющих два слоя *3*, и прокладок *4*.

а *б*

Рисунок 1 – Структура (*а*) и графическая запись (*б*) двухслойного трикотажного полотна (вариант I) в новой структуре

Особенность этого процесса в том, что спицы вязальной машины располагаются и работают по резиновому узору при получении двухслойного трикотажа с новой структурой. Это выражается в разработке новой технологии получения

двухслойных трикотажных полотен новой структуры, иглы которых расположены в резиновом узоре. Последующие двухслойные образцы также были сотканы этим методом.

Технологические параметры двухслойных трикотажных полотен новой структуры были испытаны по стандартной методике в испытательной лаборатории «CentexUz» при ТТЭСИ.

По результатам анализа определяются такие технологические показатели, как шаг кольца, высота ряда кольца, плотность в горизонтальном и вертикальном направлениях, длина струны кольца.

В результате был соткан новый ассортимент двухслойных трикотажных полотен с новой структурой за счет расположения спиц плоско игольной вязальной машины по резиновому узору, а также разработки новой технологии получения трикотажного полотна.

Список использованных источников

1. Поспелов Е.П. Двухслойный трикотаж. - М., Легкая и пищевая промышленность, 1982 г., с. 208.

2. Anand, S.C. Technical Fabric Structures-2. Knitted Fabrics (Book Chapter) Handbook of Technical Textiles: 2015. Second Edition. 1, с. 107-162.

3. Патент № 2191854 (Россия), МПК7D 04 B 1/00. Последовательный способ получения двухслойного триотажа на четырехфонтурной плосковязальной машине. Романенко Ю.А., Пьяникова Э.А., Диев О.Г.. Заявл. 04.12.2000. Опубл. 27.10.2002.

4. Shogofurov, Sh.Sh; Kamalova, I.I; Xoliqov, Q.M; Meliboev, U.X. (2020) Structure And Methods For Producing Refined Two-Layer Knitted Sheets. Solid State Technology. Vol. 63 No.6(2020).Pages11798-11807. http://www.solidstatetechnology.us/index.php/JSST/article/view/6183.

5. Проказова М. А. Разработка ассортимента трикотажа комбинированных переплетений на базе двухслойного производного ластика. Дис… канд. техн. наук. -Москва.- 2010. -132с.

6. Shogofurov.Sh.Sh. Kamalova.I.I, Xolikov.K.M, (2021). Study of the Effect of Changes on the Technological and Physical-Mechanical Properties of Knitting in a New Structure. Engineering, 13(6), 287-299.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Карлибаева Р., Курбанов Х., Бекимбетова М.
Ташкентский государственный экономический университет
k.raya3005@mail.ru, kurbanov1301@yahoo.com

Аннотация. В статье изложены процесс инновационного предпринимательства и организация инновационного бизнеса. Сделан краткий обзор вовлечения малого бизнеса в орбиту центров инновационного роста, преимущества и недостатки стимулирование повышение технологического уровня предприятий.

Annotation. The article describes the process of innovative entrepreneurship and the organization of innovative business. A brief overview of the involvement of small businesses in the orbit of innovation growth centers, advantages and disadvantages of stimulating an increase in the technological level of enterprises is made.

Инновационное предпринимательство, являясь основой конкурентного преимущества, способствует повышению уровня жизни населения на основе устойчивого экономического развития, обусловлено эффективным использованием интеллектуального потенциала, генерации, распространения и реализации новых знаний. Становление Узбекистана как независимого государства происходит в условиях роста взаимозависимости национальных экономик. Такие тенденции на фоне изменяющегося мирового порядка выдвигают на передний план проблемы использования странами их конкурентных преимуществ. Важнейшим конкурентным преимуществом в современных условиях является уровень развития новых знаний и их эффективное применение в социально-экономическом развитии. Активная работа по созданию центров инновационного роста и постепенному вовлечению в орбиту их деятельности малых инновационных предприятий в нашей республике началась с 2017 года, когда в рамках Стратегии действий Узбекистана на 2017–2021 годы во всех регионах республики начали создаваться различные по своей организационной природе формы пространственной организации инновационного бизнеса. Спектр появившихся в последнее время центров инновационного роста регионов, способных оказать эффективную помощь в повышении технологического уровня малых предприятий, представлен на рис. 1. Наиболее благоприятные возможности для расширения масштабов работы по повышению технического уровня малого бизнеса в регионах имеют 22 свободных экономических зоны, способные привлекать иностранные инвестиции для нужд инновационного развития регионов своей дислокации. Уже в 2022 году на территории свободных индустриальных экономических зон было реализовано 158 проектов общей стоимостью 1045,5 млн долл. США, что позволило создать 9746 новых рабочих мест. В 2021 году предприятиями, расположенными на территории СЭЗ, произведено продукции на сумму 1,76 трлн сумов.

Рисунок 1 – Формы центров инновационного роста Республики Узбекистан
Примечание: составлено авторами.

Отмечая большие преимущества СЭЗ и кластеров, следует признать, что в условиях устранения последствий коронавирусной пандемии наиболее востребованной площадкой для сотрудничества с малыми инновационными предприятиями становятся малые промышленные зоны, обладающие целым рядом существенных налоговых, таможенных льгот, а также имущественных преимуществ. В настоящее время в различных регионах республики функционируют 156 малых промышленных зон, которые заинтересованы в налаживании тесных кооперационных связей с малым бизнесом в вопросах создания наукоемкой технической продукции для нужд субъектов региональной экономики. Широкие возможности для повышения технологического уровня малых предприятий открывает расширение масштабов их взаимовыгодного сотрудничества с такими центрами инновационного роста, как технические парки, бизнес-акселераторы и испытательные полигоны. Большинство из них, обладая значительным техническим потенциалом и инновационными наработками, кровно заинтересованы в реализации быстро окупаемых инновационных проектов с участием малого бизнеса. Еще одним наглядным примером приложения потенциала интеграции центров инновационного роста и малых предприятий выступают испытательные полигоны, сеть которых постепенно формируется в нефтегазодобывающей и фармацевтической отраслях промышленности, а также в аграрном секторе эконо-

мики Узбекистана. Так, СИЭЗ предрасположены к широкому привлечению прямых иностранных инвестиций и новейших технологий для реализации быстро окупаемых инновационных проектов центров инновационного роста, работающих в кооперации с малым инновационным бизнесом. Производственные кластеры заинтересованы в налаживании тесной кооперации с малыми инновационными предприятиями при запуске высокотехнологичных производственных цепочек, обеспечивающих выпуск экспортной или импортозамещающей продукции с высоким уровнем добавленной стоимости. Малые промышленные зоны, в силу имеющихся у них преференций, способны создавать малым инновационным предприятиям выгодные стартовые условия для освоения выпуска экспортоориентированной или импортозамещающей продукции. Ключевой проблемой на пути налаживания тесного партнерства между центрами и малым бизнесом выступает затянувшееся формирование научно обоснованных стратегий развития производительных сил отраслей и регионов, что затрудняет разработку долгосрочных стратегий развития субъектов инновационного бизнеса. Для своевременного устранения указанных препятствий на пути повышения технологического уровня малых предприятий за счет их вовлечения в орбиту центров инновационного роста усилий только самих центров и малого бизнеса крайне недостаточно, здесь нужен качественно новый уровень координации усилий органов государственного, отраслевого и регионального управления, а также экономических министерств и регуляторов финансового рынка. Необходима прозрачная система приоритетного инвестиционного обеспечения крупных проектов с участием указанных субъектов региональной экономики, включающая предоставление им льготных режимов кредитования, налогообложения, таможенного и имущественного обеспечения, а также страхования рисков инвесторов.

Таким образом, можно сделать вывод, что конструктивное решение проблемы повышения уровня технологической оснащенности малых предприятий за счет углубления их сотрудничества с центрами инновационного роста открывает качественно новые возможности для модернизации производительных сил территорий.

ХИТОЗАН И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ И ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кучкорова Д. У., Ихтиярова Г. А., Исомитдинова Д. С.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
dilfuza.kuchkorova90@mail.ru

Аннотация. Хитозан, второй по распространенности биополимер в природе после целлюлозы, и его производные были синтезированы из аборигенных пчел Apis mellifera. Хитозан и их производные широко используются в пищевой, сельскохозяйственной, косметической, а теперь еще и в текстильной промышленно-

сти. Сегодня из-за увеличения количества тканей из смесовых волокон в текстильной промышленности возникают проблемы в процессах отделки, уместно использовать хитозан для устранения таких проблем.

Annotation. Chitosan, the second most abundant biopolymer in nature after cellulose, and its derivatives were synthesized from native Apis mellifera bees. Chitosan and its derivatives are widely used in food, agriculture, cosmetics, and now also in the textile industry. Today, due to the increase in mixed fiber fabrics in the textile industry, problems arise in finishing processes. it is appropriate to use chitosan in eliminating such problems.

Традиционные текстильные изделия из таких волокон, как шерсть, хлопок, шелк, полиэстер и т. д., не в состоянии удовлетворить растущий спрос на эстетику, комфорт, здравоохранение и промышленное применение. Функциональные ткани, обладающие антибактериальными, несминаемыми, красящими, антистатическими и другими специальными свойствами, получили широкое внимание в текстильной промышленности и мире моды [1].

Хитин, природный биополимер, является вторым по распространенности полисахаридом в природе после целлюлозы. Хитин встроен в белковую матрицу панциря ракообразных или пера кальмара. Впервые хитин обнаружил и выделил Браконнот в 1811 г. и назвал его фунгином [2]. Позже, Одье [3] нашел хитин у насекомых и назвал его хитином [4]. В настоящее время хитин обычно получают из панцирей крабов и креветок, которые морская промышленность выбрасывает как огромные отходы. Отходы экзоскелета ракообразных содержат 30–50 % карбоната кальция, 30–40 % белка и 20–30 % хитина в расчете на сухую массу. Хитозан представляет собой катионный полисахарид, полученный щелочным N-деацетилированием хитина. Таким образом, хитозан – это групповое название полимеров, полученных в результате деацетилирования хитина. Единственная разница между хитозаном и хитином заключается в степени деацетилирования. В первые хитозан был открыт Rouget в 1859 г. путем реакции хитина с раствором едкого натра, что приводит к гидролизу N-ацетильных связей или деацетилированию хитина. Позже Ригби получил два патента: один на производство хитозана из хитина, а другой на производство пленок и волокон из хитозана [5]. Хитозан представляет собой катионный полисахарид, полученный щелочным N-деацетилированием хитина. Хитозан – экологически чистый агент, который используется для достижения антимикробных свойств текстиля. В настоящее время связывание хитозана с текстилем тщательно исследовано в связи с возрастающими требованиями к стабильности достигнутых свойств в процессах ухода за текстилем. Хитозан обладает способностью поглощать значительные количества красителей из водных растворов [6].

Рисунок 1 – Применение хитозана в текстильной промышленности

Первоначально хитозан использовался в текстильной промышленности в качестве углубляющего красителя. Хитозан катионный полимер, считается идеальным фиксирующим агентом для анионных красителей (рис. 1). Возможно безсолевое крашение с использованием хитозана с добавлением некоторых других добавок [7]. Низкий красящий эффект хитозана можно объяснить тем, что присутствие хитозана приводит к образованию однородной пленки на поверхности волокна. Это улучшает поверхностные свойства волокна и уменьшает кулоновское отталкивание между волокном и анионными красителями, что значительно повышает скорость поглощения красителя. Эффект углубления обусловлен также протонированием свободной аминогруппы молекулы хитозана в кислых условиях. Когда ткань погружают в раствор хитозана, положительный заряд волокна увеличивается, поэтому сила отталкивания между волокном и анионными красителями уменьшается. Хитозан может использоваться в антистатической отделке текстиля. Ткани из полиэстера вызывают прилипание одежды к коже, поскольку они подвержены статическому электричеству. Работники промышленных предприятий, использующие чувствительные электронные инструменты, должны носить антистатическую рабочую одежду [8]. Поэтому антистатическая обработка тканей становится привлекательной темой в текстильной промышленности. Присутствие $NH3^{+}$ в молекулярной структуре хитозана делает волокна, обработанные хитозаном, обладающего ионно-проводящей функцией в воде, могут быстро сбрасывать статические заряды, возникающие при трении. При этом электрическая нейтрализация происходит, когда заряд молекулы хитозана противоположен поверхностному заряду волокна. Кроме того, наличие большого количества сильных полярных групп, таких как гидроксильные группы и аминогруппы, в молекулах хитозана делает молекулы хитозана очень гигроскопичными, образуя на поверхности волокна непрерывную водяную пленку. Эта водная пленка в некоторой степени способна растворять углекислый газ в воздухе и электролиты в волокнах, тем самым косвенно повышая электропроводность поверхности ткани и придавая полиэфирной ткани антистатические свойства. Благодаря своим структурным характеристикам хитозан можно легко смешивать с обычными текстильными волокнами, такими как шерсть, хлопок, шелк и полиэстер, обладающих хорошей совместимостью и сильным взаимодействием.

Функциональные ткани с антибактериальными, антисминающими, красящими и антистатическими свойствами могут быть изготовлены с использованием хитозана в качестве отделочного агента или модификатора волокна. Применение хитозана в текстильной промышленности не только улучшает характеристики и повышает ценность тканей, но и способствует эффективному использованию природных ресурсов.

В этой статье раствор хитозана (растворенный в 2 % уксусной кислоте) и водорастворимый карбоксиметилхитозан были хлопком сорбированы (CO) и полиэстер/хлопком (PES/CO) [9]. Таким образом, поскольку хитозан и карбоксиметилхитозан образуют прочную ковалентную связь с катионными биополимерными анионными красителями, снижается расход следующих реагентов, т. е. воды, красителей и повышается интенсивность окраски ткани.

Список использованных источников

1. Wu. Y (2003) The effect of chitosan and its derivatives on the dyeability of silk. The Hong Kong Polytechnic University, China.

2. Lim SH (2003) Synthesis of a fiber-reactive chitosan derivative and its application to cotton fabric as an antimicrobial finish and a dyeingimproving agent.

3. Yen. MS (2001) Application of chitosan/nonionic surfactant mixture in reactive dyes for dyeing wool fabrics. Journal of Applied Polymer Science 80(14): 2859-2864.

4. Yuen C (2008) Digital ink-jet printing of cotton fabric with chitosan. Textile Asia.

5. 25. Muzzarelli RA (1983) Chitin and its derivatives: new trends of applied research. Carbohydrate Polymers 3(1): 53-75.

6. Нудьга Л.А., Баглагина Ю.Г. и др. Строение и свойства хитина и хитозана // Высокомолекулярные соединения, Серия Б1991, Т.33, №1.- С.864-867

7. Исследование способов крашения из модифицированных смешанных волокон. Modifying Wollcotton textiles for union dyeing /Grartamone Teanette M. BaoGruoping, Francis Anne, marmer Williana №11 Text. Chem and Color.-1997.-29. №9. С.30-36.

8. Yegappan R, Selvaprithiviraj V, Amirthalingam S, Jayakumar R (2018) Carrageenan based hydrogels for drug delivery, tissue engineering and wound healing. Carbohydr Polym.

9. Ҳазратова Д.А. “Хитозан иштирокида сувда эрувчан бўёвчи моддалар билан ипак ва аралаш толали матоларни пардозлаш технологиясини такомиллаштириш”: Автореф.дисс...к.ф. фалсафа доктори:-Т.2021.105 б.

МЕХАНИЗМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ

Мирсаидова Ш. А.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
shahnozakh@mail.ru

Аннотация. Инновационное предпринимательство является важным фактором развития экономики любой страны. В Узбекистане были разработаны механизмы, которые направлены на стимулирование развития инновационного предпринимательства. В данной статье рассматриваются основные механизмы, которые способствуют развитию инновационного предпринимательства в Узбекистане, а именно: создание инновационных центров, поддержка стартапов, организация конкурсов на лучшую инновационную идею, налоговые льготы для инновационных предприятий и другие. Также в статье представлены примеры успешных стартапов, которые получили поддержку от государства и смогли достичь успеха на рынке. В целом, механизмы стимулирования инновационного предпринимательства в Узбекистане позволяют создавать новые рабочие места, повышать конкурентоспособность экономики и привлекать инвестиции в страну.

Annotation. Innovative entrepreneurship is an important factor in the development of the economy of any country. In Uzbekistan, mechanisms have been developed that are aimed at stimulating the development of innovative entrepreneurship. This article discusses the main mechanisms that contribute to the development of innovative entrepreneurship in Uzbekistan, namely: the creation of innovation centers, support for start-ups, organization of competitions for the best innovative idea, tax incentives for innovative enterprises and others. The article also presents examples of successful startups that received support from the state and were able to achieve success in the market. In general, the mechanisms for stimulating innovative entrepreneurship in Uzbekistan make it possible to create new jobs, increase the competitiveness of the economy and attract investment to the country.

Инновационное предпринимательство является одним из ключевых элементов развития экономики в любой стране. В Узбекистане были разработаны механизмы, которые направлены на стимулирование развития инновационного предпринимательства.

Одним из основных механизмов развития инновационного предпринимательства является создание инновационных центров. Эти центры предоставляют инновационным стартапам пространство для работы и проведения исследований. Они также предоставляют консультации и финансовую поддержку для развития бизнеса.

Другой важный механизм стимулирования инновационного предпринимательства – это поддержка стартапов. В Узбекистане созданы государственные программы, которые предоставляют финансовую поддержку для развития инновационных стартапов. Эти программы также предоставляют консультации по

бизнес-планированию и маркетингу, что помогает молодым предпринимателям стать успешными на рынке

Инновационное предпринимательство играет важную роль в экономическом развитии любой страны. Это позволяет создавать новые продукты и услуги, улучшать технологии и процессы, повышать производительность труда и конкурентоспособность на мировом рынке.

В Узбекистане правительство принимает ряд мер для стимулирования инновационного предпринимательства и создания благоприятной инвестиционной среды. Одной из основных мер являются налоговые льготы и субсидии, которые предоставляются инновационным предприятиям. Например, налог на прибыль снижен для таких предприятий на 50 % в течение первых трех лет и на 30 % в течение следующих трех лет. Также инновационные предприятия освобождаются от налога на имущество в течение первых пяти лет. Кроме того, предприятия могут получать субсидии на различные нужды, такие как научно-исследовательские работы и разработку новых продуктов. Еще одной важной мерой являются программы поддержки и финансирования, созданные правительством для стимулирования инновационной деятельности. Например, в 2020 году был создан Национальный фонд развития инноваций и технологий, который предоставляет финансирование для инновационных проектов и стартапов. Кроме того, существуют специализированные центры поддержки инновационного предпринимательства, которые оказывают консультационную и техническую поддержку, помогают в получении грантов и инвестиций, и проводят различные образовательные программы.

Еще одной важной мерой стимулирования инновационного предпринимательства является развитие научно-технического потенциала страны. В Узбекистане ведется активная работа по созданию и развитию научных и исследовательских центров, университетских лабораторий и инкубаторов, которые помогают в разработке и коммерциализации инновационных продуктов и услуг.

В целом, стимулирование инновационного предпринимательства является одним из ключевых направлений экономической политики Узбекистана. Это позволяет не только создавать новые рабочие места и повышать благосостояние граждан, но и укреплять экономику страны в целом

Видны усилия правительства Узбекистана по развитию инновационного предпринимательства, такие как налоговые льготы и субсидии, программы поддержки и финансирования, развитие научно-технического потенциала. Все это помогает создавать благоприятную инвестиционную среду, стимулировать инновационную деятельность и повышать конкурентоспособность на мировом рынке. Развитие инновационного предпринимательства в Узбекистане помогает не только укреплять экономику страны, но и улучшать благосостояние граждан через создание новых рабочих мест и повышение производительности труда.

НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ КАРШИНСКОГО ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Узаков Г. Н., Базаров О. Ш., Давланов Х. А., Тошматов Б. М.
Каршинский инженерно-экономический институт
uzoqov66@mail.ru

Аннотация. В статье кратко изложены основные результаты научных исследований по разработке энергоэффективных систем и технологий на основе использования возобновляемых источников энергии в природно-климатических условиях г.Карши. Приведены краткие характеристики опытных установок на основе возобновляемых видов энергии, разработанные на научно-инновационном полигоне «Альтернативные источники энергии» Каршинского инженерно-экономического института.

Annotation. The article briefly outlines the main results of scientific research on the development of energy-efficient systems and technologies based on the use of renewable energy sources in the natural and climatic conditions of Karshi. Brief characteristics of pilot plants based on renewable types of energy, developed at the scientific and innovative testing ground “Alternative energy sources” of the Karshi Engineering-Economics Institute are given.

В современном мире проблемы энергосбережения при использовании традиционных топливно-энергетических ресурсов приобрели особую актуальность, что обусловлено сокращением традиционных энергоресурсов и обострением экологических нагрузок в окружающую среду. Энергетическая проблема приобрела глобальный характер и возникла необходимость своевременной перестройки энергетической базы и поиска путей освоения возобновляемых и экологически чистых источников энергии [1].

В связи с этим в Республике Узбекистан большое внимание уделяется проблемам энергосбережения и экономии традиционных энергоресурсов в системах теплоснабжения зданий, сооружений, коммунально-бытовых и социальных объектов, внедрению энергосберегающих технологий в отраслях экономики и ускоренному развитию использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Указом Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28.01.2022 года принята Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы и Государственная программа по ее реализации. Согласно принятой программе обеспечение энергобезопасности страны, экономия традиционных энергоресурсов и внедрения технологий «Зеленой экономики» во всех сферах является первостепенной задачей для развития Нового Узбекистана [2].

Южный регион Республики Узбекистан (Кашкадарьинская область) обладает огромными ресурсами солнечной энергии. По измеренным данным плотность солнечного излучения в условиях г.Карши в ясный полдень достигает до 1 кВт/м^2, а в среднем за год (с учетом ночей и пасмурных дней) составляет около 200÷250 Вт/м^2, что тем не менее соответствует ежегодному поступлению на 1 м^2

земной поверхности энергии, эквивалентной 150÷250 кг условного топлива или 4396,5÷7327,5 МДж тепловой энергии [3]. Однако относительно невысокая плотность энергетического потока солнечного излучения на поверхности земли и непостоянство времени (суточная, сезонная) затрудняют её более эффективное использование для электро- и теплоснабжения автономных потребителей. Результаты исследований показывают, что перспективными направлениями применения ВИЭ на юге Республики являются следующие:

– внедрение фотоэлектрических систем и гелиоколлекторов в типовых коттеджах, теплицах, фермерских хозяйствах, мини-перерабатывающих предприятиях, молочных предприятиях, сушильных и холодильных камерах, плодоовощехранилищах, инкубаторах и т.п.;

– создание систем гибридного тепло- и электроснабжения локальных потребителей на основе оптимальной комбинации традиционных и ВИЭ;

– установка маломощных солнечных фотоэлектрических станций (в среднем 2 кВт), теплонасосных установок и солнечных водонагревателей (в среднем 200 литров) в школах, детских садах, частных домах;

– создание эффективной системы переработки органических отходов животноводства и бытовых отходов для использования их в виде ВИЭ (биогазовые, пиролизные установки).

В связи с этим на научно-инновационном полигоне «Альтернативные источники энергии» Каршинского инженерно-экономического института проводятся научные исследования, нацеленные на разработку эффективных энергоустановок с учетом технического потенциала ВИЭ (энергии солнца и биомассы) местности. Разработана гибридная система электроснабжения, теплоснабжения и горячего водоснабжения для сельских домов, удаленных от централизованной системы энергоснабжения. В предложенной системе энергоснабжения эффективно используются энергоустановки на основе ВИЭ, в частности, солнечные батареи, ветроустановки, тепловой насос и солнечные коллекторы. Внедрение гибридной системы энергоснабжения для сельского дома позволяет сэкономить традиционные энергоресурсы (природный газ, угля, мазута и т.п.) и обеспечить уменьшение выброса вредных парниковых газов в атмосферу [4].

Научными исследователями кафедры «Альтернативные источники энергии» в период 2010–2022 годов были исследованы процессы термической переработки биомассы с целью получения альтернативного топлива методом пиролиза. Получен патент на полезную модель «Устройство для отопления теплицы» (авторы: Узаков Г. Н., Давлонов Х. А. и др.), которая внедрена в системе отопления опытной солнечной теплицы полезной площадью 100 м^2 [5, 6].

Проведены исследования по созданию солнечной установки для термической регенерации твердых адсорбентов (активного угля, цеолита) для систем обеспечения микроклимата плодоовощехранилищ [7]. Для решения проблем энергосбережения в процессах хранения и сушки сельхозпродуктов предложена солнечно-теплонасосная система теплохладоснабжения комбинированной сушильно-холодильной камеры. В предложенной системе замкнутый цикл теплового насоса

(ТН), применение термодинамического цикла ТН для одновременного охлаждения и теплоснабжения, управляемые солнечные установки создают требуемые теплотехнические условия для сушки различных плодоовощных продуктов без затрат дорогостоящей традиционной энергии (тепло, электроэнергия) [8].

Разработана гелионагревательная система с контактным теплообменником для тепловлажностной обработки приточного воздуха в теплице [9]. Создана экспериментальная солнечная установка для термической переработки твердых бытовых отходов, которая изготовлена из полуцилиндра с основанием в виде прямоугольного параллелепипеда, рабочий объем реактора составляет 1,2 м^3. На основе проведенных исследований, установлено, что при средней температуре нагрева 50–55 ^{o}C получено 200÷250 м^3 свалочного газа из одной тонны бытовых отходов. На техническую новизну разработанной солнечной установки для термической переработки ТБО получен патент «Устройство для термической переработки твердых бытовых отходов» № FAP 01557 // 28.10.2020 г. (авторы: Узаков Г. Н., Тошмаматов Б. М. и др.) [10].

Список использованных источников

1. Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы ее развития. -Т.: -2021.- с.952.

2. Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

3. Узаков Г.Н. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в климатических условиях юга Узбекистана. Сборник материалов международной конференции «Актуальные проблемы энергетики в условиях цифровизации экономики» г.Бухара. 2022 г. 24-26 ноября. С. 206-210.

4. Uzakov, G., Khamraev, S., Khuzhakulov, S. Rural house heat supply system based on solar energy. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, 1030(1), 012167 (Scopus).

5. Патент на полезную модель № FAP 20180200 от 26.12.2018. «Устройство для отопления теплицы». Авторы: Узаков Г.Н., Давлонов Х.А. Узакова М.

6. Uzakov G.N., Davlonov Kh.A., Holikov K.N. Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters// Applied Solar Energy, 2018, Vol. 54, No. 6, pp, 481-484. (05.00.00; №4. Scopus CiteScore 2018, IF:0.9).

7. Патент на полезную модель № FAP 01259 от 04.12.2014. «Устройства для регенерации адсорбентов». Авторы: Хужакулов С.М., Узаков Г.Н.

8. Узаков Г.Н., Яхшибоев Ш.К., Рузикулов Г.Ю. Исследование тепловлажностного режима энергосберегающей солнечно-теплонасосной сушильно-холодильной камеры// Проблемы энерго- и ресурсобережения.-Ташкент, 2021.- № 2. С. 121-130.

9. Aliyarova, L.A., Uzakov, G.N., Toshmamatov, B.M. The efficiency of using a combined solar plant for the heat and humidity treatment of air. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 723(5), 052002 (Scopus).

10. Узаков Г.Н., Тошмаматов Б.М., Кодиров И.Н. Маматова М., Баратова С.Р. «Устройство для термический переработки твердых бытовых отходов». Патент по полезную модель РУз № FAP 01557 // 28.10.2020.

ОСВОЕНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИННОВАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ху Минцзюнь, Устинович И. В.
Белорусский национальный технический университет
hmjiris1016@gmail.com, i.ustinovich@yandex.ru

Аннатация. Производство высокотехнологичных товаров необходимо для повышения конкурентоспособности реального сектора экономики Беларуси. Изучение этого процесса позволило: обосновать важность инноваций; провести анализ существующих проблем и направлений развития отдельных промышленных экономических видов деятельности; предложить рекомендации развития высокотехнологичных производств.

Annotation. The high-tech goods production is necessary for increasing the Belarusian economy real sector competitiveness. The study allowed: to substantiate the importance of innovation; to analyze the existing problems and directions for development of certain industries; to offer recommendations for the development of high-tech industries.

«Инновация», «трансформация» и «реформа» являются основными характеристиками индустрии 4.0 и периода цифровой экономики. В программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года [1] были указаны три основных направления: 1) активное взаимодействие промышленных и научных организаций в высокотехнологичных отраслях промышленности; 2) освоение промышленностью новых материалов и технологий, разработанных научными организациями; 3) внедрение высоких технологий в производственный процесс, связанное с автоматизацией и масштабированием производства. Национальной академией наук и ГКНТ была разработана программа совершенствования научной сферы [2], предусматривающая комплекс мер по активизации взаимодействия научной, образовательной и производственной сфер.

Традиционные виды экономической деятельности в Республике Беларусь, представленные промышленными организациями, по мнению научного сообщества, нуждаются в перспективных направлениях их последующего развития (таблица 1).

Таблица 1 – Проблемы и основные перспективы развития ведущих видов экономической деятельности, относящихся к промышленности

Области	Существующие проблемы	Перспективы развития
Добывающая промышленность	Отсутствие судоходных рек или железнодорожных линий, непосредственно ведущих к карьерам, увеличивает стоимость конечного продукта предприятия; отсутствие научно обоснованной технологии для оценки запасов полезных ископаемых и их местоположения	Проведение исследований по технологии оценки воздействия разведки и добычи полезных ископаемых на окружающую среду; дальнейшее развитие транспортных узлов; достижение устойчивого развития
Пищевая промышленность	Недостаток производственных мощностей предприятий для своевременной переработки сырья; высокий уровень износа основных средств предприятий	Разработка новых технологии для полного использования сырья и сокращения отходов в процессах производства и переработки; производство функциональные пищевые продукты и диетические продукты с лечебными свойствами
Текстильная промышленность	Высокая импортоемкость; необходимость закупки иностранного оборудования; низкая рентабельность продукции	Освоение производства новых видов материалов для собственных нужд; увеличение интенсивности затрат на технологические инновации
Производство машин, оборудования и транспортных средств	Медленное обновление технологической базы; отсутствие диверсификации экспорта продукции и перспективных рынков сбыта	Повышение уровня технологические уклада
Химическая промышленность	Большинство химических веществ низкого и среднего тоннажа закупается за рубежом по высокой цене	Развитие мелкосерийного химическое производства за счет собственных высокотехнологичных исследований и разработок
Производство неметаллических минеральных продуктов	Сокращение количества предприятий; высокая импортоемкость; использование оборудования с высокой степенью износа; производство стеклянной тары требует более высокого уровня затрат по сравнению с производством пластиковой тары	Модернизация и технологическое преобразование производственных мощностей на основе энергосберегающих и природоохранных технологий; создание новых материалов, конструкций и изделий; государственная поддержка развития приоритетных отраслей промышленности, основанных на использовании отходов и вторичного сырья; расширение использования местных строительных материалов
Деревообрабатывающая промышленность	Потребление пресной воды в несколько раз выше, чем в аналогичных отраслях в Европе и США; высокая зависимость от инвестиций (в том числе иностранных); снижение доли в ВВП Беларуси	Разработка новых технологий производства продукции из древесины, позволяющих достигнуть высокого уровня переработки и сформировать добавленную стоимость на одного работника выше чем в Европейских странах

Примечание – Источник: авторская разработка на основе [3]

Преодоление существующих проблем должно быть основано на освоении новых технологий, однако промышленность рассчитывает на быструю прибыль и опасается вкладывать ресурсы в научные исследования и разработки. При этом высокотехнологичные инновации подлежат освоению промышленностью.

Поэтому, необходимо выполнить следующие задачи: повышение конкурентоспособности и оформление партнерств в различных областях [4]; обеспечение глубокой и системной интеграции науки и производства; стимулирование инновационного потенциала предприятий; реализация проектов, направленных на создание новых продуктов (услуг, рынков); создание новых рабочих мест.

Список использованных источников

1. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://economy.gov.by/uploads/news_files/001146_12850_Programma.pdf – Дата доступа: 01.11.2022.

2. Программа совершенствования научной сферы Республики Беларусь. Национальная академия наук Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nasb.gov.by/reference/razvitie/programma.pdf – Дата доступа: 01.11.2022.

3. Озем Г З, Сидоренко В П, Смоляков Г С, et al. География производственных комплексов в Республике Беларусь. 2018.

4. Боев А.Г. К вопросу о содержании и дифференциации понятий промышленный комплекс, кластер и индустриальный парк. Организатор производства, 2020. 28 (2), 7-17.

Научное издание

БЕЛАРУСЬ-УЗБЕКИСТАН: ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сборник материалов
научно-практической конференции

(Минск, 14–15 марта 2023 г.)

Подписано в печать 13.03.2023. Формат 60×84 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 41,73. Уч.-изд. л. 24,48. Тираж 100. Заказ 148.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

Белорусский национальный технический университет
www.bntu.by

Республиканское инновационное унитарное предприятие
«Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
www.park.bntu.by

**При поддержке Инновационного фонда
Минского городского исполнительного комитета**

ISBN 978-985-583-895-2

www.beluzb.park.bntu.by