

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»

Национальная конференция с международным участием
**Международная научно-техническая
конференция молодых ученых
БГТУ им. В.Г. Шухова,
посвященная 300-летию Российской академии наук**



Сборник докладов

Часть 20

***Фундаментальные и прикладные исследования в области
естественнонаучных и технических дисциплин***

Белгород
18-20мая 2022 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

М 43

Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук: эл. сборник докладов [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – Ч. 20. –327с.

ISBN 978-5-361-01020-2

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Национальной конференции с международным участием «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова», посвященная 300-летию Российской академии наук.

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами фундаментальных и прикладных исследований в области естественнонаучных и технических дисциплин.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01020-2

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

Оглавление

Автомонов П.Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТОКОВ И ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ СКВАЖИН НА НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ РАБОТЫ 11

Андросенко Д.С., Зуев А.А.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ МЕЖДУ РОЛИКООПОРАМИ..... 14

Андросов В.А.

ИНТЕРЕСНЫЕ ФИГУРЫ ГЕОМЕТРИИ 19

Апарин А.Г., Мисливский Д.Г.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СКОРОСТНОГО ПРОВЕДЕНИЯ УЧАСТКОВЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕНСИВНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ 24

Астахова Ю.О.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕСТ-СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК..... 28

Атанова К.Ю., Аветисян Н.А.

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АСТРЫ АЛЬПИЙСКОЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРОВ (САМАРСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ)..... 34

Барабашова В.С., Парфенюкова Е.А.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ КООРДИНАТ И ИХ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА 38

Бараков В.В., Солдатенко С.П.

УТОЧНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДЕ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ УТЕЧКИ ИЛИ КРИМИНАЛЬНОЙ ВРЕЗКИ 43

Баранкова Е.О.

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ И ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ДИНАМИКУ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ.....	47
Барашков И.А., Кравченко Н.А., Литовка В.А., Шахова А.В.	
ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА, КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ.....	52
Бездетко Е.О.	
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАВЯНЫХ НАСТОЕВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ	58
Беляев В.Е., Пивень А.О., Алиев Т.А.	
МУЛЬТИЭЛЕКТРОДНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ АНТИБИОТИКОВ В СЫРОМ МОЛОКЕ	63
Бредихина В.Б., Ковылова Ю.В., Бредихин А.А.	
ВЛИЯНИЕ ПИРИТНЫХ ОГАРКОВ НА ВУЛКАНИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ. .	64
Брижанева М.А.	
СОЦИАЛЬНАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА В РАМКАХ МИРОВОГО ПРОСТРАНСТВА	67
Буранбаева М.М., Столярова П.С.	
ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ЦИС-1,4-ПОЛИИЗОПРЕНОВОГО КАУЧУКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПУТЁМ ВВЕДЕНИЯ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГРУПП	71
Вороговская И.Ю., Спесивов Б.С.	
АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	76
Глинова У.А.	
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДОЁМОВ Г. КИРОВА.....	84
Гончарук А.Д.	

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СНИМКОВ В ИЗЫСКАНИИ.....	86
Гребенщикова А.А.	
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В НЕКОТОРЫХ СУБЪЕКТАХ РФ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ.....	90
Гребенюк А.А.	
МАТЕМАТИКА В АЗАРТНЫХ ИГРАХ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ И ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ДЛЯ РАССЧЕТА ИСХОДА ИГРЫ.....	95
Гусакова Ю.Н., Коваленко Л.Ю.	
СИНТЕЗ Ti-ЗАМЕЩЕННЫХ ФОРМ ПОЛИСУРЬМЯНОЙ КИСЛОТЫ.....	99
Гусяков А.В.	
ВОЛШЕБНЫЕ ФИГУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИИ. ТРЕУГОЛЬНИК РЕЛО.....	102
Гутов Н.Ю.	
ОБОГАЩЕНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫМИ КОНЦЕНТРАТАМИ.....	106
Денищук М.В.	
ТУННЕЛИРОВАНИЕ ВРЕДНОСНЫХ ПОЛЕЗНЫХ НАГРУЗОК ЧЕРЕЗ DNS.....	110
Дмитриева А.В., Танеева А.В.	
ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	116
Евсеев А.Е., Посохова В.Ф., Клюкин Б.В.	
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУСПЕНЗИИ БИС-ГМА/ТГМ=60/40 С СВЯЗУЮЩИМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА И ИЗМЕНЕНИЕ ЭТИХ СВОЙСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ.....	120

Захарова А.С., Стативко К.А.

МЕТОДЫ СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ И
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ
ФЕРМЕ 124

Захлевная И.И., Конченкова А.Н., Шандрикова А.С.

ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 128

Звончевский А.Г.

АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
..... 131

Зинченко В.Ю., Феодосов С.В.

ВЕЛИЧАЙШЕЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА – ОСНОВА
ТРАНСПОРТА 136

Зырянова П.И., Носкова У.В., Пивень А.О.

ГИБКАЯ БИОСЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
АНАЛИТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ 140

Зюбанов А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) В ИНЖЕРНОЙ ГРАФИКЕ 143

Икрамов Ф.И., Копнина О.В., Мерзликина А.И.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИИ ПОРОШКОВОГО
СОСТАВА С ТОКОПРОВОДЯЩИМИ СВОЙСТВАМИ 146

Клепикова М.А., Копнина О.В., Щербаков А.С.

ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ,
ЗАЩИЩАЮЩИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ, НА ОСНОВЕ ПВХ И МИНЕРАЛЬНЫХ
НАПОЛНИТЕЛЕЙ 149

Кобыльских А.А., Дроздов И.А.

ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИЙ ОТХОД КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА	153
Ковылова Ю.В., Бредихина В.Б., Конченкова А.Н.	
ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИМУМА ВУЛКАНИЗАЦИИ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА ПРИ ДОБАВЛЕНИИ РАЗНОГО ВИДА НАПОЛНИТЕЛЕЙ	157
Конченкова А.Н., Захлевная И.И., Ковылова Ю.В.	
КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОНАТА.....	160
Копнина О.В., Мерзликина А.И., Щербаков А.С.	
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ	164
Крайнюк А.А.	
ИСТОРИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ	168
Красножон Н.А., Щербаков А.С., Копнина О.В.	
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОТОВЫХ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ЛИСТОВ	171
Крепышева А.А.	
ВИДЫ ЛОГИКИ.....	175
Курьято Н.А., Дорохов А.В.	
ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНГИБИРОВАННЫХ МАСЛЯНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	179
Лычкина Ю.А.	
ЯКОВ АЛЕКСАНДРОВИЧ СЕВАСТЬЯНОВ	184
Мельниченко А.В., Посохов Р. Е., Мерзликина А.И.	
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ШЕРАХОВАТОСТИ НА ПОВЕРХНОСТЬ СВЕТОРАССЕИВАТЕЛЯ ИЗ ПОЛИКАРБОНАТА	188
Мерзликина А.И., Копнина О.В., Щербаков А.С.	

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЫНКА ПОЛИМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ.....	191
Мишина А.Ю., Еськов Е.С.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В СЕМЕНАХ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР	194
Мищенко Е.С., Сигунова А.А.	
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ СКИ-3	198
Мочалов Д.В.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ	200
Обшарская С.А.	
ЭЛЕМЕНТЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ	204
Озеров И.А., Кравченко В.М.	
ПЛОЩАДЬ СФЕРЫ.....	208
Озеров И.А., Кравченко В.М.	
ЛЕНТА МЁБИУСА И ВПИСАННЫЙ В НЕЁ КВАДРАТ	214
Пересыпкина И.Г.	
ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ DROPOUT И WATCH NORMALIZATION НА ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ	224
Пивень А.О., Зырянова П.И., Беляев В.Е.	
НОВЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ХИРАЛЬНОГО НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА	230
Пономарева А.М.	
ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ОЛИМПЕЙСКОГО ДВИЖЕНИЯ В ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ.....	233
Пыжова М.М.	

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В ЭПОХУ ВОЗРОЖДЕНИЯ 236

Резанов К.С., Протозанов Н.К.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВУАРА
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СПГ ПРИ КРУПНОТОННАЖНОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ..... 242

Ромащенко Н.А.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО РОБОТА..... 245

Саликов С.О., Боронтов Р.С.

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ
РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ 250

Стрелкова А.Е., Свириденко М.Е.

УТОЧНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА РАДИУСА КАНАЛА
ПРОБОЯ ВЕРХНЕГО ЭЛЕКТРОДА ТОНКОПЛЕНОЧНОГО
КОНДЕНСАТОРА (ТПК)..... 253

Талалаева Э.Р.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА СЕМЯН
ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ГЖХ 258

Фаустова С.А.

ГАСПАР МОНЖ – УЧЕНЫЙ И ПОЛИТИК 261

Федоров Н.А.

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАГРУЗКИ
В ЗАДАЧАХ РАДИОВОЛНОВОГО КОНТРОЛЯ С ПОМОЩЬЮ
ДЛИННОЙ ЛИНИИ..... 264

Фуфаева В.А., Никитин К.С.

СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ГИДРОГЕЛЕВЫМ БИОАДСОРБЕНТОМ
ИЗ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ
ЭЛЕКТРОЛИТОВ 270

Харькова Ю.С.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА AGISOFT METASHAPE
..... 275

Черкасова А.Р.	
МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА	281
Шкарина А.И.	
ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ КАК СИСТЕМА ПРОПОРЦИОНИРОВАНИЯ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ	285
Штехман А.И.	
МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЧЁРНОГО КОРШУНА MILVUS MIGRANS В АЛТАЙСКОМ КРАЕ	291
Шудегова М.Д., Краснова Ю.В.	
АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	298
Щербаков А.С., Красножон Н.А., Мерзликина А.И.	
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СОТОВЫХ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ЛИСТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ...	303
Щербаков А.С.	
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЛИТЬЕВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ	308
Щербакова В.И.	
РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВЕБ ХРАНИЛИЩЕМ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ «ROUCHDVB» ..	313
Денисов В.П.	
РАЗРАБОТКА СОСТАВА КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО	319
Денисов В.П.	
ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО С КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА	323

Автомонов П.Ю.

*Научный руководитель: Хабибуллин Р.А., канд. техн. наук, доц.
РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТОКОВ И ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ СКВАЖИН НА НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

В настоящее время большое внимание уделяется снижению качества запасов нефти, то есть вовлечению в разработку низкопроницаемых неоднородных коллекторов. Технология бурения горизонтальных скважин с проведением многостадийного гидроразрыва пласта позволяет проводить рентабельную разработку объектов. Но при вовлечении в разработку трудноизвлекаемых запасов существенно возрастают риски. Допустимая ошибка в параметрах значительно сокращается, что приводит к необходимости использования методов, позволяющих снизить ошибку. Гидродинамические исследования скважин являются источником информации о пластах, но имеют ряд недостатков и ограничений при обработке исследования горизонтальных скважин в низкопроницаемых коллекторах. Возникает необходимость в использовании моделей, которые учитывают особенности, но при этом остаются простыми и не занимают слишком много времени. К таким моделям относятся полуаналитические, полученные решением аналитических зависимостей с применением численных методов. [2] Баланс между учетом особенностей и затраченным временем становится основным фактором, определяющим использование модели.

Гидродинамические исследования скважин (ГДИС) в настоящее время неотъемлемая часть методов контроля за разработкой нефтяных месторождений. Адекватная интерпретация данных ГДИС позволяет правильно оценить состояние призабойной зоны пласта и решить вопрос о проведении соответствующих геолого-технических мероприятиях (ГТМ) [1]. От достоверности ГДИС зависит, в конечном итоге, эффективность ГТМ.

Исследования проведены с применением методов математического моделирования, вычислительной математики, на основании которых была получена полуаналитическая модель. Программа основана на методе источников [3]. Работа была проведена на языке программирования Питон с использованием стандартных

библиотек и с полным циклом, включая получение численных результатов.

Основной целью данной работы была интерпретация ГДИС горизонтальной скважины с МГРП с использованием собственной программы, написанной на языке программирования (рисунок 1).

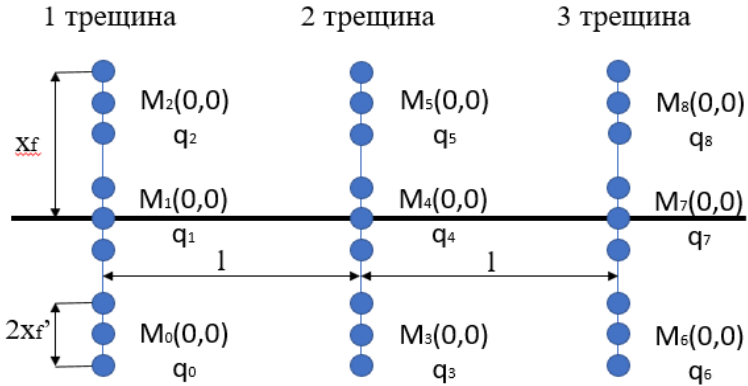


Рис. 1 Геометрия скважины с МГРП

Решение для каждой трещины было получено. Функция изменения давления от времени имеет следующих вид:

$$\Delta \bar{p} = \frac{q\mu}{4\pi k x'_f h_D S} \int_{-x'_f D}^{+x'_f D} K_0(\sqrt{(x_D - x_{wD} - a)^2 + (y_D - y_{wD})^2} \sqrt{s}) da \quad (1)$$

Данные исследования позволяют учесть основные особенности фильтрации, сложную геометрию и произвести анализ добычи, при этом затрачивая меньшее время, чем при работе симуляторов. Полученные результаты применимы для исследования данных, полученных с месторождений Баженовской свиты.

где

– $x'_f D$ – безразмерная полудлина трещины;

– x_D, x_{wD}, y_D, y_{wD} – безразмерные координаты.

Данное решение учитывает равномерный приток флюида к скважине. Для реальных скважин данное допущение может вносить серьезные ошибки. Поэтому, мы можем условно разделить каждую трещину ГРП на 3 и будем учитывать влияния трещин, как внутри

одной трещины, так и между собой. Тогда, для каждого момента времени (s) имеем:

Для удобства обозначим коэффициент $\frac{q\mu}{4\pi k h_D s} = K$

$$\begin{cases} q_0 K / s_i * \overline{\Delta p_{0,0}} + q_1 K / s_i * \overline{\Delta p_{1,0}} + \dots + q_8 K / s_i * \overline{\Delta p_{8,0}} = \Delta P \\ q_0 K / s_i * \overline{\Delta p_{0,1}} + q_1 K / s_i * \overline{\Delta p_{1,1}} + \dots + q_8 K / s_i * \overline{\Delta p_{8,1}} = \Delta P \\ \dots \\ q_0 K / s_i * \overline{\Delta p_{0,8}} + q_1 K / s_i * \overline{\Delta p_{1,8}} + \dots + q_8 K / s_i * \overline{\Delta p_{8,8}} = \Delta P \end{cases} \quad (2)$$

где:

– $\overline{\Delta p_{i,j}}$ – перепад давления, возникший из-за влияния i трещины на

j.

– ΔP – депрессия в момент времени s_i

Данная модель была применена к скважине месторождения X.

Полученные результаты представлены на (рисунке 2).

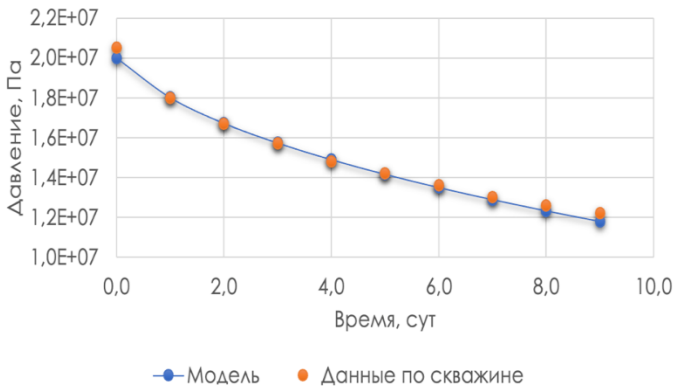


Рис. 2 Кривая восстановления давления для горизонтальной скважины с МГРП 3 стадии

Модель качественно полностью описывает динамику изменения давления от времени добывающей скважины с 3 стадиями ГРП. При небольшой адаптации можно добиться высокого схождения результатов работы скважины и модели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курочкин В.И. Теоретические основы и анализ

гидродинамических исследований скважин / В.И. Курочкин, В.А. Санников. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. – 372 с.

2. Лейк Л. Справочник инженера-нефтяника. Том 1. Введение в нефтяной инжиниринг / Л. Лейк. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 1136 с.

3. Щелкачев В.Н. Основы и приложения теории неустановившейся фильтрации: Монография: В 2 ч. / В.Н. Щелкачев. – Москва: Нефть и газ, 1995. – Ч. 1. – 586 с. (ред.)

4. Щелкачев В.Н. Основы и приложения теории неустановившейся фильтрации: Монография: В 2 ч. / В.Н. Щелкачев. – Москва: Нефть и газ, 1995. – Ч. 2. – 586 с.

5. Van Everdingen AF, Hurst William [и др.]. The application of the Laplace transformation to flow problems in reservoirs // Journal of Petroleum Technology. – 1949. – Т. 1. – № 12. – с. 305-324.

УДК 621.867

Андросенко Д.С., Зуев А.А.

Научный руководитель: Реутов А.А., д-р техн. наук, проф.

Брянский государственный технический университет,

г. Брянск, Россия

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ МЕЖДУ РОЛИКООПОРАМИ

Рассмотрим резинотканевую конвейерную ленту, опирающуюся на желобчатые роликоопоры линейной части конвейера. В [1] приведены экспериментальные данные, показывающие, что сила сопротивления движению ленты на линейной части конвейера возрастает с увеличением расстояния между роликоопорами и уменьшением силы натяжения ленты. Фактически сила F_{def} зависит от провисания ленты между роликоопорами и для оценки силы F_{def} необходимо рассчитать деформации ленты.

Целью работы является расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) участка конвейерной ленты методом конечных элементов для оценки ее прочности и силы сопротивления движению, вызванной деформациями груза на ленте.

Рассмотрим равновесие участка резинотканевой конвейерной ленты с грузом, расположенного между роликоопорами (рисунок 1).

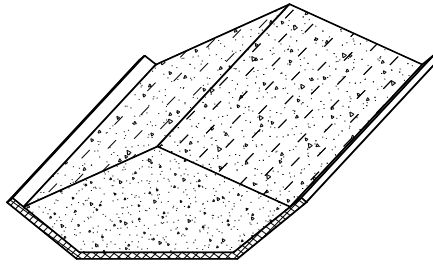


Рис. 1 Участок ленты с насыпным грузом

Участок ленты между роlikоопорами длиной l_0 и шириной B представим тремя прямоугольными пластинами. Средняя пластина расположена горизонтально, боковые пластины наклонены к горизонту под углом α равным углу наклона боковых роlikов.

Ленту рассмотрим как однородное изотропное тело с линейной зависимостью напряжений от деформаций. Линии, соответствующие левой границе участка ленты (линии контакта с роlikами), ограничим в перемещениях вдоль осей x , y и z . Линии, соответствующие правой границе участка ленты (линии контакта с роlikами), ограничим в перемещениях вдоль осей x , y и в повороте относительно оси x .

Распределение силы натяжения по ширине ленты считаем постоянным и равным S_0 (Н/м), поэтому к линиям правой границы участка приложим постоянное равномерно распределенное усилие S_0 , направленное по оси z .

На (рисунке 2) показано поперечное сечение груза на ленте конвейера с трехроlikовыми опорами.

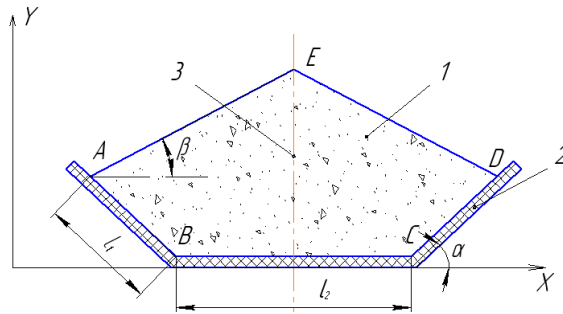


Рис. 2 Поперечное сечение груза на ленте: 1 – груз; 2 – лента; 3 – ось симметрии поперечного сечения

При центральном расположении груза относительно ленты оси симметрии поперечного сечения груза (прямоугольника ABCDE) и поперечного сечения ленты совпадают.

Обозначим длину сторон АВ и CD как l_1 , длину стороны BC – l_2 , α – угол наклона боковых роликов по отношению к среднему ролику, β – угол естественного откоса груза при движении с лентой.

Производительность конвейера пропорциональна площади поперечного сечения F_0 груза на ленте и скорости ленты. В [2] определены оптимальная величина угла наклона боковых роликов α , обеспечивающая максимальную площадь F_0 на ленте с двух- или трехроликовыми опорами.

Распределение веса ленты и груза по вдоль конвейера (вдоль оси z) считаем постоянным. Вес ленты равномерно распределен о ее ширине. Распределение веса груза пропорционально его высоте.

Для части ленты (как горизонтальной, так и наклонной) шириной d_x (рис. 3) распределенная вертикальная сила от веса ленты и груза равна

$$N_Y = g(m_l / B + m_z F_d / d_x) \text{ (Па)}, \quad (1)$$

где m_l – погонная масса ленты, m_z – насыпная плотность груза, g – ускорение свободного падения, F_d – площадь вертикальной полосы поперечного сечения над участком ленты шириной d_x .

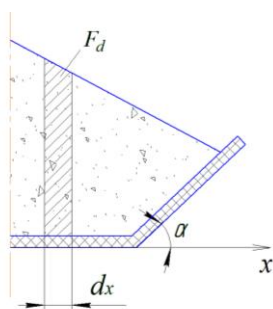


Рис. 3 Вертикальная полоса поперечного сечения груза над участком ленты шириной d_x

Для расчета НДС создадим конечно-элементную модель участка ленты с использованием программы *Femap* v.2020.2.

Данные для расчета: тип ленты – ТК-200х3, $m_l = 10$ кг/м.

Размеры участка ленты: $l_0 = 1,25$ м; $B = 1$ м; $l_1 = 0,4$ м; $l_2 = 0,25$ м; $\alpha = 20^\circ \dots 40^\circ$; толщина ленты – 0,01 м. Модуль упругости ленты в $E = 400$

МПа, коэффициент Пуассона $\mu = 0,45$. Равномерно распределенное усилие натяжения ленты $S_o = 60$ кН/м. Груз – песок сухой, $m_e = 1450$ кг/м³, $\beta = 25^\circ$. Предельно допустимые напряжения растяжения ленты $[\sigma] = 60$ МПа.

Для рассматриваемого примера площади вертикальных полос F_d поперечного сечения груза определены графически [3] для ширины полос $d_x = 100$ мм. Величины N_y , соответствующие полосам, расположенным последовательно от середины к краю ленты, приведены в (таблице 1).

Таблица 1 – Распределенная вертикальная сила N_y , Па

α , град.	Номер полосы				
	1	2	3	4	5
20	3867,6	3204,3	2184,7	1140,5	228,1
30	4307,1	3643,8	2325,8	1211,0	236,9
40	4649,2	3985,9	2278,3	1187,3	233,9

В (таблице 2) приведены результаты расчета НДС участка ленты:

- погонная масса ленты с грузом $m_{лг}$.
- величины наибольшего провисания ленты δ_{max} .
- максимальные величины эквивалентных напряжений σ_{max} (Plate Bot VonMises Stress) в ленте.
- максимальные величины силы растяжения ленты N_{max} (Plate Membrane Force) в продольном направлении (в направлении оси z).

Таблица 2 – Результаты расчета

α , град.	F_0 , м ²	$m_{лг}$, кг/м	δ_{max} , мм	σ_{max} , МПа	N_{max} , кН/м
20	0,142	206.5	16,7/10,3	6,87/12,87	66,5/130,4
30	0,158	229.0	15,3/11,1	6,53/12,91	66,0/130,0
40	0,167	241.5	17,4/14,2	6,83/12,84	65,7/129,8

В числителе приведены значения при $S_o = 60$ кН/м, в знаменателе – при $S_o = 120$ кН/м.

Для заданных исходных данных максимальная площадь сечения груза 0,1683 м² достигается при $\alpha = 47^\circ$.

На рис.4 показано деформированное состояние ленты при $\alpha = 30^\circ$ и $S_o = 120$ кН/м.

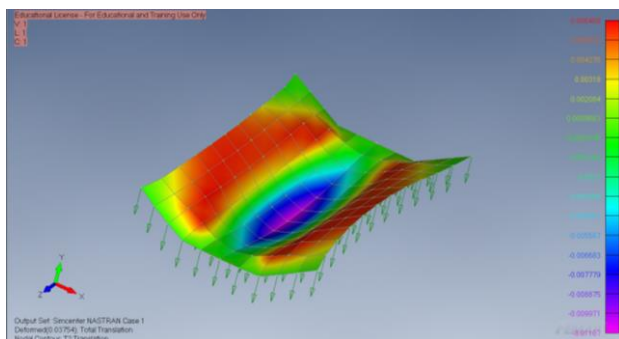


Рис. 4 Деформированный участок ленты ($\alpha = 30^\circ$, $S_o = 120$ кН/м)

Наибольшее провисание ленты происходит в середине пролета между роlikоопорами, а кромки ленты немного сближаются и приподнимаются. Вертикальное перемещение кромок ленты вверх равно 6,5 мм при $\alpha = 30^\circ$ и $S_o = 120$ кН/м.

Увеличение угол наклона боковых роlikов α с 20° до 40° увеличивает погонную массу ленты с грузом $m_{лг}$ в 1,17 раза и максимальное провисание ленты δ_{max} в 1,38 раза при $S_o = 120$ кН/м. При $S_o = 60$ кН/м зависимость δ_{max} от α нелинейная. Увеличение силы натяжения ленты S_o вдвое с 60 до 120 кН/м снижает δ_{max} в 1,62...1.23 раза при $\alpha = 20^\circ \dots 40^\circ$.

Таким образом, сила сопротивления, вызванная деформациями груза на ленте, возрастает с увеличением угол наклона боковых роlikов α и уменьшается при увеличении силы натяжения ленты S_o .

Наибольшие эквивалентные напряжения и силы растяжения имеют место на первой полосе от середины ленты (см. табл. 1) возле роlikоопор. В середине между роlikоопорами сила растяжения ленты в продольном направлении равна 123...130 кН/м, а на кромках ленты – 110...112 кН/м при $S_o = 120$ кН/м. Эквивалентные напряжения σ_{max} на нижней поверхности ленты больше, чем на верхней. Коэффициент запаса прочности ($[\sigma]/\sigma_{max}$) равен 8,73 и 4,66 при $\alpha = 20^\circ$, $S_o = 60$ кН/м и 120 кН/м соответственно. Главным фактором, определяющим максимальные величины эквивалентных напряжений и сил растяжения ленты, а, следовательно, и прочность ленты, является сила натяжения ленты S_o .

Расчет НДС участка конвейерной ленты, опирающегося на трехроlikовые опоры, методом конечных элементов позволил определить зависимость эквивалентных напряжений, сил растяжения и провисания ленты от угла наклона боковых роlikов и натяжения ленты.

Эквивалентные напряжения и силы растяжения в середине ленты больше, чем на кромках. Эквивалентные напряжения на нижней поверхности ленты больше, чем на верхней. Главным фактором, определяющим максимальные величины эквивалентных напряжений и сил растяжения ленты, является натяжение ленты.

Наибольшее провисание ленты происходит в середине пролета между роликоопорами, а кромки ленты немного сближаются и приподнимаются. Увеличение угла наклона боковых роликов α с 20° до 40° увеличивает погонную массу ленты с грузом и провисание ленты при $S_0 = 120$ кН/м. При $S_0 = 60$ кН/м эта зависимость нелинейная. Увеличение силы натяжения ленты вдвое с 60 до 120 кН/м снижает провисание в 1,62...1,23 раза при $\alpha = 20^\circ \dots 40^\circ$.

Таким образом, сила сопротивления, вызванная деформациями груза на ленте, возрастает с увеличением угла наклона боковых роликов α и уменьшается при увеличении силы натяжения ленты S_0 .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий/ В.И. Галкин, В.Г. Дмитриев, В.П. Дьяченко, И.В. Запенин, Е.Е. Шешко. М.: Изд-во Московского гос. горн. ун-та, 2005. С. 70-75.
2. Реутов А.А. Методы оптимизации в инженерных расчетах. Брянск: Изд-во Брянского гос. техн. ун-та, 2004. С. 17–19.
3. Реутов А.А., Иваницкий Р.Б. Определение размеров сечения груза на ленте криволинейного конвейера// Вестник БГТУ. 2011. №2. С. 21–24.

УДК 514.8

Андросов В.А.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИНТЕРЕСНЫЕ ФИГУРЫ ГЕОМЕТРИИ

«Геометрия полна приключений, потому что за каждой задачей скрывается приключение мысли» [3, С.45]. Так в своей книге «Задачи на вырост» высказывался о геометрии Произволов В.В., и эта цитата наиболее точно подходит к данной статье.

Смотря на окружающий нас мир, мы думаем, что все очень сложно устроено и не поддается какой-то системе и логике, все происходит хаотично, будто нас окружает хаос, но что, если представить этот хаос, как систему и упорядочить его. Именно этим вопросом был озабочен Бенуа Мандельброт в конце прошлого столетия и в итоге внедрил такое понятие как «фрактал» [2].

Понятия фрактал и фрактальная геометрия появились к концу 70-ых годов 20 века, а к середине 80-ых проникли в общепринятую терминологию математиков и программистов. В переводе с латинского слово «фрактал» (*fractus* — *раздроблённый, сломанный, разбитый*) обозначает «состоящий из фрагментов» [4]. В 1975 году его использовали для обозначения нерегулярных самоподобных структур: вены в руке, листья на ветках деревьев, трубочки трахей, речная сеть — это все является примерами фракталов в природе. Главная особенность фракталов заключается в способности самоподобия, иначе говоря, с помощью одной части фрактала можно получить информацию обо всем фрактале. В природе можно много найти иллюстраций фрактальной геометрии, например, один из подвидов цветной капусты (рисунок 1).



Рис. 1. Цветная капуста *Brassica cauliflora*

Фрактальных групп много, к основным относят следующие группы: геометрические, алгебраические, стохастические и концептуальные фракталы [5]. Остановимся на геометрических фракталах более подробно. Так как они являются самыми наглядными, то именно они открыли историю фрактальной геометрии. Данный вид образуется с помощью простейших геометрических построений. В двумерной плоскости их делают, используя некоторую ломанную, которая называется генератором. Каждый раз за 1 шаг алгоритма каждый отрезок ломанной, заменяют на генератор, в определенном

масштабе. Бесконечно повторяя данную операцию, образуется геометрический фрактал.

Примером геометрических фракталов могут служить Снежинка Коха, Лист, Кривая Пеано, Треугольник Серпинского. Среди данных примеров достаточно примечательным и очень известным является фрактал – снежинка Коха (рисунок 2).

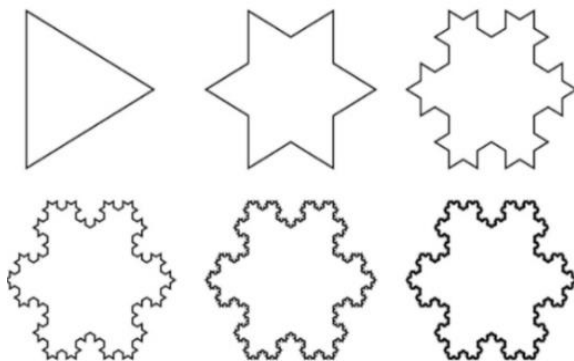


Рис. 2. Снежинка Коха

Получают ее из равностороннего треугольника, в котором каждая линия заменяется четырьмя линиями каждая длиной в $1/3$ от исходной. Получается, с каждым повторением кривая возрастает на треть. И если мы будем делать бесконечное число повторений, то образуется геометрический фрактал – снежинка Коха бесконечной длины. Исходя из этого, можно сделать вывод, что бесконечная кривая накрывает ограниченную площадь.

Чтобы построить треугольник Серпинского в центре равностороннего треугольника нарисуем треугольник (рисунок 3). Повторим такую же операцию для 3-х уже получившихся треугольников (кроме центрального) и так бесконечно. Теперь, если вырезать любой из построенных треугольников и увеличить его, то получится точная копия целого. Таким образом, мы получили пример полного самоподобия.

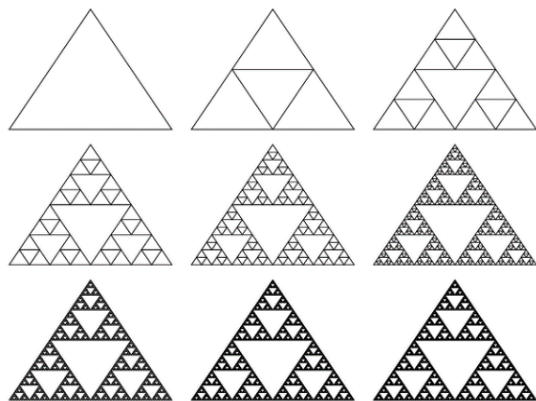


Рис. 3. Треугольник Серпинского

Фракталы играют важную роль и применяются в различных областях науки. Одно из главных их применений – это компьютерная графика. При помощи фрактальной геометрии создаются поверхности достаточно сложной конфигурации, а при изменении лишь нескольких значений в уравнениях можно добиться фактически бесконечных вариаций исходного изображения. Так, например, создаются различные ландшафты, деревья и растения, искусственные облака, поверхности воды и гор, генерируются фрактальные текстуры, и фрактальное сжатие изображений. Можно сказать, обнаружен метод простого изображения сложных неевклидовых объектов, которые очень схожи с природными.

Физика и механика 21 века находятся лишь на стадии изучения фрактальных объектов. Кроме того, фракталы используются напрямую и в математике. Плюс алгоритмов фрактального сжатия изображений – небольшой размер упакованного файла и короткое время восстановления изображения. Фрактально упакованные картинки можно увеличивать без появления пикселизации. Однако этот процесс сжатия занимает длительное время, а порой длится часами. Фрактальная упаковка с потерей качества - это алгоритм, способный задать степень сжатия, похожий на формат jpeg. Основной задачей алгоритма служит поиск больших частей изображения подобных некоторым маленьким. И в итоге в файл записывается исключительно какой кусочек какому подобен. Квадратную сетку (кусочки – квадраты чаще всего используют, когда файл сжимают, что приводит к небольшой угловатости при восстановлении картинки, в шестиугольной же сетке изображение получается нормальным. Еще

фрактальный подход широко используется в производстве современных материалов [1].

Iterated - это компания которой удалось разработать формат нового образца изображений "Sting". Данный формат смог объединить несколько видов сжатия фрактальные и волновые, причем без потерь качества. Кроме того, данный формат открывает возможность создания изображений при последующем высокоточном масштабировании, при этом объем графических файлов составляет 15-20% от объема несжатых изображений.

Сходство фракталов с природными объектами используется различными графическими редакторами, например, фрактальные облака из 3D studio MAX, фрактальные горы в World Builder, которые задаются не сложными формулами, просто программируются и не распадаются на отдельные треугольники и кубики при увеличении.

Ещё нельзя не сказать о применении фракталов в математике. Множество Кантора является доказательством существования идеальных нигде не плотных множеств, в теории меры самоаффинная функция "Канторова лестница" является отличным примером функции распределения сингулярной меры. Из-за оригинального свойства повторять, фракталы используются в механике и физике.

При фрактальном подходе хаос обретает тонкую структуру и перестает быть синонимом беспорядка. Фрактальной науке очень мало лет, ее ожидает большое будущее. Красота фракталов далеко не раскрыта и еще подарит нам немало шедевров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клочков А.В., Строкова В.В., Павленко Н.В. Особенности создания стеновых конструкций с учетом влияния деформационных характеристик кладочных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. — . №4. – С.7-10.

2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — М.: «Институт компьютерных исследований», 2002.

3. Произволов В.В. Задачи на вырост. — М.: Бюро Квантум, 2003. — 128 с. — (Прил. к журналу «Квант» № 5/2003) – URL: https://www.mathedu.ru/text/proizvolov_zadachi_na_vyrost_2003/p44/ (дата обращения: 20.04.2022).

4. Фрактал // Википедия: [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрактал> (дата обращения: 20.04.2022).

5. Что такое фракталы? Мир вокруг нас // Аллатра Вести – СМИ нового формата: [сайт]. – 2020. – URL: <https://allatravesti.com/chto-takoe-fraktaly-mir-vokrug-nas-chast-1> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 622.281

Апарин А.Г., Мисливский Д.Г.

*Научный руководитель: Сидоренко А.А., канд. техн. наук, доц.
Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СКОРОСТНОГО ПРОВЕДЕНИЯ УЧАСТКОВЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕНСИВНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ

В работе представлены результаты анализа основных технологических схем проведения участковых подготовительных выработок при интенсивной отработке запасов выемочных столбов высокопроизводительными длинными очистными забоями (лавами), и обоснованы перспективные направления совершенствования схем скоростного проведения выработок для своевременной подготовки выемочных участков при интенсивной добыче угля в шахтах России.

Актуальность темы исследования подтверждается наблюдаемым в ведущих угледобывающих странах (Китай, США, Австралия, Россия) отставанием темпов подвигания проходческих забоев, при подготовке к отработке новых выемочных участков, от темпов подвигания высокопроизводительных очистных забоев, результатом которого являются длительные (до нескольких месяцев) простои высокопроизводительного очистного оборудования, приводящие к нереализации производственного потенциала шахты и значительной упущенной выгоде (недополученной прибыли).

Цель работы: Совершенствование технологических схем скоростного проведения участковых подготовительных выработок для повышения эффективности подготовки новых выемочных столбов при интенсивной отработке угольных пластов.

Основная идея работы: Выбор технологических схем скоростного проведения горных выработок и организации проходческих работ в условиях интенсивной отработки запасов выемочных столбов должен осуществляться на основе их структурно-параметрической

оптимизации, направленной на достижение максимальной производительности при заданной себестоимости проходческих работ.

Методы исследования: Анализ проблемы своевременного обеспечения фронта работ при интенсивной отработке запасов и эффективности применения различных прогрессивных технологических схем и оборудования.

Постоянное повышение надежности и энерговооруженности очистных комбайнов обеспечивает достижение максимального, на текущий момент, уровня интенсивности подземной угледобычи 65 тыс. тонн в сутки или 1,63 млн. тонн в месяц [1, 2]. В то же время, в работе высокопроизводительных комплексов нередко продолжительные (до 6-7 месяцев) перерывы, которые вызваны несвоевременной подготовкой новых выемочных участков [1, 3, 4]. Недостаточная эффективность подготовительных работ при интенсивной отработке пластовых запасов высокопроизводительными комплексами стала основным сдерживающим фактором для дальнейшего роста интенсивности очистных работ и соответственно сдерживающим фактором повышения технико-экономических показателей подземной угледобычи во всех ведущих угледобывающих странах [1, 4]. Поиск средств повышения эффективности проходческих работ для своевременной подготовки выемочных участков является актуальной задачей для угольных шахт, осуществляющих интенсивную отработку запасов выемочных столбов с использованием высокопроизводительного оборудования в длинных очистных забоях.

Анализ мирового опыта интенсивной отработки запасов и прогрессивных технологических схем позволил выделить перспективные направления повышения темпов проходки: увеличение количества проходческих комбайнов при подготовке участков встречными проходческими забоями; применение специальных прогрессивных технических решений (гибкий конвейерный поезд) для совмещения во времени основных производственных процессов; совершенствование технологий и организации проходческих работ, в том числе при использовании комбайнов последнего поколения.

Наиболее перспективным способом решения существующей проблемы отставания проходческих работ от очистных является повышение эффективности организации проходческих работ и используемого проходческого оборудования за счет оптимизации параметров технологических схем и основных производственных операций. Главной целью предложенной оптимизации является поиск наиболее эффективных решений, обеспечивающих сокращение времени проходческого цикла за счет совмещения во времени основных

производственных процессов: отбойка, погрузка, крепление и транспорт. При этом наибольшая сложность совмещения работ связана с тем, что крепление является наиболее длительной операцией цикла [5].

Сравнительный анализ различных технологических схем, обеспечивающих повышение темпов проходческих работ для своевременной подготовки выемочных участков, отрабатываемых с нагрузкой на лавы 1-1,6 млн. тонн в сутки, показал, что применение схем с использованием встречных забоев или гибкого конвейерного поезда сопровождается почти двукратным увеличением издержек производства на проходческие работы. Однако, анализ показал, что достаточно увеличения скорости подвигания проходческих забоев примерно в 1,25 и 1,5 раза – при использовании проходческих комбайнов последнего и предпоследнего поколений соответственно, что может быть обеспечено за счет более совершенной организации проходческих работ и обоснования рациональных параметров применяемых технологических схем.

Анализ действующих нормативных документов показал, что «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи в угольных шахтах» предусматривает необоснованное увеличение ширины выработок, связываемое с возможным разрушением их борта на глубину 0,6-0,8 м. В свою очередь такое разрушение становится возможным из-за недостатков методических подходов к оценке целесообразности крепления бортов выработки, изложенных в этой же инструкции, которые не учитывают влияние повышенного горного давления от целиков и краевых частей, сформированных при отработке сближенных угольных пластов. В тоже время основная часть разрабатываемых или планируемых к отработке пластов испытывает такое влияние. Учет влияния сближенных пластов позволит обосновать параметры крепления бортов выработок для исключения их разрушения, а снижение длины и частоты установки анкеров – существенно сократить время на крепление, превышающее время всех остальных операций проходческого цикла, что препятствует полному совмещению основных видов работ во времени.

Предложенные принципы улучшения организации проходческих работ, разработанные рекомендации по совершенствованию методики расчета анкерной крепи и предлагаемая технологическая схема с двухстадийным анкерным креплением участков выработок позволят оптимизировать основные технологические процессы и существенное 1,3-1,5 раза повысить темпы подвигания проходческих забоев.

Выводы:

1. Существенное отставание темпов подвигания проходческих забоев от очистных является основным фактором, сдерживающим повышение производительности труда и не позволяющим реализовать производственный потенциал современного высокопроизводительного очистного оборудования при интенсивной подземной угледобыче. Анализ производственного опыта высокопроизводительной отработки запасов на шахтах России показал, что простои высокопроизводительного очистного оборудования, вызванные несвоевременной подготовкой выемочных столбов, приводят к значительной упущенной выгоде (недополученной прибыли), размер которой может достигать 1,5 млрд. руб на каждый месяц простоев одной лавы.

2. Использование наиболее прогрессивных технических решений, успешно применяемых в зарубежной практике, как правило, затрудняется в более сложных горно-геологических и горнотехнических условиях российских шахт. Так, например, использование гибкого конвейерного поезда, нецелесообразно из-за его высокой стоимости и высоких требований к почве выработок, выполнить которые практически невозможно на шахтах, ведущих отработку пластов со слабыми или обводненными почвами.

3. Анализ эффективности применяемых в шахтах России технологических схем проведения горных выработок показал, что имеется значительный нереализованный потенциал повышения темпов проходческих работ, связанный с сокращением времени проходческого цикла за счет совмещения во времени основных производственных процессов. Наиболее эффективно такой потенциал может быть реализован за счет использования проходческих комбайнов последнего поколения, обеспечивающих параллельное выполнение основных проходческих операций.

4. В результате выполненных исследований разработана технологическая схема проведения горной выработки с использованием двухстадийной схемы ее анкерного крепления, обеспечивающая снижение продолжительности работ креплению и повышение скорости проведения горной выработки. При разработке схемы использовались научно обоснованные рекомендации по обоснованию паспортов анкерного крепления участковой выработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Peng S. S. Longwall mining. CRC Press, 2019. 562 p. DOI: 10.1201/9780429260049

2. Мешков А. А., Волков М. А., Ордин А. А. О рекордной длине и производительности очистного забоя шахты им. В.Д. Ялевского // Уголь. 2018. № 7. С. 4-7. DOI:10.18796/0041-5790-2018-7-4-7

3. Kazanin O. I., Sidorenko A. A., Meshkov A. A., Sidorenko S. A. Reproduction of the longwall panels: Modern requirements for the technology and organization of the development operations at coal mines (2020) Eurasian Mining. 2020(2). pp. 19-23. DOI:10.17580/em.2020.02.05

4. Deshmukh S., Raina A. K., Murthy V.M., Trivedi R., Vajre R. Roadheader – A comprehensive review (2020) Tunnelling and Underground Space Technology. 95. № 103148.

5. Ma P., Qian D., Zhang N., Shimada H., Pan D., Huang K. Application of bolter miner rapid excavation technology in deep underground roadway in inner Mongolia: A case study (2020) Sustainability (Switzerland). 12 (7). № 2588. DOI: 10.3390/su12072588

УДК 543.684: 543.33

Астахова Ю.О.

***Научный руководитель: Фарафонова О.В., канд. хим. наук, доц.
Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия***

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕСТ-СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

За последние несколько десятилетий наноматериалы стали предметом ключевых исследовательских интересов и приобретают все большее значение в технологическом прогрессе, благодаря физическим, химическим и механическим свойствам, а также широкому спектру применений в различных областях [1-6]. Предполагается, что наноматериалы на основе углерода, полимерные наноматериалы, металлоорганические каркасы, наноматериалы на основе липидов и полупроводниковые наноматериалы являются предшественниками для изготовления нескольких аналогов с уникальными характеристиками. Углеродные квантовые точки (УКТ) — это новые флуоресцентные наноматериалы на основе углерода в диапазоне размеров менее 10 нм [7-8]. УКТ приобретают все большее значение, поскольку они обладают лучшими свойствами по сравнению с неорганическими квантовыми точками: они экономичны, обладают низкой токсичностью, отличной диспергируемостью в воде, высокой тепловой и оптической фотостабильностью, легкой функционализацией поверхности и

удовлетворительной биосовместимостью [9-10]. Благодаря уникальным свойствам наночастицы представляют большой интерес для широкого спектра применений, особенно для флуоресцентной визуализации.

Целью настоящего исследования является синтез углеродных квантовых точек из различного сырья, оценка их размеров, оптических свойств, устойчивости во времени, а также изучение возможности их применения в анализе при определении металлов.

Методы синтеза углеродных точек во многом определяют их свойства. Например, температура реакционной среды сказывается на интенсивности флуоресценции точек. Наиболее популярным методом синтеза является пиролиз. В качестве источника углерода использовали лимонную кислоту и тетраэтилендиамин (CQD-1) и этилендиаминдигидрохлорид (CQD-2). Другой способ пиролиза углеродных точек CQD-5 с использованием лимонной кислоты не предполагает использование растворителя. Кроме того, изучали возможности микроволнового излучения при получении УКТ в одну стадию CQD-4. Для синтеза углеродных точек также широко применяют графеновые структуры такие как углеродные нанотрубки и графит. От обычных углеродных точек они отличаются формой, представляющей круглые диски, состоящей из одного или нескольких графеновых слоев, в которых имеются дефекты, обусловленные наличием включений в графеновую структуру групп с кислородом или азотом. Данный метод включает обработку исходных веществ смесью кислот, что долгое время является стандартным методом функционализации углеродных нанотрубок. Однако, раствор углеродных точек, полученных данным методом из графита показал отсутствие флуоресценции, в то время как полученный раствор углеродных точек CQD-3 из УНТ, представляющий прозрачную жидкость приобретал желтую окраску при воздействии УФ-лампы.

Получение наночастиц предполагает проведение исследований их свойств для того, чтобы убедиться, что полученные объекты действительно являются наноразмерными веществами. Для оценки дисперсности квантовых точек и их размеров нами были изучены спектры экситонной люминесценции на флюорате Панорама-02. Установлено, что большая часть растворов демонстрировала узкие спектральные максимумы, что говорит о монодисперсности растворов. Спектры экситонной люминесценции для таких углеродных квантовых точек приведены на (рисунке 1).

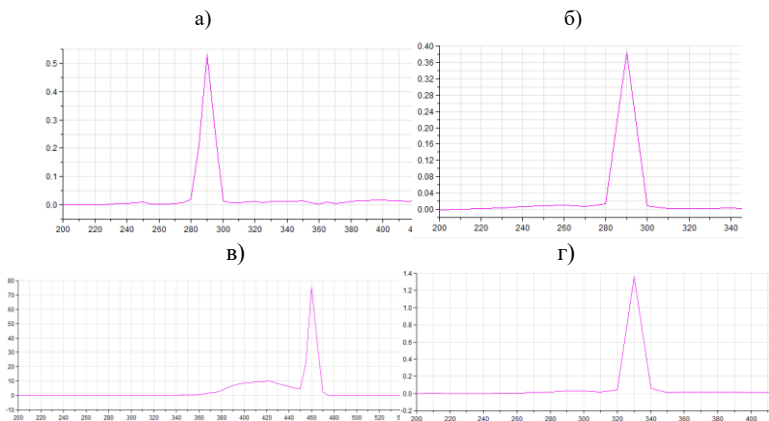


Рис. 1 Спектры экситонной люминесценции для углеродных квантовых точек: а) CQD-2; б) CQD-3; в) CQD-1; г) CQD-4

Для оценки трехмерности рельефа синтезированных углеродных точек и подтверждения их размеров был выбран сканирующий силовой микроскоп Фемтоскан (рисунок 2). Углеродные квантовые точки CQD-1 имеют диаметр 10-15 нм, как и было установлено с помощью спектрофлюориметра Панорама.

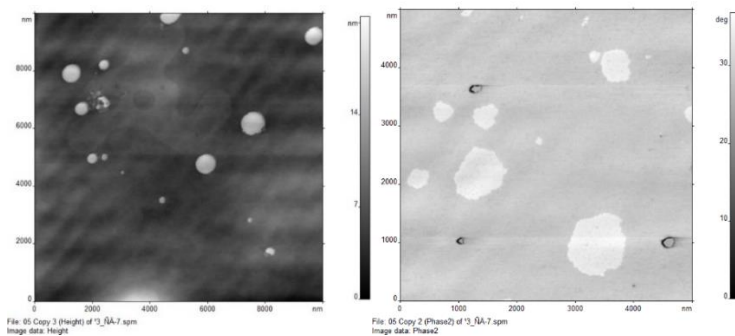


Рис. 2 Рельеф поверхности, полученный в режиме постоянной амплитуды для CQD-1

Нами были предложены методики определения тяжелых металлов с использованием квантовых точек. Для экспресс-теста применяли ТДх-FLx осуществляли по программе «Photo Check» в полуавтоматическом режиме с ручным дозированием.

При введении к квантовым точкам ананта зарядовый состав структуры поверхности квантовых точек, при этом интенсивность излучения света либо усиливается, либо тушится. Известно, что усиление флуоресценции, вызванное взаимодействием с тяжелыми металлами, зависит от расстояния между поверхностью металла и флуоресцирующими квантовыми точка, чем оно больше, тем это благоприятнее сказывается на свойствах флуоресценции. Тем не менее, точное расстояние для усиления флуоресценции пока определить невозможно. Кроме того, усиление флуоресценции в большей степени зависит от среды химической реакции и интенсивности флуоресценции системы.

Нами была предложена система определения меди и свинца в водных растворах. В первой системе в качестве аналитического сигнала традиционно выступал показатель интенсивности флуоресценции. Как видим на (рисунке 3) для углеродных точек CQD-1, CQD-3 и CQD-5 интенсивность флуоресценции линейно возрастает с увеличением концентрации ионов Pb^{2+} .

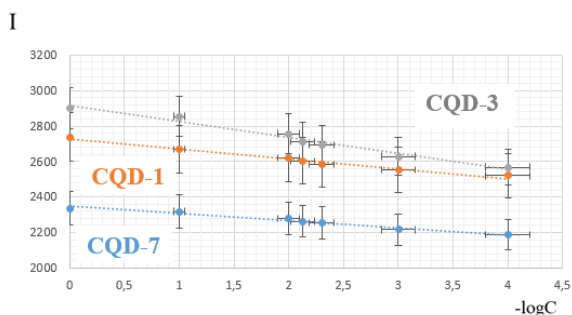


Рис. 3 Влияние ионов Pb^{2+} на интенсивность флуоресценции усиление флуоресценции CQD-1, CQD-3, CQD-5

Аналогичные измерения проводили с медью (рисунок 4). Состояние поверхности квантовых точек улучшает флуоресцентные свойства, так как поверхность квантовых точек насыщена аминогруппами, которые инициируют их связывание с металлами.

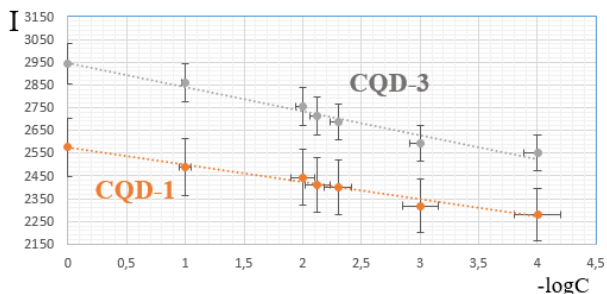


Рис. 4 Влияние ионов Cu^{2+} на интенсивность флуоресценции усиление флуоресценции CQD-1, CQD-3

Как видно из рисунка интенсивность флуоресценции снижается по мере увеличения концентрации ионов меди.

Поляризация флуоресценции – это явление, которое характеризуется испускаемым флуорофором кванта света. При возбуждении поляризованным светом испускание флуоресцирующего образца также поляризовано. Поляризация является результатом фотоотбора флуорофоров в соответствии с их ориентацией по отношению к направлению поляризованного возбуждения. Измерения поляризации выявляют среднее угловое смещение флуорофора, которое происходит между поглощением и последующим испусканием фотона. В (таблице 1) приведена система определения металлов на основе характеристики поляризации флуоресценции.

Таблица 1 – Метрологические характеристики определения ионов металлов на основе характеристики поляризации флуоресценции ($P=0,95$; $n=3$)

Тип CQD	C_{\min} , мкг/мл	Диапазон определяемых содержаний Pb^{2+} , мкг/мл	Уравнение градуировочного графика	R^2
Свинец				
CQD-1	0,08	0,1-1000	$y = -4,1x + 34,4$	0,99
CQD-3	0,06	0,1-1000	$y = -16,7x + 95,1$	0,97
Медь				
CQD-1	0,05	0,1-1000	$y = -13,6x + 77,0$	0,95
CQD-3	0,04	0,1-1000	$y = -16,2x + 97,9$	0,98

Таким образом в работе представлены варианты синтеза углеродных квантовых наноточек из различного сырья. Оценены стабильность фотолюминисценции, размеры, а также их способности к флуоресценции, поляризации флуоресценции, хемилюминесцентной реакции с медью и свинцом. Предложена система оптических способов определения меди и свинца в воде с помощью квантовых точек CQD-1, CQD-3 на приборе жидкостной анализатор Abbott TDx-FLx. Установлены зависимости тушения и усиления интенсивности флуоресценции при хемилюминесцентном взаимодействии. Предложен новый способ фиксации сигнала, основанный на поляризации флуоресценции квантовых углеродных точек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сперанская Е.С., Горячева И.Ю. Флуоресцентные квантовые точки: синтез, модификация и применение в иммуноанализах // Нанотехнологии в России. 2013. Т. 8. № 11–12. С. 685.

2. Di Nardo F., Anfossi L., Giovannoli C., Passini C., Gofman V.V., Goryacheva I.Yu., Baggiani C. A fluorescent immunochromatographic strip test using Quantum Dots for fumonisins detection // Talanta. 2016. V. 150. P. 463.

3. Anfossi L., Di Nardo F., Cavalera S., Giovannoli C., Spano G., Speranskaya E. S., Baggiani, C. A lateral flow immunoassay for straightforward determination of fumonisin mycotoxins based on the quenching of the fluorescence of CdSe/ZnS quantum dots by gold and silver nanoparticles // Microchimica Acta. 2018. V. 185. № 2. P. 94.

4. Zhang C., Han Y., Lin L., Deng N., Chen B., Liu Y. Development of Quantum Dots-Labeled Antibody Fluorescence Immunoassays for the Detection of Morphine // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2017. V. 65. № 6. P. 1290.

5. Zhu L., Cui X., Wu J., Wang Z., Wang P., Hou Y., Yang M. Fluorescence immunoassay based on carbon dots as labels for the detection of human immunoglobulin G // Anal. Methods. 2014. V. 6. № 12. P. 4430.

6. Соловьёва В.Ю., Ларина М.Ю., Фарафонова О.В. Зелёный синтез углеродных квантовых точек// В сборнике: Школа молодых ученых. материалы областного профильного семинара по проблемам естественных наук. Липецк, 2020. С. 202-203.

7. Farafonova O.V., Vasiliev S.V., Eremin S.A., Ermolaeva T.N. Determination of aminoglycosides in food by fluorescence polarization immunoassay // International Research Journal. 2015. № 7-2 (38). С. 65-69.

8. Zhu L., Cui X., Wu J., Wang Z., Wang P., Hou Y., Yang M. Fluorescence immunoassay based on carbon dots as labels for the detection of human immunoglobulin G // *Anal. Methods*. 2014. V. 6. № 12. P. 4430.

9. Воронезцева О.В., Еремин С.А., Ермолаева Т.Н. Определение аминогликозидных антибиотиков в пищевых продуктах методом поляризационного флуоресцентного иммуноанализа // *Вестник ВГУ*. 2009. №2. С. 11.

10. Retamal Marin R.R., Babick F., Stintz M. Ultrasonic dispersion of nanostructured materials with probe sonication – practical aspects of sample preparation // *Powder Technol.* 2017. V. 318. P. 451.

УДК 581.5

Атанова К.Ю., Аветисян Н.А.

Научный руководитель: Ильина В.Н., канд. биол. наук, доц.

Самарский государственный социально-педагогический университет,

г. Самара, Россия

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АСТРЫ АЛЬПИЙСКОЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРОВ (САМАРСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ)

Мониторинг популяций редких видов растений в составе сообществ является актуальным вопросом при изучении природно-территориальных комплексов. В ходе работ применяются методы популяционно-онтогенетических исследований.

Авторами в 2020-2021 гг. обследованы 11 популяций редкого для флоры бассейна Средней Волги вида растений, включенного в региональную Красную книгу – астры альпийской (*Aster alpinus* L.). *Aster alpinus* – многолетнее травянистое растение, образующее густые дернинки, состоящие из нескольких розеток, соединенных короткими корневищами. На протяжении ареала в природных условиях вид еще недостаточно подробно изучен на популяционном уровне, есть только разрозненные сведения [1-4, 8]. В основном исследователями рассматриваются вопросы семенной продуктивности в связи с декоративностью вида и возможности использования в озеленении населенных пунктов [4-6]. Астра активно выращивается в ботанических садах.

На территории Самарской области географическими пунктами исследования природных популяций *Aster alpinus* послужили памятники природы регионального значения, в том числе «Гора

Высокая», «Серноводный шихан» (Сергиевский район), «Гора Зеленая» (Елховский район), «Гора Копейка», «Лесостепь в верховьях реки Аманак» (Похвистневский район), «Гора Лысая», «Гора Красная», «Царев курган» (Красноярский район), «Чубовская степь», «Овраг Верховой», «Каменный овраг» (Кинельский район). На территории данных памятников природы на крутых склонах сохранились петрофитные степи, в которых произрастают различные редкие виды флоры, в том числе *Aster alpinus*. Современное экологическое состояние данных природно-территориальных комплексов, представляющих собой рефугиумы биоты Самарского Высокого Заволжья, обуславливает сохранность редких видов [7, 11].

В ходе работ изучена онтогенетическая, пространственная и виталитетная структура ценопопуляций и семенная продуктивность *Aster alpinus*. Особое внимание при анализе полученных данных уделялось популяциям, произрастающим в сообществах, находящимся под влиянием степных пожаров. Несмотря на природоохранный статус, на большинстве из обследованных участков фиксировались пожары (возникшие по вине человека). Известно, что пирогенный фактор зачастую носит катастрофический характер для природных комплексов и оказывает воздействие на редкие виды в составе сообществ [9, 10, 12].

На рисунке приведены онтогенетические спектры обследованных ценопопуляций *Aster alpinus*, произрастающих в сообществах на различных стадиях постпирогенных сукцессий. Учитывались участки после беглого пожара (не вызывающих особых нарушений почвенного покрова, а, следовательно, мало затрагивающих подземные органы растений). Сведения о датах пожаров (для расчёта длительности сукцессий) получены от научного руководителя, по данным космоснимков прошлых лет, свидетельствам местных жителей.

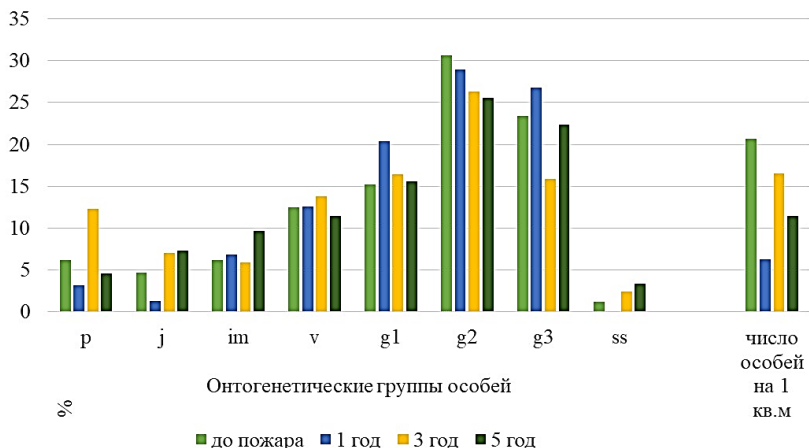


Рис. Онтонетическая структура и средняя плотность ценопопуляций *Aster alpinus* при пирогенной нагрузке

В онтогенетических спектрах популяций *Aster alpinus* на третий год после пожаров наблюдается рост числа прегенеративных особей. В ходе постпирогенных сукцессий петрофитных, луговых и ковыльно-типчаковых степей Самарского Заволжья в популяциях *Aster alpinus* отмечается существенное увеличение численности особей (и плотности растений) на 3 год после беглого пожара, что видимо связано с оголением почвы и приживаемостью проростков (их число может быть достаточно большим, так как потенциальная и реальная семенная продуктивность астры обычно имеет высокие показатели). На пятый и в последующие годы после пожаров отмечается спад общей численности (и средней плотности) за счет снижения числа прегенеративных растений и постепенного накопления генеративных длительно живущих растений.

Таким образом, в популяциях астры альпийской после пожаров отмечается флуктуационная динамика численности особей и онтогенетической структуры.

Для сохранения *Aster alpinus* на ООПТ Самарской области в Высоком Заволжье необходима более четкая регламентация антропогенной нагрузки, в том числе профилактические меры против возникновения пожаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атанова К.Ю., Ильина В.Н. Об онтогенетической структуре ценопопуляций *Aster alpinus* L. (Самарское Высокое Заволжье) // IX Международная научная конференция молодых учёных «Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения». Сборник научных трудов. – М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2021. – С. 70-74.

2. Быструшкин А.Г. Сокращение численности популяций редких растений под влиянием пожара в Природном парке «Река Чусовая» // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. – 2018. – № 1 (25). – С. 1-8.

3. Ильина В.Н. Структура и динамика популяций редких растений каменистых степей в условиях лесостепной зоны на примере *Aster alpinus* L. // Лесостепь восточной Европы: структура, динамика и охрана: сб. статей Международ. Науч. Конф., посв. 140-летию со дня рождения И.И. Спрыгина (г. Пенза, 10-13 июня 2013 г.). – Пенза: ПГУ, 2013. – С. 80-81.

4. Ильина В.Н., Чукурова Н.К. Изучение всхожести семян, начальных этапов онтогенеза и мониторинг природных популяций астры альпийской (*Aster alpinus* L., Asteraceae) // Методология и методы научных исследований в области естествознания. Материалы Всероссийской научно-практ. конф., посв. 100-летию д.б.н., проф. Л.В. Воржевой, 4-6 октября 2006 г. – Самара: Изд-во СГПУ, 2006. – С. 193-197.

5. Минина Н.Н. Особенности биологии астры альпийской - *Aster alpinus* L. (Asteraceae) // Научно-образовательные дискуссии: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы XXX Всероссийской научно-практической конференции. В 2 частях. – Ростов-на-Дону: Южный университет (ИУБиП), ООО «Издательство ВВМ», 2021. – С. 419-422.

6. Тетерюк Л.В., Галаган Д.Т. Качество семян, формирующихся в природных популяциях редких представителей семейства Asteraceae (Республика Коми) // Репродуктивная биология, география и экология растений и сообществ Среднего Поволжья. Материалы Всероссийской конференции, посв. 115-летию со дня рождения выдающегося русского ботаника, д.б.н., проф. Р.Е. Левиной. – Ульяновск: УлГПУ, 2012. – С. 41-45.

7. Ужамецкая Е.А., Саксонов С.В. Некоторые итоги классификации растительных сообществ каменистых степей Жигулевских гор // Самарская Лука на пороге третьего тысячелетия:

Материалы к докладу «Состояние природного и культурного наследия Самарской Луки». – Тольятти: ИЭВБ РАН, 1999. – С. 103–105.

8. Федорова С.В. *Aster alpinus* L. (Asteraceae) на склонах разной экспозиции: популяционный аспект // Труды Тигирекского заповедника. – 2015. – № 7. – С. 191-198.

9. Ilyina V., Mitroshenkova A., Senator S., Solovyeva V., Rogov S. Impact of natural fires on the vegetation cover of steppe and forest-steppe zones (European part of Russia, Middle Volga region) // E3S Web of Conferences 265, 01019 (2021), Actual Problems of Ecology and Environmental Management (APEEM 2021), 5 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126501019>

10. Ilyina V.N., Mitroshenkova A.E., Senator S.A., Zenkina T.E., Kozlovskaya O.V. On the structure of populations of rare steppe plant species under anthropogenic pressure (Middle and Lower Volga region) // AEES-2021. IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1010 (2022) 012118. doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012118

11. Mitroshenkova A.E., Ilyina V.N. Refugium role of natural-territorial complexes of Samara Oblast (south-east of European Russia) in the conservation of petrophytic flora and vegetation // Ninth International Symposium "Steppes of Northern Eurasia". IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 817 (2021). 012070. 8 p. doi:10.1088/1755-1315/817/1/012070

12. Mitroshenkova A.E., Ilyina V.N., Kazantsev I.V., Rogov S.A. Current state, population structure and population dynamics of rare plants under economic and recreational use of natural-territorial complexes in the Middle Volga basin (Russia). *ESDCA 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 723 (2021) 042054 6 p. doi:10.1088/1755-1315/723/4/042054

УДК528.44

Барабашова В.С., Парфенюкова Е.А.

Научный руководитель: Рыжакова Н.С., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ КООРДИНАТ И ИХ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА

Недвижимое имущество, которое в соответствии с земельным законодательством Российской Федерации требуется поставить на кадастровый учет, находится на земной поверхности, которая имеет

неправильную математическую форму. Таким образом, геодезические измерения выполняются для определения определенных характеристик имущества, математическая обработка данных объектов должна выполняться на верной математической поверхности, максимально приближенной к реальной земной поверхности. В случае, если будет выбрана неверная поверхность и будет проведена математическая обработка, то размеры недвижимого имущества могут значительно отличаться от реальных.

Самой оптимальной математической поверхностью для упрощения измерений в геодезии в основном используется эллипсоид вращения, он характеризуется различными полуосями, а именно: большой и малой, а также геодезической системой координат (рисунок 1).

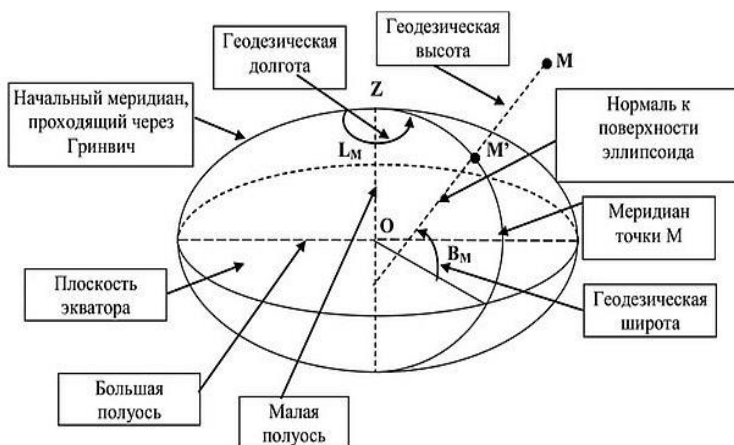


Рис. 1. Геодезическая система координат

Существует различное количество эллипсоидов, примером могут служить - VGS-84, ПЗ-90, либо же референц-эллипсоиды - референц-эллипсоид Красовского. Параметры для данных эллипсоидов выбираются для того, чтобы поверхность была максимально приближена к реальной земной поверхности, что касается референц-эллипсоида, то он должен быть приближен к определенной части Земли. Параметры референц-эллипсоида Красовского характеризуются максимальной приближенностью к реальной поверхности Российской Федерации, этот эллипсоид также использовался при существовании бывшего Советского Союза, как исходный эллипсоид при картографировании территории государства, именно поэтому

топографические карты Российской Федерации приведены на его математической поверхности.

Основные координаты, с помощью которых можно определить координаты уже на поверхности эллипсоида - нулевой, либо же начальный, меридиан, а также плоскость экватора. Чтобы определить конкретную точку на поверхности эллипсоида необходимо прибегнуть к:

- Геодезической широте. Геодезической широтой является угол, который находится между нормалью к поверхности данного эллипсоида в определенной точке, к плоскости экватора.

- Геодезической долготы. Геодезической долготой является двугранный угол, который образуется плоскостью нулевого меридиана, а также его проекции определенной точки на поверхности эллипсоида.

- Геодезической высоте. Геодезическая высота является расстоянием от поверхности эллипсоида до реальной точки земной поверхности.

Геодезическая система координат имеет ряд особенностей, например, она соответствует параметрам объекта недвижимости своим значениям на реальной земной поверхности. При координировании объектов со внушительными площадными характеристиками: границы Российской Федерации, границы субъектов Российской Федерации, это наиболее актуально. Однако, данная система имеет значительные недостатки, к ним относятся:

- Достаточно сложные формулы, которые применяются при математической обработке результатов полученных измерений;

- Зависимость параметров вычисления объектов от расстояния поверхности эллипсоида от реальной земной поверхности.

Именно по этим причинам данная система координат в землеустроительных мероприятиях, а также кадастровой деятельности, не используется.

Для геодезического обеспечения в Российской Федерации установлена пространственная прямоугольная система координат на эллипсоиде «Параметры Земли 1990 года» (рис.2). Началом данной системы координат принимается цент эллипсоида, данный центр совмещен с центром масс нашей планеты. Достоинствами данной системы координат являются:

- Легкие формулы для обработки полученных результатов;

- При верном расположении межевых знаков вычисления параметров объектов соответствует настоящим размерам на реальной земной поверхности;

– Параметры, которые вычисляются, не зависят от начала системы координат.

Что касается недостатков, так это: отсутствие возможности составления карт и планов территориального образования, а также вычисление различных характеристик выполняется без учета кривизны земной поверхности. Однако, данная система координат в соответствии с Дорожной картой от 1 января 2017 года является основой при осуществлении кадастровой и землеустроительной деятельности.

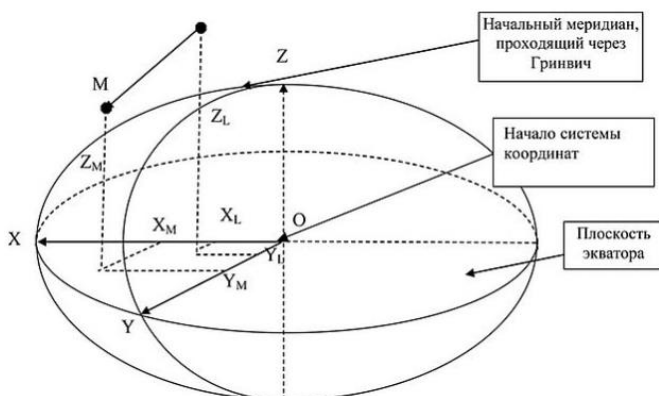


Рис. 2. Пространственная прямоугольная система координат

Основываясь на вышеизложенном, следует отметить, что все преимущества и недостатки, которые приведены ранее, обуславливают применение в современном мире другой системы координат - плоской прямоугольной, которая образована путем проведения меридианов с разницей в шесть градусов, с последующим раскрытием зон, которые получились, на плоскость в проекции Гаусса-Крюгера. В данной системе присутствуют основные координатные линии, а именно: осевой меридиан, а также проекция экватора. К достоинствам данной системы координат можно отнести:

- Отсутствие искажений;
- Достаточно легкие формулы для обработки полученных измерений;
- Легкая проекция для составления карт и планов.

К недостаткам можно отнести: при отдалении объекта от меридиана необходимо вводить поправки, а также отличие значений параметров объектов. Таким образом данное явление приводит к

необоснованному увеличению налогооблагаемой базы, что является недопустимо при обеспечении территориальных образований, которые можно охарактеризовать как образования с высокой кадастровой стоимостью земельных участков и объектов капитального строительства, которые располагаются в них. Для решения данной ситуации необходимо использовать трехградусные зоны или местную систему координат. Следует также отметить, что в плоской системе координат реализованы системы координат СК-42 и СК-95, различие между ними состоит в том, что они используются в разных эллипсоидах. Вычисление координат межевых знаков и одной системы в другую осуществляется при использовании определенных алгоритмов. Для того, чтобы закрепить координатную систему на территории Российской Федерации, строятся государственные геодезические сети, которые также имеют различные параметры.

На данный момент в Российской Федерации в качестве единой государственной системы координат для использования при осуществлении картографических, а также геодезических работ установлена геодезическая система координат 2011 года. ГСК-2011 представляет собой систему, которая отсчитывается от центра, осей и поверхности общего земного эллипсоида. ГСК-2011 по принципам ориентировки в теле Земли идентична Международной земной опорной системе координат, которая установлена в соответствии с рекомендациями Международной службы вращения Земли и Международной ассоциации геодезии. В настоящий момент времени по отношению центра масс Земли ГСК-2011 характеризуется средней квадратической погрешностью, которая не превышает 10 см. Важной составляющей данной системы координат является отечественная глобальная модель гравитационного поля Земли ГАО-2012, которая по точности и детальности не уступает новейшим моделям современного зарубежного геопотенциала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлик Т.С. Особенности использования систем координат в кадастровых работах: Учебник для вузов - 2-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2017 г.
2. Вахрамеева Л. А., Бугаевский Л. М., Казакова Э. Л. Математическая картография. М.: Недра, 1986.
3. Генике А. А., Побединский Г. Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. М.: Картгеоцентр, 2004.

4. Герасимов А. П., Назаров В. Г. Местные системы координат. М.: ООО «Издательство «Проспект», 2010.

5. Афонин К.А. Система координат и преобразования между ними 2020 г [Электронный ресурс]. URL: <http://lib.sgugit.ru/irbisfulltext/2020/04.06.20/%D0%A3%D1%87>

6. Белоусов А.С. Уравнивание государственной геодезической сети / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им В.Г.Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С.1223-1227.

7. Ознамец В.В., Обработка снимков с БПЛА с помощью проективных алгоритмов // Вектор ГеоНаук. 2020. Т.3. №2, С. 74-79

8. Губарев С.А., Кадина Н.С. Проверка соответствия выполненных строительно-монтажных работ с применением геодезического оборудования // Вектор ГеоНаук. 2020. Т.3. №1. С. 96-99. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10012.

УДК 621.643.8

Барakov В.В., Солдатенко С.П.

***Научный руководитель: Шестаков Р.А., канд. техн. наук, доц.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия***

УТОЧНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДЕ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ УТЕЧКИ ИЛИ КРИМИНАЛЬНОЙ ВРЕЗКИ

При стандартной эксплуатации нефтепродуктопроводов в стационарном (непереходном, установившемся) режиме периодически возникают определенные технологические или аварийные операции, вследствие которых режим эксплуатации нефтепродуктопровода сменяется на переходный. [1]. При таком процессе возникает и далее распространяется волна давления, которая из-за своей большой амплитуды может нарушить целостность нефтепродуктопровода. [2].

Данные обстоятельства говорят о том, что в сегодня важно провести исследование переходных процессов в нефтепродуктопроводах. Целью данного исследования является уточнение математической модели рассматриваемого процесса, чтобы потенциально повысить эффективность методов обнаружения утечек. [3].

Проведенное исследование переходного процесса в первую очередь предполагает под собой моделирование переходного процесса

в программном комплексе, написанном авторами на языке Python, в основе которой лежит, так называемый, метод характеристик, который является системой, состоящей из двух рекуррентных формул, а именно:

$$\begin{cases} p_{m+1,k} = \frac{p_{m,k-1} + p_{m,k+1}}{2} + \rho \cdot c \cdot \frac{u_{m,k-1} - u_{m,k+1}}{2} + (\varphi_{m,k+1} - \varphi_{m,k-1}) \cdot \frac{(x_{k+1} - x_k)}{2} \\ u_{m+1,k} = \frac{p_{m,k-1} - p_{m,k+1}}{2 \cdot \rho \cdot c} + \frac{u_{m,k-1} + u_{m,k+1}}{2} - (\varphi_{m,k+1} + \varphi_{m,k-1}) \cdot \frac{(x_{k+1} - x_k)}{2 \cdot \rho \cdot c} \end{cases}, \quad (1)$$

где:

$$\varphi_{m,k} = \lambda_{m,k} \cdot \frac{\rho \cdot u_{m,k}^2}{2 \cdot d_{m,k}} + \rho \cdot g \cdot \frac{z_k - z_{k-1}}{x_k - x_{k-1}}. \quad (2)$$

Уточнение же математической модели заключается в учете нескольких факторов, а именно:

1. ввод начальных условий: принимается, что нефтепродуктопровод изначально работал в стационарном режиме;
2. ввод граничных условий: давление и средняя скорость в начале и конце участка в любой момент времени принимаются постоянными;
3. ввод условий сопряжения: задаются координата утечки или криминальной врезки, ее размер, характеристика открытия (резкое или плавное);
4. учет возникновения местных сопротивлений во вставках и их параметров (по течению нефтепродукта сначала идет меньший диаметр или больший) нефтепродуктопровода, который является главной особенностью уточненной математической модели. [4].

Основные численные результаты проведенного моделирования, а именно давления в сечениях с врезкой (k^*) и вставками ($k1$ и $k2$, соответственно) в моменты времени до, во время и после прохождения через них волны давления представлены в (таблице 1).

Таблица 1 – Результаты исследования

Давления в основных сечениях Основные моменты времени	p_{m,k_1} , Па		p_{m,k^*} , Па	p_{m,k_2} , Па	
	-	+		-	+
$t_1 = 0$ с	5825568	5825197	5196594	4567992	4567877
$t_2 = 42$ с	5493193	5496740	4437526	4159643	4154416
$t_3 = 46,2$ с	5467072	5466980	4411859	4125895	4125211

На рисунке 1 представлен график распределения давления в нефтепродуктопроводе по его длине в рассматриваемые моменты времени при переходном процессе, возникшем из-за образования утечки или криминальной врезки, расположение которой принято по середине участка нефтепродуктопровода.

Нормальную густоту цементного теста определяют путем установления необходимого количества воды для затворения цемента. Другими словами, это водоцементное отношение в процентах, при котором достигается нормированная консистенция цементного теста. Данное свойство напрямую зависит от химико-минералогического состава клинкера, удельной поверхности цемента, содержания и особенностей добавок в нем и многих других факторов [9].

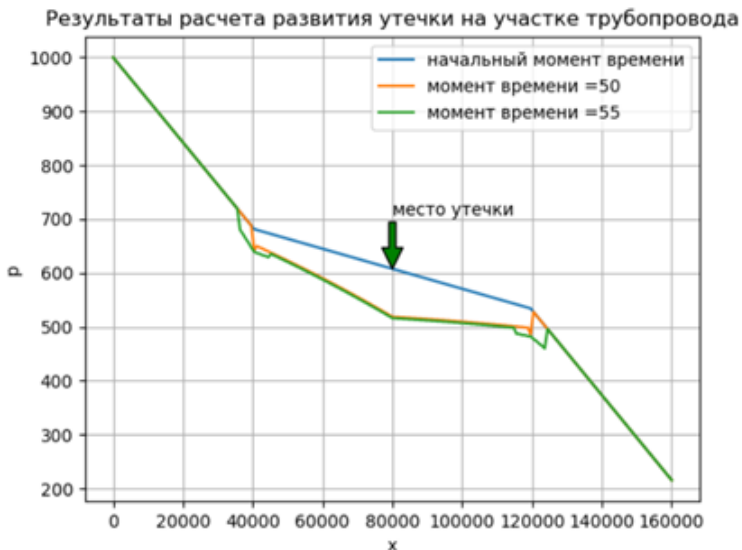


Рис. 1 Графический результат исследования переходного процесса

Проведенное исследование и анализ говорят о том, что потери давления в момент прохождения волны давления через вставку составляют 0,06%, в то время как после прохождения они равны 0,0017% от давления перед вставкой. Постепенное уменьшение давления в сечении, где находится утечка (видно рис. 1) говорит о том, что амплитуда волны давления растет во времени. Расходы при прохождении волны давления через вставку меняются незначительно.

Исследование неустановившегося процесса на примере горизонтального нефтепровода, имеющего две вставки, в котором возникла утечка или криминальная врезка позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Представленный алгоритм моделирования достаточно точен, что позволяет использовать его для реальных производственных объектов, обучения студентов, а также для оценки точности методов обнаружения утечек, в частности метода отрицательных волн давления и метода дифференциальных давлений.

2. Даже при малом сечении, из которого происходит истечение нефти, возникает волна давления большой амплитуды.

3. Постепенное нарастание волны давления из места истечения нефти приводит к необходимости как можно быстрее локализовать и устранить ее утечку.

4. Вставки порождают большие волны давления, идущие как по течению нефти, так и против него.

Таким образом, авторами был разработан программный комплекс, позволяющий моделировать возникновение и распространение волны давления в нефтепроводе, исследован один из частных случаев неустановившегося процесса, а также проанализирован феномен отражения волны давления от вставок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бараков В.В. Исследование неустановившихся процессов при образовании утечки или криминальной врезки в трубопроводе / В.В. Бараков, Р.А. Шестаков - Текст: непосредственный // Сборник трудов 75-й Междунар. Молодеж. Науч. Конф. «Нефть и газ – 2021» – Москва, 2021. – С. 32-40.

2. Низамутдинов, Р.И. Анализ современных методов обнаружения утечек на магистральных трубопроводах / Р.И. Низамутдинов, Р.М. Проскуряков // «Естественные и технические науки». – 2015. – №12. – С. 125-127.

3. Поляков В.А. Расширение параметрических методов обнаружения утечек и несанкционированных врезок на магистральных нефтепроводах / В.А. Поляков, Р.А. Шестаков - Текст: непосредственный // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2016. – № 3. – С.57-59.

4. Шестаков Р.А. Разработка методики параметрической диагностики технологических участков магистральных нефтепроводов: 25.00.19: дис. ... канд. техн. наук / Р.А. Шестаков; РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. - Москва, 2019. - 155 с. - Текст: непосредственный.

УДК 531.383

Баранкова Е.О.

*Научный руководитель: Матвеев В.В., д-р техн. наук, проф.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ И ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ДИНАМИКУ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ

В настоящее время распространенными остаются гироскопические приборы и системы [1]. Актуальными также являются модернизация

существующих образцов гиросtabilизаторов, переход на современную элементную базу и новые исследования.

В данной работе рассмотрено влияние горизонтального ускорения на динамику системы стабилизации с гироскопом и акселерометром, имитационная схема которой изображена на рисунке 1. Моделирование проведено в специальном пакете программы Matlab/Simulink.

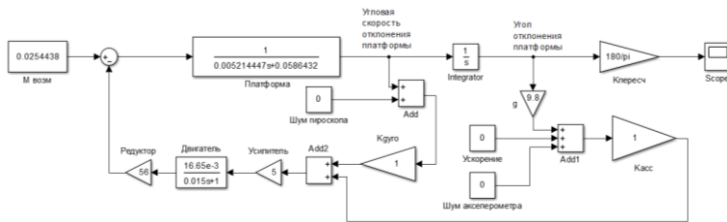


Рис. 1 Имитационная схема системы стабилизации с гироскопом и акселерометром в Matlab/Simulink

Характеристики системы стабилизации при ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ и коэффициенте $k_a = 1 \text{ В/(рад/с)}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Характеристики системы стабилизации при ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ и коэффициенте $k_a = 1 \text{ В/(рад/с)}$

	Гармоническое возмущающее воздействие (Погрешность)	Постоянное возмущающее воздействие (Погрешность стабилизации)	Время переходного процесса, при $\varepsilon_0 = 5^\circ$
$k_\Gamma = 1 \frac{\text{В}}{\text{рад/с}}$	-1,25	-5,722	0,385
$k_\Gamma = 3 \frac{\text{В}}{\text{рад/с}}$	-1,1	-5,728	1,19
$k_\Gamma = 9 \frac{\text{В}}{\text{рад/с}}$	-0,8	-5,768	3,58

Графики по гармоническому возмущающему воздействию на систему стабилизации при коэффициенте $k_a = 1 \text{ В/(рад/с)}$ и ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ приведены на рисунке 2.

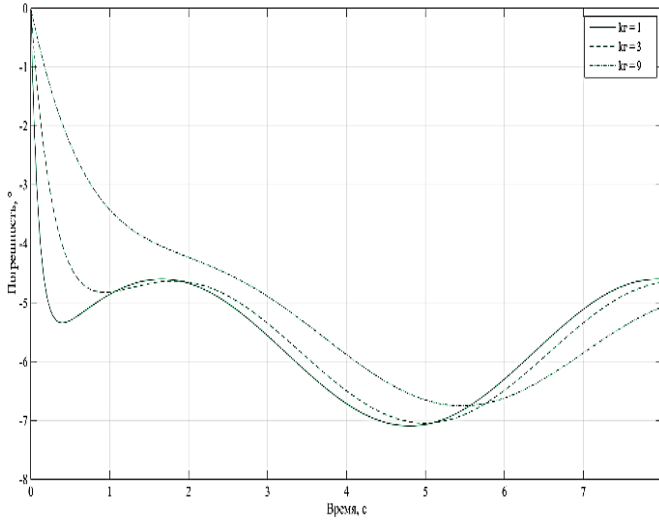


Рис. 2 Графики по гармоническому возмущающему воздействию при $k_a = 1 \text{ В/(рад/с)}$

Графики времени переходного процесса системы стабилизации при $k_a = 1 \text{ В/(рад/с)}$ и ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ приведены на рисунке 3.

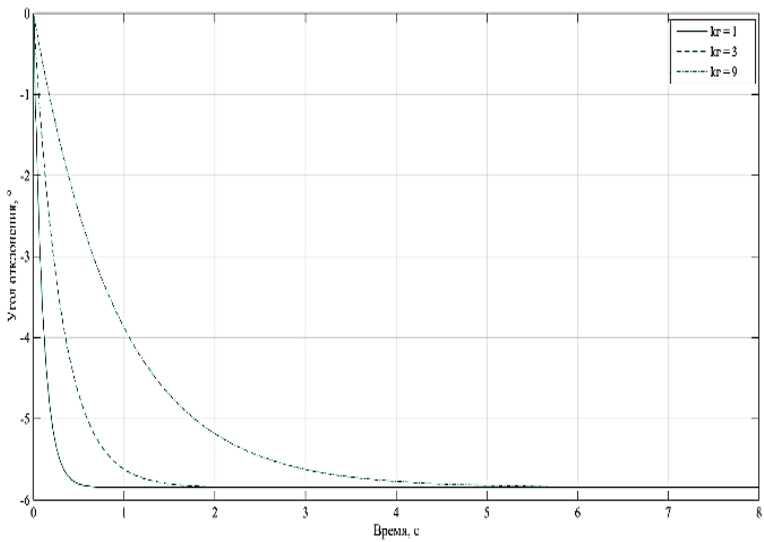


Рис. 3 Графики времени переходного процесса при $k_a = 1 \text{ В/(рад/с)}$

Характеристики системы стабилизации при ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ и коэффициенте $k_z = 1 \text{ В/(рад/с)}$ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики системы при $a = 1 \text{ м/с}^2$ и $k_z = 1 \text{ В/(рад/с)}$

	Гармоническое возмущающее воздействие (Погрешность)	Постоянное возмущающее воздействие (Погрешность стабилизации)	Время переходного процесса, при $\varepsilon_0 = 5^\circ$, с
1	2	3	4
$k_a = 1 \frac{\text{В}}{\text{м/с}^2}$	-1,25	-5,847	0,385
1	2	3	4
$k_a = 3 \frac{\text{В}}{\text{рад/с}}$	-0,25	-5,847	0,135
$k_a = 8 \frac{\text{В}}{\text{рад/с}}$	-0,25	-4,731	17,5

Графики по гармоническому возмущающему воздействию на систему стабилизации при коэффициенте $k_z = 1 \text{ В/(рад/с)}$ и ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ приведены на (рисунке 4).

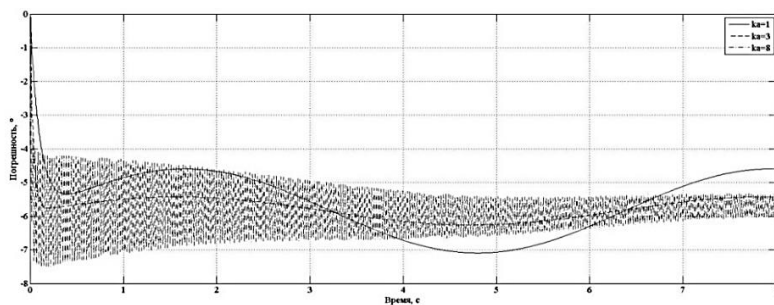


Рис. 4 Графики по гармоническому возмущающему воздействию при $k_z = 1 \text{ В/(рад/с)}$

Графики времени переходного процесса системы стабилизации при $k_z = 1 \text{ В/(рад/с)}$ и ускорении $a = 1 \text{ м/с}^2$ приведены на (рисунке 5).

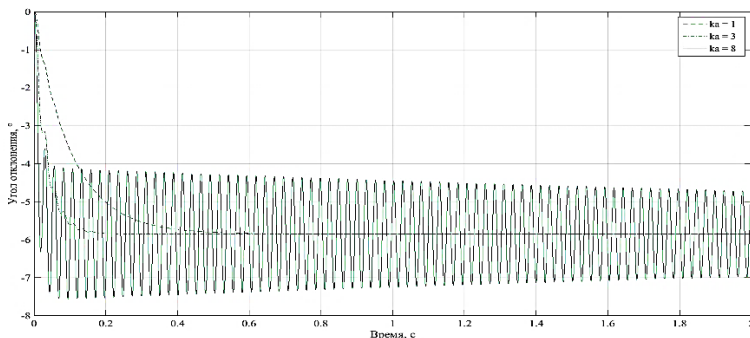


Рис. 5 Графики времени переходного процесса при $k_z = 1$ В/(рад/с)

Таким образом, можно сделать вывод о том, что воздействие ускорения значением 1 м/с^2 приводит к смещению положения платформы относительно плоскости горизонта на угол 6° .

Из анализа графиков гармонического возмущающего воздействия и времени переходного процесса можно сделать следующие выводы:

- с увеличением коэффициента передачи гироскопа k_z погрешность системы стабилизации уменьшается;
- с увеличением коэффициента передачи гироскопа k_z время приведения платформы к нулевому положению увеличивается. Так, при $k_z = 1$ В/(рад/с) время приведения составляет менее 1 с, а при $k_z = 9$ В/(рад/с) – около 4 с;
- при коэффициенте передачи акселерометра $k_a = 8$ В/(рад/с) система находится практически на границе устойчивости, что является недопустимым для подобных систем;
- с увеличением коэффициента передачи акселерометра k_a уменьшается время приведения к нулевому положению. Так, при $k_a = 1$ В/(рад/с) время переходного процесса составляет около 0,4 с, а при $k_a = 3$ В/(рад/с) – около 0,2 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распопов, В.Я. Теория гироскопических систем. Гиросtabilизаторы: учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – 386 с.
2. Бабаев, А.А. Стабилизация оптических приборов. – Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1976. – 188 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. Спб.; Профессия, 2003 - 752 с.

4. Пельпор Д.С. Гироскопические системы. — 2-е изд. — М.: Высш. шк., 1988. — 424 с.

5. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. - Москва: Техносфера, 2015. — 312 с. — (Мир радиоэлектроники). — ISBN 978-5-94836-393-6.

УДК 623.4.01:623.52:623.535

Барашков И.А., Кравченко Н.А., Литовка В.А., Шахова А.В.

Научный руководитель: Кравченко В.М., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА, КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Стрелковое оружие – это очень сложный механизм, успешное функционирование которого зависит от огромного количества различных факторов, начиная с прочностных характеристик сплава ствола оружия и заканчивая формой пули и степенью «желатинизации» частичек пороха [2]. Если же хотя бы один из факторов не был учтен инженером проектировщиком в процессе разработки, то оружие на выходе может получиться не только не боеспособным, но и опасным для стрелка. Наука, изучающая эти факторы, называется «Баллистика», что переводится с греческого как «Бросание». Если быть точнее, то в настоящее время баллистикой называют науку о движении снарядов, которая в свою очередь делится на внутреннюю и внешнюю. Нас интересует именно первое. Внутренняя баллистика изучает движение снаряда в стволе оружия и все явления, сопровождающие и вызывающие это явление.

1. Определение характеристик ствола.

Как связаны проектирование оружия и движение снаряда в стволе? В современном стрелковом оружии в качестве боеприпаса используется так называемый «Унитарный» патрон, включающий в себя гильзу, заряд, снаряд и капсюль. Перед произведением выстрела, патрон заталкивается в казенную часть ствола и фиксируется запирающим механизмом (за плоскость среза казенной части ствола выступает только небольшой участок гильзы, в котором содержится «ударный состав»). Затем по средствам работы ударно-спускового механизма происходит накальвание капсюля, провоцирующее взрыв (быстрое сгорание пороха в гильзе), сопровождающийся выделением большого

количества раскалённых пороховых газов под огромным давлением (2758,347атм. Калибр 7.62, винтовка обр. 1930г. Для сравнения давление в автомобильной шине 2-2.5атм) выталкивающих пулю из канала ствола. Если неправильно подобрать сплав, то ствол орудия разорвет, то же произойдёт если ошибиться с толщиной стенки ствола. Однако прочность ствола – это далеко не единственный конструктивный элемент, который нужно учитывать. Можно сделать очень прочный ствол за счёт толщины стенки, но тогда увеличится масса, можно подобрать очень прочный, устойчивый к вибрациям и лёгкий материал, но тогда оружие будет стоить слишком дорого, чтобы найти компромисс в этом вопросе достаточно обратиться к внутренней баллистике и посмотреть, как изменяется давление пороховых газов по мере перемещения снаряда в канале ствола, для этого существуют специальные диаграммы полученные опытным путём, на которых показано Зависимость давления от расстояния пройденного пулей в стволе для разных унитарных боеприпасов (Рисунок 1) [4]. Из диаграммы понятно, что для получения нужной прочности и относительно низкого веса достаточно сделать утолщение стенок ствола только в области казенной части ствола. Это сэкономит средства при производстве и сохранит удобство транспортировки и длительной эксплуатации.

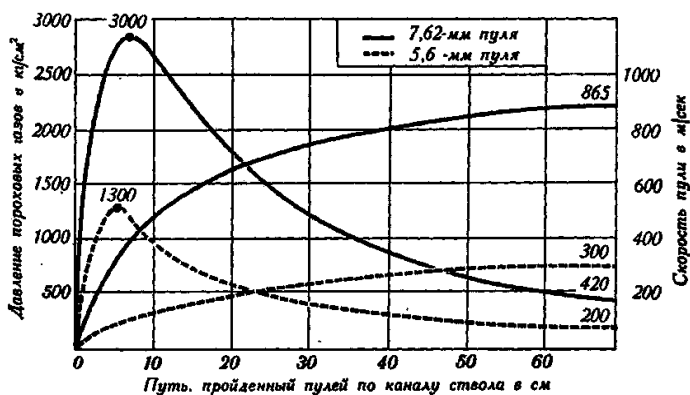


Рис. 1. Диаграмма зависимости давления от расстояния, пройденного пулей в стволе для пули калибра 7.62 и 5.6

2. Функция нарезов.

Следующий пункт тесно связан с внешней баллистикой поэтому вкратце рассмотрим поведение пули за пределами канала ствола. Как

только снаряд покидает ствол оружия, на него начинают действовать сразу несколько сил, а именно: сила тяжести, сила сопротивления воздуха, сила тяги расширяющихся газов (незначительное время, после покидания снарядом канала ствола) (Рисунок 2) [4]. При этом пуля продолжает двигаться по инерции, а вектор её начальной скорости со направлен оси канала ствола.

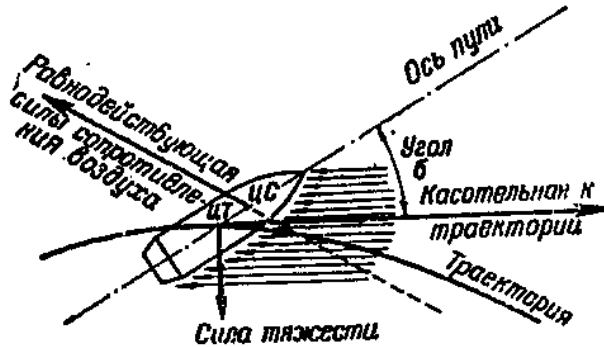


Рис. 2. Силы, действующие на снаряд за пределами канала ствола.

Линия, которую описывает в пространстве центр тяжести снаряда называется траекторией. Результирующая сила, действующая на снаряд будет его опрокидывать, тем самым изменять траекторию пули, ухудшать её пробивную способность и уменьшать дальность полёта. Эта серьёзная проблема решается очень просто, с глубокой древности известно, что тело приобретает большую устойчивость, если придать ему быстрое вращательное движение вокруг своей оси. (Примеры: волчок, велосипед, оперение стрелы). Чтобы добиться вращения начиная с XVII в. применяют спиральную нарезку канала ствола (рисунки.3,4).

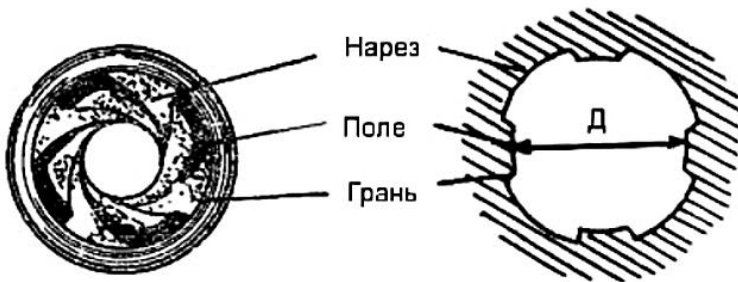


Рис. 3. Изображение дульного среза нарезного ствола стрелкового оружия (Д-калибр ствола)

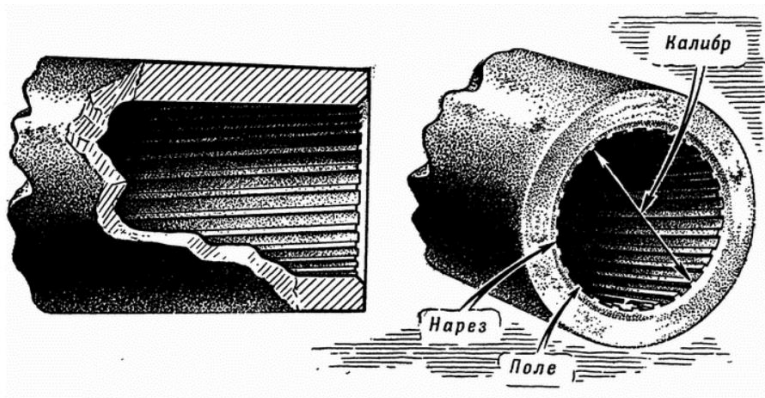


Рис. 4. Изображение дульного среза нарезного ствола артиллерийского орудия

В канале ствола делается винтообразная нарезка (откуда и название нарезного оружия – винтовка), на подобие нарезки в гайке, только гораздо более отлогая. Пуля при прохождении через ствол силою давления пороховых газов втискивается в нарезы и заполняет их своим телом (для этого требуется усилие в 230-300 атм.) (рисунок 5) [1].



Рис. 5. Пуля до и после прохождения канала ствола.

При выстреле движение снаряда по каналу ствола напоминает движение болта в гайке: он одновременно продвигается вперед и вращается вокруг своей оси. По выходе из дула пуля по инерции

сохраняет оба приобретённых движения, и поступательное, и вращательное. Если ствол построен правильно, то пуля приобретает такую устойчивость, что сопротивление воздуха уже не способно её опрокинуть (Все вышеуказанные процессы изучает внутренняя баллистика).

3. Компенсация отдачи.

В качестве последнего пункта рассмотрим такое «негативное» побочное явление выстрела, как отдача оружия. При воспламенении пороха расширяющиеся газы начинают с одинаковой силой давить на всё поверхность занимаемого ими объёма. Давление на стенки ствола вызывают его упругое расширение; давление на пулю гонит её в перед по каналу ствола к дулу; давление же на боевую личинку затвора и ствольную коробку передаётся всему оружию и приводит его в движение в направлении противоположном движению пули, т.е. вызывает «Отдачу» (Рисунок 6) [4]. (Взрыв заряда отбрасывает в разные стороны два предмета – оружие и снаряд.) При эксплуатации оружия мелкого калибра — это явление может не вызвать у стрелка сильного дискомфорта, но при стрельбе из винтовок большего калибра оно доставляет крайне неприятные ощущения, вплоть до травм. Чтобы уменьшить влияние отдачи зачастую используется такое конструктивное решение как смещение точки упора оружия относительно оси канала ствола. Тогда происходит следующие: сила отдачи действует по оси канала ствола в направлении противоположном начальной скорости пули. В виду того что точка упора была смещена ниже точки приложения этой силы, возникает пара сил, вращающая винтовку дулом вверх. (1-сила отдачи, 2- сила нормальной реакции опоры, равная силе отдачи и направленная в противоположную сторону). Таким образом, чем больше плечо приложения пары сил, тем меньше получится ощущение отдачи стрелка.

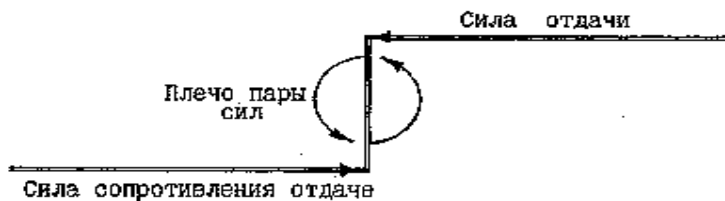


Рис. 6. Пара сил, создающая отдачу

Однако, при таком конструктивном решении появляется ещё одно негативно влияющее на процесс стрельбы явление – подброс ствола

(Рисунок 7) [3]. Которое также следует учитывать, но уже при разработке новых прицельных приспособлений, или адаптации старых уже существующих под конкретный образец вооружения.

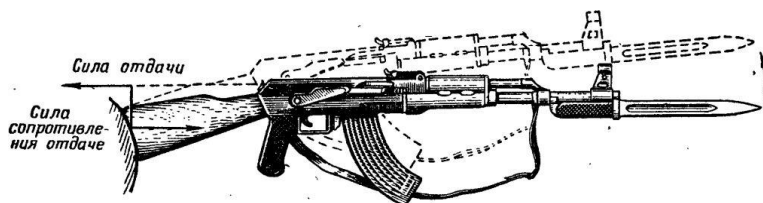


Рис. 7. Подброс ствола

Разработка (проектирование) стрелкового оружия это очень сложный процесс, включающий в себя массу аспектов, с одним из которых мы ознакомились выше. Внутренняя баллистика – это фундамент на котором строится вся оружейная промышленность. Без него в данной отрасли не может быть никакого развития. Информация, изложенная выше – далеко не всё, что можно было бы рассказать об этой замечательной науке, но даже этого достаточно, чтобы понять, как сильно она влияет на процесс проектирования любого современного огнестрельного оружия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. Ю. Александров, Н. Н. Коржевин. – Ковров // Производство стрелково-пушечного и ракетного вооружения: учебное пособие: КГТА, 2018. – 75-76с. - ISBN 978-5-86151- 634-1.

2. Граве, И. П. // Внутренняя баллистика. Пиродинамика: учебное пособие: ЛОЦТ Наркомвоенмора имени Клина Ворошилова, 1933. – Выпуск 1. – 80-110 с.

3. Новиков Б.К // Системные аспекты проектирования ствольного оружия: Учебник // Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 234-236с. - ISBN 978-5-7038-3073-4

4. П. Пономарев // Прикладная баллистика для стрелка: учебное пособие // Государственное военное издательство НКО СССР им. Клина Ворошилова, 1938. -105с.

5. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Довженко О.А., Дорогов М.В., Сирота В.В., Цыбускина И.И., Ясников И.С. // Новые металлические функциональные материалы, состоящие из пентагональных частиц, кристаллов и трубок. Ч. II. Механизмы образования и особенности

строения нитевидных пентагональных кристаллов и трубок. // Журнал функциональных материалов. 2008. Т.2. N5. С. 163-174.

УДК 579.67

Бездетко Е.О.

Научный руководитель: Василенко Т.А., канд. техн. наук, доц.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАВЯНЫХ НАСТОЕВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ

Травяные настои – это жидкие лекарственные формы, представляющие собой водные извлечения из лекарственного растительного сырья, а также водные растворы сухих или жидких экстрактов (концентратов), специально изготовленных для этого в промышленных условиях. Они применялись в медицине еще задолго до Галена и не потеряли значения в настоящее время [1].

В травяных настоях содержится множество различных микроэлементов. Так чай (*Camelliasinensis L.*) - многолетняя ацидофильная культура, известная как безалкогольный стимулирующий напиток, который наиболее широко употребляется после воды. Он содержит отдельные микроэлементы, а именно: бор (*B*), кобальт (*Co*), медь (*Cu*), железо (*Fe*), марганец (*Mn*), молибден (*Mo*) и цинк (*Zn*) в приготовленном чае и чайном настое. Широкий спектр микроэлементов, содержащихся как в приготовленном чае, так и в чайном настое, может быть основным источником микроэлементов для человека. Содержание *B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo* и *Zn* в приготовленном чае варьируется от 3,04 до 58,44 мкг g^{-1} , следовательно, содержание микроэлементов в чайном настое ниже предписанного Всемирной организацией здравоохранения предела в питьевой воде. Из полученных результатов также можно сделать вывод, что потребление трех чашек чайного настоя в день оказывает благотворное воздействие на человека [2]. Следовательно, травяные настои, содержащие в своем составе вышеперечисленные микроэлементы, не оказывают негативного воздействия на рост и развитие микроорганизмов.

Но существует группа изобретений, относящихся к фармацевтической промышленности, а именно к способу фотодинамической и активации и подавления роста бактерий *Enterococcusfaecalis*. Способ фотодинамической инактивации и

подавления роста бактерий *Enterococcus faecalis*, основанный на предварительной обработке бактерий гиперциносодержащим фотосенсибилизатором на основе спиртовой настойки травы зверобоя «Диагиперон» или «Зверобоя настойка» и последующем воздействии на полученную суспензию оптического излучения лазерных или светодиодных источников с максимумами испускания в области, соответствующей максимумам спектра поглощения или максимумам спектра возбуждения флуоресцирующих компонент препаратов при плотности энергии излучения 0,9-9,0 Дж/см², при определенных условиях. Вышеописанный способ позволяет упростить и активацию бактерий *Enterococcus faecalis* [3].

Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) семейства Розовых – *Rosaceae*, широко известное многолетнее растение, подземные органы которого применяются в официальной и традиционной медицине народов в России, в странах Европы, Северной Африки, Северной Америки, Китае и Азии. Водные и спиртовые извлечения используются внутрь для лечения кишечных инфекций и язвы двенадцатиперстной кишки, при геморрое, меноррагиях и наружно для лечения ран, язв и ожогов, гингивитах, стоматитах, для остановки кровотечений. Результаты одного из исследований показали, что все исследуемые экстракты в концентрации 20 и 10 мг/мл умеренно задерживают рост *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*. Наибольшее угнетение роста штаммов *Klebsiella pneumoniae* и *Enterococcus faecium* продемонстрировали экстракты из травы кровохлебки, полученные методом циркуляционной экстракции. В отношении *Pseudomonas aeruginosa* и *Proteus vulgaris* антимикробная активность отсутствует [4].

В турецкой кухне *Cyclotrichium niveum* употребляется в качестве пищевой добавки в суп и другие блюда для усиления их запаха и вкуса. В одном из исследований рассматривается возможная антиоксидантная, антимикробная и радикальная способность *Cyclotrichium niveum*. Для оценки этой антиоксидантной и радикальной активности, были применены различные методики *in vitro*, такие как 2,2-азино-бис (3-этилбензотиазолин-6-сульфоуксислота) радикальная активность, 1,1-дифенил-2-пикрил-гидразил. Свободная радикальная активность, общая антиоксидантная активность использовали тиоцианат железа, суммарную восстановительную мощность методом восстановления феррицианидом калия, очистку супероксидных анионных радикалов, очистку перекисью водорода и хелатирующую активность ионов железа. Кроме того, антимикробная и противогрибковая активность

обоих экстрактов проверена против двадцати пяти микроорганизмов и подтвердила подавляющее воздействие *Cyclotrichiumniveum* на рост и развитие микроорганизмов [5].

Еще одна группа Турецких исследователей выявили общее содержание фенолов, и антимикробную активность метанольных экстрактов шести видов *Senecio*, произрастающих в Черноморском регионе Турции (*S. pandurifolius*, *S. trapezuntinus*, *S. integrifolius subsp. aucher*, *S. Hypochionaeus var. argaeus*, *S. Hypochionaeus var.*). Общее содержание фенолов анализировали с использованием реагента Фолин-Чокалтеуметанольных экстрактов, и оно варьировало от 19,54 до 81,78 мг GAE / г сухого экстракта. Метанольные экстракты исследуемых видов обладают антиоксидантными свойствами в диапазоне 70,07–165,21 мг ААЕ/г сухого экстракта в фосфомолибдном анализе. *S. Hypochionaeus var.* Экстракт *ilkasiensis* проявляет максимальную активность при 15,94 мкг / мл в анализе удаления свободных радикалов.

Все метанольные экстракты *Senecio* проявляют сходную антимикробную активность в отношении микроорганизмов, протестированных методами диффузии агара. *Klebsiella pneumoniae* является наиболее чувствительным микроорганизмом ко всем исследованным экстрактам, в то время как *Escherichia coli* и *Candida albicans* являются наиболее устойчивыми [6].

В одном из исследований изучалась антимикробная и антиоксидантная активность экстрактов цветков, эфирного масла и полунетучих фракций *Chimonanthus praecox*. Химический состав эфирного масла был проанализирован методом газовой хроматографии-масс-спектрологии, которая показала, что оно содержит элемен, мууролен, кариофиллен, кадиол и спатуленол. Эффективная антибактериальная активность свидетельствовала о том, что его различные реакции на исследуемые микроорганизмы зависели от синергетических эффектов соединений. Было выявлено, что он оказывает более выраженное антиоксидантное действие на очистку O₂ и ОН. Следовательно, цветки *Chimonanthus praecox* обладают фармацевтическими свойствами, а также являются потенциальным источником природных антиоксидантов и биоцидов [7].

Для подавления роста бактерий при защите строительных материалов вводят биоцидные материалы. К одним из них является отход – гальванический шлам, который подавляет рост грибов *Aspergillus niger* [8].

Для исследования антибиотической активности водной вытяжки из пряности гвоздики (*Syzygium aromaticum*), которая относится к нему. Миртовых использовали метод агарового блока. Водную вытяжку

получали путем кипячения при соотношении 2 гр. пряности и 50 мл дистиллированной воды. В экспериментена застывшую питательную среду МПА вносили 1 мл почвенной вытяжки без разведения. По истечения времени на поверхности среды появились плесневые грибы и бактерии. В центре чашки с помощью стерильной стеклянной пробирки вырезали лунку диаметром 15 мм, в которую перенесли вырезанный аналогичным образом агаровый блок из чашки свырощими грибами и бактериями (*E.coli*, *Enterobacter*, *Lactobacillus*).

Далее в чашки с культурой микроорганизмов поместили по 4 стерильных диска из фильтровальной бумаги диаметром 25 мм, пропитанных приготoвленным настоем гвоздики. Все чашки поместили в термостат (28°C) на 7 дней с тем, чтобы грибы и бактерии лучше прoдиффундировали окружающий агар. Результаты эксперимента в чашках Петри, в том числе контроль без пропитанных дисков приведены на (рисунке 1).



а

б

в

Рис.1. Изучение влияния настоя пряности *Syzygium aromaticum* на рост микроорганизмов: а–агаровый блок с колониями микроорганизмов на среде МПА (контроль); б; в –агаровый блок с колониями микроорганизмов

на среде МПА и пропитанными дисками настоем пряности

В контроле (рисунке 1а) зона роста увеличилась (начальный диаметр в центре составлял 15 мм, на 7-е сутки – 25 мм). В экспериментальных чашках (рис. 1б и 1в) зона роста увеличилась незначительно (начальный диаметр в центре также составлял 15 мм, на 7-е сутки – 18 мм). Экспериментально показано, что отсутствие роста тест-организма на том или ином расстоянии от блока указывает на способность настоя гвоздики (*Syzygium aromaticum*) подавлять микроорганизмы, находящиеся в центре чашки Петри.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев, И. Б. Жидкие лекарственные формы. Настои и отвары: учебное пособие // И. Б. Васильев. ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. Иркутск. РПФ Весь Иркутск. 2013. 49 с.
2. TanmoayKarak, Funso Raphael Kutu, Jyoti Rani Nath, Indira Sonar, Ranjit Kumar Paul, Romesh Kumar Boruah, SandipSanyal, SantanuSabhapondit&Amrit Kumar Dutta (2017) Micronutrients (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, and Zn) content in made tea (*Camellia sinensis L.*) and tea infusion with health prospect: A critical review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57:14, Pp. 2996-3034.
3. Пат. 2550132 Российская Федерация, МПК C1A61K 36/38 (2006.01), A61L 2/02 (2006.01), A61L 9/18 (2006.01) / Способ фотодинамической инактивации бактерий *Enterococcusfaecalis*/ Пиванкова Н.Н., Юдина Н.А, Микулич А. В., Третьякова А.И., Плавская Л.Г., Плавский В. Ю.; патентообладатель: Государственное научное учреждение "Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси", заявл. 09.12.2013; опубл.: 10.05.2015, Бюл. № 13. – 20 с.
4. Егорова Н.О., Мальцева Е.М., Егорова И.Н., Егорова О.Н., Серикова Н.Б. Антимикробная и антирадикальная активность сухих экстрактов травы *SanguisorbaofficinalisL.* // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 3.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27581> (дата обращения: 08.05.2022).
5. IlhamiGulcin, Ahmet Zafer Tel &EkremKirecci (2008) Antioxidant, Antimicrobial, Antifungal, and Antiradical Activities of *CyclotrichiumNiveum* (BOISS.) Manden and Scheng, *International Journal of Food Properties*, 11:2, Pp. 450-471.
6. SevilAlbayrak, Ahmet Aksoy, ErginHamzaoglu, LutfiyeEkici&UmitBudak (2008) Antimicrobial and antioxidant activities of *Senecio* species growing in the Black Sea region, Turkey, *ActaBotanicaGallica*, 155:3, Pp. 447-456.
7. Jin-Shun Lv, Li-Li Zhang, Xiao-Zhong Chu & Jian-Feng Zhou (2012) Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of the extracts of the flowers of the Chinese plant *Chimonanthus praecox*, *Natural Product Research*, 26:14, Pp. 1363-1367.
8. Токач Ю.Е., Рубанов Ю.К. Использование целевых компонентов на основе региональных промышленных отходов для защиты строительных материалов от микробиологических повреждений // Фундаментальные исследования. 2015. № 2. С. 36–41.

*Беляев В.Е., Пивень А.О., Алиев Т.А.
Научный руководитель: Масалович М.С., канд. хим. наук
Национальный исследовательский университет ИТМО,
г. Санкт-Петербург, Россия*

МУЛЬТИЭЛЕКТРОДНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ АНТИБИОТИКОВ В СЫРОМ МОЛОКЕ

Присутствие антибиотика в пищевых продуктах может вызвать серьезные риски для здоровья потребителей, включая токсические поражения печени, почек, кроветворных органов, неврит слухового нерва, аллергии, разрывы сухожилий и т.д. [1] Существует несколько точных аналитических методов определения антибиотиков, таких как масс-спектрометрия [2] и высокоэффективная жидкостная хроматография [3] с различными режимами обнаружения, такими как спектроскопия в УФ и видимом диапазонах и масс-спектрометрия. Однако электрохимические сенсоры обладают рядом преимуществ. Они портативны, надежны и обладают высокой чувствительностью. Именно поэтому они были использованы нами для определения наличия антибиотиков в сыром молоке.

Мы предлагаем использовать вольтамперные характеристики. Была разработана электродная система, состоящая из 2 никелевых проволок, 2 нитей углеродного волокна и 3 медных проволок, залитых в эпоксидную смолу (рисунок 1).

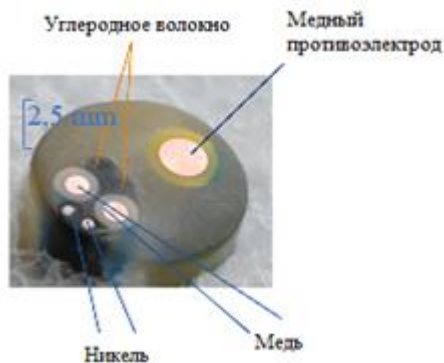


Рис. 1 Схема мультиэлектродной системы

С её помощью были сняты вольтамперограммы молочных растворов, содержащих антибиотики методом циклической вольтамперометрии. Следующим шагом было использование методов машинного обучения для создания программы, позволяющей автоматизировать определение антибиотиков в молоке.

Использовался язык программирования Python, framework-catboost, который обеспечивает метод градиентного бустинга машинного обучения. Также использовались библиотеки Pandas и NumPy для сортировки данных и библиотека scikit-learn, которая позволяет использовать универсальные функции и методы для машинного обучения. Полученные данные разбивались на 2 группы: 80% данных использовались в машинном обучении и 20% данных использовались для проверки результатов обучения. Разработанное нами программное обеспечение позволяет определять антибиотики с точностью до 90%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Cháfer-Pericás C., Maquieira A., Puchades R. Fast screening methods to detect antibiotic residues in food samples //TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2010. – Т. 29. – №. 9. – С. 1038-1049.
2. Liu C. et al. Rapid and simultaneous determination of amoxicillin, penicillin G, and their major metabolites in bovine milk by ultra-high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry //Journal of Chromatography B. – 2011. – Т. 879. – №. 7-8. – С. 533-540.
3. Tuerk J. et al. Analysis of antibiotics in urine and wipe samples from environmental and biological monitoring—comparison of HPLC with UV-, single MS-and tandem MS-detection //Journal of Chromatography B. – 2006. – Т. 831. – №. 1-2. – С. 72-80.

УДК 678.762.2-134.532

Бредихина В.Б., Ковылова Ю.В., Бредихин А.А.

Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ ПИРИТНЫХ ОГАРКОВ НА ВУЛКАНИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ

Нитрил-бутадиеновый каучук (NBR) считается самым оптимальным и востребованным материалом в автомобильной

промышленности из-за его улучшенных механических свойств стойкостью к смазочным материалам и жирам, а также в основном предпочтителен из-за его более низкой стоимости

Вулканизация – это комплекс физико-химических процессов, протекающих в резиновой смеси, основным из которых является соединение (сшивание) макромолекул каучука химическими связями различной энергии и природы в единую пространственную вулканизационную сетку. Под термином «вулканизация» в настоящее время понимают не только химическую реакцию образования сетчатой структуры, но и технологический процесс [1].

Пиритные огарки являются продуктом обжига пиритового концентрата при производстве серной кислоты и представляют собой оксид железа с примесями алюмосиликатов, а также оксидов, сульфитов и непрореагировавших сульфидов цветных металлов (медь, цинк, серебро и т.д.). Комплексная переработка данных техногенных отходов снижает экологическую нагрузку на местах их сосредоточения, а также позволит произвести полезную продукцию [2].

Цель исследования заключалась в определении вулканизационных характеристик для бутадиен-нитрильного каучука (БНКС-33), содержащего пиритные огарки (FeS_2) в качестве наполнителя.

Для исследования вулканизационных характеристик БНКС-33, содержащего пиритные огарки, использовали рецептуру смеси, представленную в (таблице 1) (расчёт производили на камеру резиносмесителя, объёмом 80 см^3).

Таблица 1 – Рецептура резиновой смеси на основе БНКС-33, содержащей пиритные огарки

Материалы	Плотность, г/см ³	Объем, см ³	Навеска, г
каучук БНКС-33	0,98	102,04	63,9
стеариновая кислота	0,91	1,1	0,64
белила цинковые	5,67	0,53	1,92
каптакс	1,5	0,8	0,77
пиритные огарки FeS_2	2	20	25,56
сера техническая	2,07	0,72	0,96
Сумма	13,13	125,19	93,75

Навеску FeS_2 рассчитывали, как 40 массовых частей на 100 массовых частей каучука БНКС-33.

Испытания проводили на реометре марки MDR 3000 Basic, фирмы MonTech.

Данные, полученные в результате проведения эксперимента, представлены в (таблице 2).

Таблица 2 – Кинетика резиновой смеси, содержащей FeS₂, на основе каучука БНКС-33.

Измеряемый параметр	Значение
S` Min, дН·м	0,77
S` Max, дН·м	9,58
S` Max - S` Min, дН·м	8,81
T, °C	17,48

В таблице 3 представлены вулканизационные характеристики БНКС-33, наполненного техническим углеродом N-326 (40 мас. ч.)

Таблица 3 – Кинетика резиновой смеси, содержащей N-326 на основе каучука БНКС-33.

Измеряемый параметр	Значение
S` Min, дН·м	1,45
S` Max, дН·м	12,94
S` Max - S` Min, дН·м	11,49
T, °C	21,75

В результате проведенных испытаний, по сравнению с резиновой смесью, содержащей технический углерод марки N-326, пиритные огарки уменьшают время вулканизации на 4,3 минуты. При этом, снижение показателей минимального крутящего момента S`Min означает, что уменьшается затруднение движения участков цепей макромолекулы. Максимальный крутящий момент, S` Max, который связан с количеством химических и физических связей также уменьшается. Разница между максимальным и минимальным крутящим моментом, S` Max - S` Min, также стала меньше, по сравнению с общепринятым наполнителем N-326.

Исходя из анализа полученных данных, можно предположить, что пиритовые огарки выступили в резиновой смеси не только в качестве наполнителя, но и в качестве активатора вулканизации, благодаря своей полифункциональности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашок Ж. С., Касперович А. В. Технология эластомеров. Минск 2009. С. 4.

2. Смороков А. А. Исследование вскрытия пиритных огарков соляной кислотой / А. А. Смороков ; науч. рук. Р. И. Крайденко // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, 29 мая-1 июня 2017 г., г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. С. 387-388.

3. Ключникова Н.В., Генев И., Пискарева А.О., Урванов К.А., Гордеев С.А. Влияние шунгита на эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 2. С. 96-105.

4. Denisova L. V., Emelyanov S. V. Soundproofing materials in construction using polymer composites. Buildintech bit 2020. Innovations and technologies in construction 8-9 october 2020, Belgorod. Vol. 945.

5. Бокша М.Ю., Потапов Е.Э., Резниченко С.В., Бобров А.П., Смаль В.А., Лякин Ю.И. Изучение влияния шунгита (карелита) на свойства вулканизатов на основе СКЭПТ, полученных СВЧ вулканизацией. // Каучук и резина. 2016. №4. С.20.

УДК 316

Брижанева М.А.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОЦИАЛЬНАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА В РАМКАХ МИРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

В связи с обострением интеграционной ситуации, связанной с возвращением русских студентов из международных вузов, актуальным становится вопрос социальной стратификации.

На данный момент изучение проблемы социальной стратификации способствует сбору информации относительно специфики изменений в составе социальных классов, слоев, групп и процессов взаимодействия между ними, выявлению новых социальных образований, а также прогнозированию дальнейшего развития общества и предотвращению негативных последствий, возникающих в ходе социальных преобразований.

Во второй половине XIX – начале XX столетия сформировалось представление о социальной стратификации, благодаря разработки структурного подхода в социологии. Ключевые принципы социальной

стратификации были заложены классиками социологической науки К. Марксом и М. Вебером. [1]

К. Маркс в качестве базового критерия социальной стратификации он трактовал категорию «класс» в аспекте экономики, то есть подход индивида к собственности. К. Маркс рассматривал коммуникацию различных противоположных социальных групп, используя в качестве примера общество капиталистов, во время которого проходило противостояние рабочего класса, который выступал в качестве эксплуатируемого и буржуазного класса, который считался эксплуатирующим.

М. Вебера условно пролонгирует концепцию, которая была заложена в марксизме, но в ней социальное неравенство объясняется не так однолинейно и категорично. Он выделил три ключевых фактора, координация которых выражается в возможности характерологического описания положений отдельного индивида и группы. Эти факторы, выделяемые М. Вебером:

- экономика (отношение к собственности);
- власть (партийная принадлежность);
- престиж (социальный статус).

Таким образом, социальная структура общества включает следующие сообщества: экономические классы, образованные на основании владения или не владения собственностью, политические партии, зависящие от доступа к власти, и страты, формируемые на основании различий в плане престижа [1].

Позднейшие суждения и учения социальной стратификации базировались на основе изложенных ранее теорий. Одни теоретики, излагая модели воспроизводства социального неравенства, в ходе выдвижения своих теорий развивали идеи марксизма, другие воплощали концепции М. Вебера, третьи строили теории, синтезируя идеи К. Маркса и М. Вебера.

Одним из приемников взглядов М. Вебера являлся русско-американский социолог П. Сорокин, дополнивший его теорию свежими критериями образования классовых различий, которые влияют на статус личности в конкретных иерархических системах.

Считается, что П. Сорокин явился родоначальником идей о существовании социального пространства, согласно которым, любые передвижения личности в их границах детерминируются его позицией по отношению к окружающим индивидам. П. Сорокиным были выделены следующие этапы, которые позволяют человеку найти свое место в определенном социальном пространстве:

- принадлежность к определенной группе;

- групповые соотношения в рамках определенного общества;
- взаимоотношения представленного общества с другими обществами, которые в совокупности представляют собой человеческое сообщество. [3]

Если фокусироваться на социальной стратификации общества в целом, то можно сказать, что для каждого общества характерна своя структура, а вот функции можно проанализировать, и свести в общее:

- это методы выявления социальных слоёв данного общества;
- это возможность представления социального портрета данного общества.

В период развития рыночных и демократических реформ и преобразований социальная стратификация общества претерпела трансформацию и представить ее можно, в следующей форме (рисунок 1).

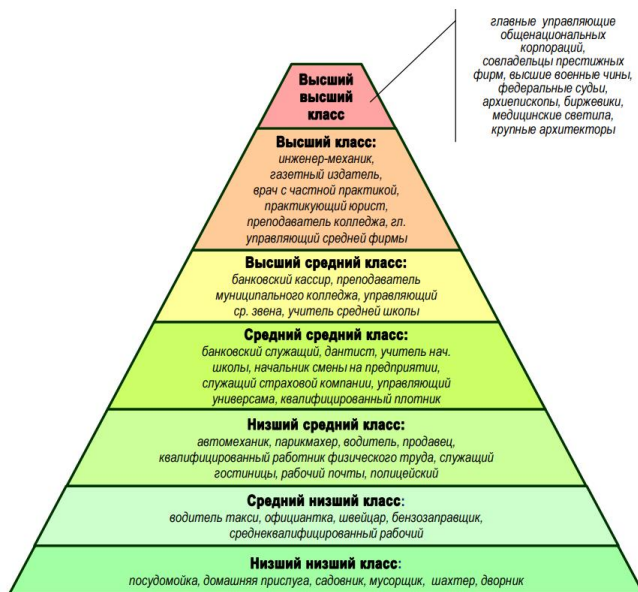


Рис.1. Стратификация современных обществ

Из рисунка 1 видно, что развивается новая социальная среда, складывающаяся из снова возникших социальных страт, неведомых ранее и чуждых советскому социальному порядку таких, как бизнес-слой, новая федеральная и региональная элита, средний слой, андеркласс и т.п. Появились статусно-ролевые функции,

переориентация и осознания групповой и индивидуальной идентичности, интеграции, дезинтеграции, уровня социальной солидарности, ценностных ориентаций и поведенческих стратегий, проблем социальной справедливости, социальной мобильности и многие другие. [4]

В современном мире международной социологии, в данный момент, насчитывается множество методов к понятию и развитию социальной стратификации. Являясь одной из наиболее острых проблем, она прорабатывалась и раскрывалась различными социологическими школами довольно интенсивно. Результаты исследований всегда зависят от конкретных задач и тех методологических подходов, которых придерживается тот или иной исследователь. Каждый исследователь, как правило, предлагает собственную систему критериев социальной дифференциации населения, которая обязательно связана с конкретным обществом на конкретном историческом этапе. Это позволяет объяснить возникающие существенные расхождения в оценке данных социологических исследований, их результатов и интерпретаций. Исследование системы социальной стратификации в современном обществе в целом соответствует логике общемировых стандартов, хотя и имеет свою специфику.

Резюмирую вышеизложенное можно сказать, что под влиянием различных экономических, политических, социальных, научно-технических процессов в современном обществе происходит постоянная трансформация, которая вносит свои изменения в структуру общества, выдвигая в качестве ключевых те или иные классообразующие критерии полученные в ходе исследований социальной стратификации результаты позволят объяснить становление новых форм воспроизводства социальных неравенств, определить их важность и, таким образом, способствовать выбору соответствующих мер социальной политики определенных групп.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Добреньков В.И., Кравченко А.И. Фундаментальная социология: В 15 т. Т 15// Стратификация и мобильность. / М: ИНФРА-М - 2007.
2. Сорокин П.А. Человек. Общество. Цивилизация. / М.: Издательство политической литературы - 1992 г.
3. Турен А. Возвращение человека действующего. Очерк социологии / Пер. с фр. М: Научный мир – 1998 г.

4. Тихонова Н. Е. Межгенерационное воспроизводство профессиональных статусов и классовой принадлежности в современном российском обществе // Вопросы теоретической экономики. 2021. Т. 2. С. 61–78.

УДК 678.7

Буранбаева М.М., Столярова П.С.

Научный руководитель: Карпов А.Б., ст. преп.

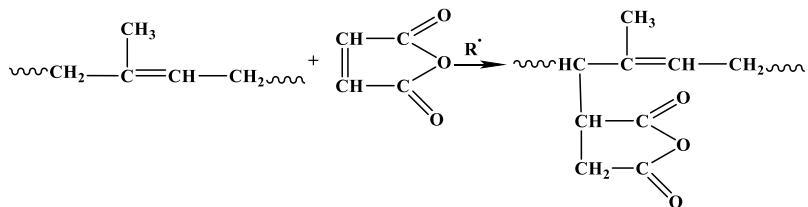
«Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, г. Москва, Россия

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ЦИС-1,4- ПОЛИИЗОПРЕНОВОГО КАУЧУКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПУТЁМ ВВЕДЕНИЯ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГРУПП

С каждым годом проблема доведения свойств синтетических каучуков до свойств натурального привлекает все большее внимание. Главный акцент делается на пониженных когезионных свойствах СКИ-3. Можно выделить следующие пути повышения когезионной прочности: совершенствование микроструктуры, уменьшение содержания некаучуковых примесей, повышение молекулярной массы, сужение молекулярно-массового распределения и прививка функциональных групп [1-3].

В настоящей работе рассматривается наиболее эффективный способ из предложенных – введение в молекулярную цепь каучука функциональных групп.

Известна модификация с целью повышения когезионной прочности, основанная на малеинизации СКИ-3 [4]. Малеиновый ангидрид (МА) прививается к каучуку и способствует возникновению водородных связей, которые и являются причиной появления эффекта ориентации и кристаллизации каучука при растяжении. В основе процесса лежит следующее химическое превращение:

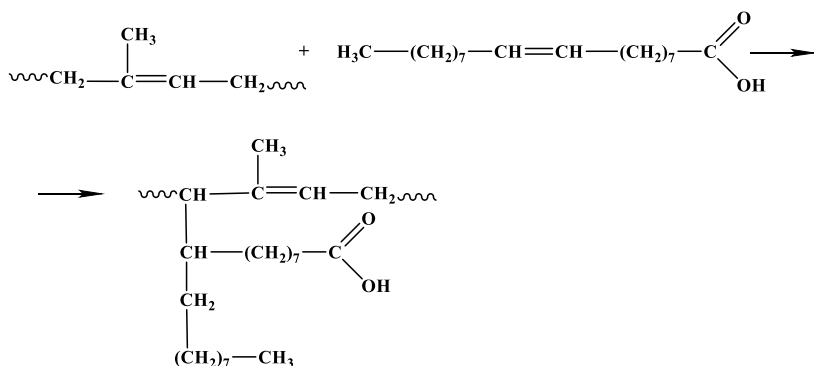


Реакция присоединения МА происходит не по двойным связям в каучуке, а путем замещения атома водорода в α -метиленовых группах [4].

Предложенный способ основан на использовании кубового остатка ректификации бутиловых спиртов (КОРБС). В составе кубового остатка содержатся непредельные спирты C_8 - C_9 , которые так же, как и непредельные кислоты, могут присоединяться к полимеру. Однако их содержание в остатке невелико, в связи с этим количество водородных связей будет меньше, что делает данный способ менее эффективным.

Наиболее перспективным способом для повышения когезионной прочности представляется использование в качестве модификатора жирных кислот таллового масла (ЖКТМ). Это маслянистая жидкость, которая состоит из смеси высокомолекулярных ненасыщенных органических кислот: олеиновой, линолевой, линоленовой, а также насыщенных пальметиновой и стеариновой, примеси смоляных кислот (до 2%) и неомыляемых веществ (до 2%) [5].

Кислоты, в составе которых имеется двойная связь в углеродной цепи, будут присоединяться к метиленовому атому углерода полимера. Продукт модификации ЖКТМ на примере взаимодействия с олеиновой кислотой представлен ниже:



Для наибольшей эффективности модификацию следует проводить с окислительной деструкцией. В ходе совместного протекания данных процессов образуется дополнительное количество кислородсодержащих групп. Окислительная деструкция является неселективной реакцией окисления и протекает по радикально-цепному механизму.

Для оценки эффективности применения модифицирующих добавок проведен лабораторный синтез ФОИ с использованием ЖКТМ и МА. Для этого измельчённый каучук предварительно подвергся растворению в толуоле. Синтез проведен на установке, состоящей из четырехгорлой колбы с воздухоподводящей трубкой, мешалкой, термометром и обратным холодильником. В колбу при перемешивании помещались набухший каучук и модифицирующая добавка в соотношении 4:1, при этом их концентрация в растворителе составляла 10% мас. Для инициирования и ускорения реакции добавлялись перекись бензоила и нафтенат кобальта в количестве 0,5% мас. и 0,5-1% мас. от массы каучука соответственно. Температура процесса поддерживалась в пределах 90-100°C при барботировании через реакционную массу воздуха на протяжении двух часов.

Исследования приготовленных модификаторов проводились на ИК-спектрометре, результаты представлены на (рисунке 1). В ходе прививки ЖКТМ в структуре каучука появились следующие области поглощения: 3000-2800 см^{-1} , соответствующая колебаниям в связанной группе О-Н, перекрываемая валентными колебаниями С-Н; 1710 см^{-1} , соответствующая валентным колебаниям связи С=О; 1320-1210 см^{-1} , отвечающая валентным колебаниям связи С-О.

В спектре каучука, модифицированного с помощью МА, также имеется область поглощения в диапазоне 3000-2800 см^{-1} меньшей интенсивности. Во всех трёх спектрах есть пики 1460 см^{-1} и 1380 см^{-1} , вызванные деформационными колебаниями CH_2 - и CH_3 - групп, соответственно.

Из вышесказанного следует, что интенсивный пик в области 1760-1680 см^{-1} , характерный карбонильному атому углерода, имеется только в спектре каучука с привитыми ЖКТМ.

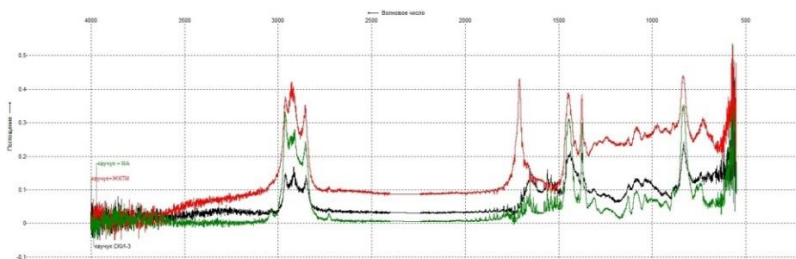


Рис. 1 ИК-спектры модифицированных и исходного СКИ-3

Исследования исходного и модифицированных каучуков для анализа температуростойкости проводились на приборе синхронного термического анализа. Полученные кривые ТГ и ДСК представлены на рисунках 2 и 3. На кривой ТГ каучука с добавлением МА наблюдается потеря 5,02% массы в области 150°C, у каучука же, модифицированного ЖКТМ, потеря массы составила 16,06% в области 200-290°C. Данные потери массы совпадают с эндотермическими пиками на ДСК, причём удельная площадь пика на кривой каучук с привитыми ЖКТМ больше, чем с привитым МА. Сравнительный анализ свидетельствует о полноте проведения модификации: в ходе прививки ЖКТМ присоединяется большее количество функциональных групп и увеличивается число связей. Отсутствие на кривой ДСК пиков фазовых переходов индивидуальных компонентов подтверждает проведение именно химической модификации, а не физического смешения компонентов.

Функциональные олигоизопрены обладают меньшей термической стабильностью по сравнению с каучуком, что объясняется уменьшением молекулярной массы и появлением кислородсодержащих групп в процессе модификации.

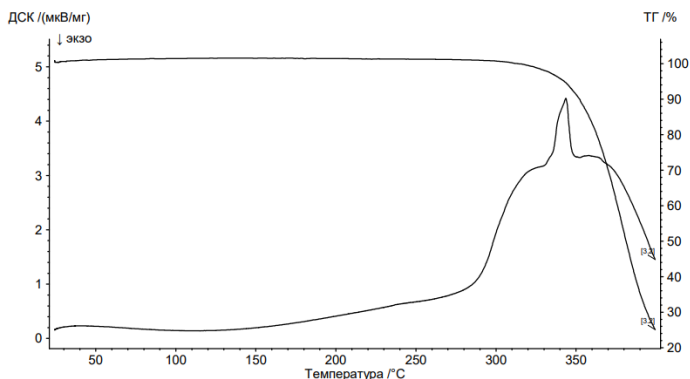


Рис. 2 Кривые ТГ и ДСК исходного каучука СКИ-3

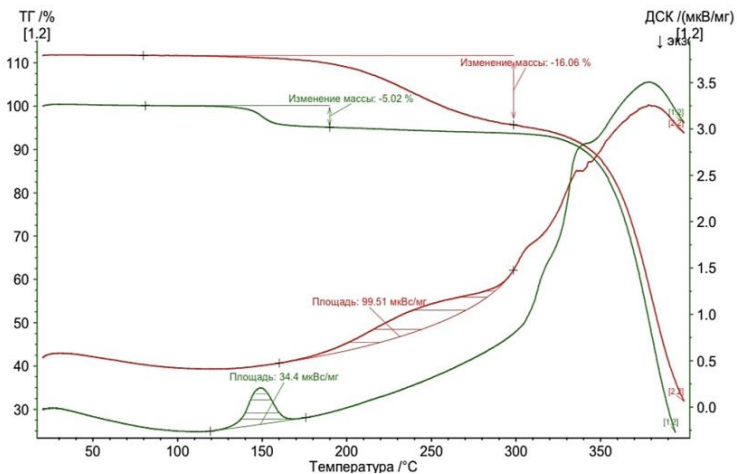


Рис. 3 Кривые ТГ и ДСК каучуков СКИ-3, модифицированных МА и ЖКТМ

Сравнительная характеристика модифицирующих добавок показывает, что наиболее эффективным является использование именно ЖКТМ, так как это требует меньших объемов добавки в сравнении с КОРБС ввиду малой концентрации непредельных спиртов в КОРБС. Более того, при использовании ЖКТМ повышается количество именно карбоксильных групп, благодаря которым увеличивается адгезия к металлокорду, искусственным и синтетическим волокнам, что можно объяснить образованием водородных связей между карбоксильными группами полимера и гидратированной окисной пленкой на поверхности металла [6-7].

Предложенный способ модификации может быть успешно интегрирован в шинное производство с целью импортозамещения натурального каучука на территории Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долинская Р.М., Прокопчук Н.Р., Коровина Ю.В. Модификация синтетических каучуков с целью улучшения упруго-прочностных свойств эластомерных композиций // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2015. №4 (177).
2. Ковалёв Н.Ф., Цыпкина И.М., Кармин Б.К., Курлянд С.К. // Промышленность СК. – 1977. – №2. – с.6.

3. Кирпичников П.А., Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О. Химия и технология синтетического каучука. – Л.: Химия, 1987. – 424 с.

4. Чернов К.А. Модификация каучука СКИ-3 и резиновых смесей на его основе полифункциональным кислородсодержащим олигоизопреном: дис. канд. тех. наук: 05.17.06 – КГТУ, Казань, 2005. – 145 с.

5. Жирные кислоты таллового масла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://utgrus.com/specialnaya-i-obshhaya-ximiya/specialnye-kisloty-i-aldegidy/zhirnye-kisloty-tallovogo-masla/> (дата обращения: 06.05.2022).

6. Насыров И.Ш., Фаизова В.Ю., Жаворонков Д.А., Шурупов О.К., Васильев В.А. Натуральный и синтетический цис-полиизопрены. Часть 1. Современное состояние и перспективы развития производства // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2020. – №2. – С. 34-47. DOI: 10.24411/2071-8268-2020-10206.

7. Гармонов И.В. Синтетический каучук. Л.: Химия, 1976. – 753 с.

УДК 332.334

Вороговская И.Ю., Спсваков Б.С.

***Научный руководитель: Калачук Т.Г., канд. тех. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Земля – это уникальный природный ресурс, роль которого неоспоримо важна в жизнедеятельности людей.

Для эффективного контроля использования земельных участков и минимизации потерь их свойств, было произведено деление всего земельного фонда России на категории и виды разрешенного использования.

Земли, находящиеся в пределах Белгородской области, составляют земельный фонд области. Отслеживание изменений площадей и свойств земельного фонда позволяет проанализировать состояние земель, оценить и запланировать будущее развитие населённых пунктов.

Государству необходимо контролировать состояние своих земель, не допускать полной застройки или разрушения заповедных, водоохраных зон. Для этого в законе введено понятие категории земель.

Категория земель – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению и имеющая определенный правовой режим. Земли в Российской Федерации разделяются на семь категорий согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом (рисунок 1). [1]

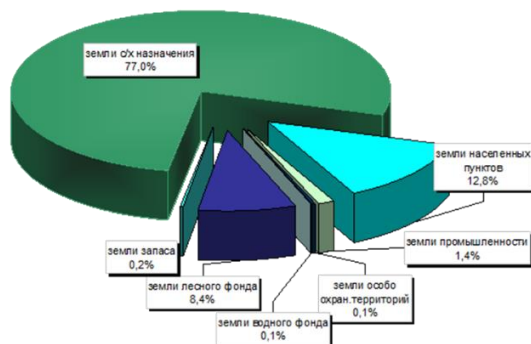


Рис. 1 Распределение земельного фонда Белгородской области

Несмотря на то что земли населенных пунктов занимают малую часть земельного фонда Белгородской области (12,8%), они являются самыми густонаселенными — на них проживает большая часть населения области.

Земли населённых пунктов являются ценной категорией земель, так как в первую очередь являются территориальным пространством для комфортного проживания людей, создания объектов недвижимости, объектов транспортной, инженерной и другой инфраструктуры. Именно на этих территориях наиболее активны инвестиционно-строительные процессы и градостроительная деятельность. [2]

Такие земли предназначены для удовлетворения жилищных, производственных и культурно-бытовых потребностей местных жителей, а также для нужд градостроительства. В связи с этим состав земель населенных пунктов неоднороден, на них выделяются различные зоны: жилые; общественно-деловые; производственные; инженерных и транспортных инфраструктур; рекреационные; сельскохозяйственного использования; специального назначения; военных объектов; иные территориальные зоны (рисунок 2). [3]

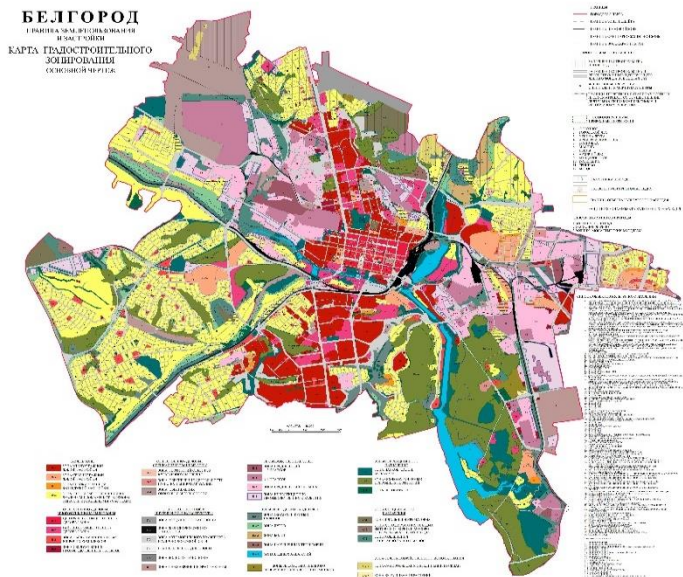


Рис. 2 Разделение города Белгорода на функциональные зоны и подзоны

Согласно законодательству, землями населенных пунктов признаются земли, которые используются и предназначены для застройки и развития населенных пунктов. Границы городских и сельских населенных пунктов отделяют земли населенных пунктов от земель иных категорий. [4]

По состоянию на 1 января 2021 года на территории Белгородской области площадь земель населённых пунктов составила 347,3 тыс. га, или 12,8% от общей площади земельного фонда (рисунок 3).

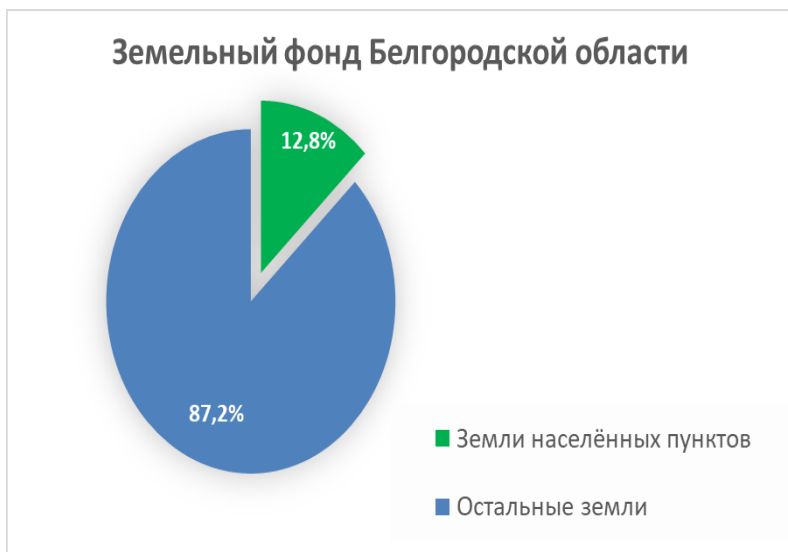


Рис. 3 Доля земель населённых пунктов в земельном фонде Белгородской области

С 2018 по 2020 год площадь населённых пунктов увеличилась на 0,7 тыс. га. Это произошло в результате уточнения границ населенных пунктов (рисунок 4).



Рис. 4 Динамика изменения площади земель населённых пунктов Белгородской области

В составе области: 9 городских округов, 13 муниципальных районов, 16 городских поселений, 174 сельских поселения.

Согласно отчётной статистике, землями населённых пунктов Белгородской области занято 347,3 тыс. га. Площадь городских населённых пунктов уменьшилась на 0,1 тыс. га и составила 85,6 тыс. га, площадь сельских населённых пунктов увеличилась и составила 261,7 тыс. га. (рисунок 5)



Рис. 5 Площади городских и сельских населённых пунктов Белгородской области

В Белгородской области населенные пункты области включают в себя застроенные территории, располагающиеся под лесами, парками, площадями, улицами, проездами, переулками, промышленными зонами, коммуникациями, скверами, водоемами, бульварами, а также земли, используемые для сельскохозяйственного производства и иных целей. [5]

В структуре земельных угодий в населенных пунктах наибольшую долю занимают сельскохозяйственные угодья – 64,4%, застроенные территории, улицы, дороги составляют 22,7%, городские леса, земли лесничеств, земли лесных насаждений, которые не входят в лесной фонд, занимают 7,0%, водные объекты занимают 2,2%, нарушенные земли составляют 0,2%, прочие земли–3,5%. Результаты представлены в таблице. [6]

Таблица – Распределение земельного фонда Белгородской области по угодьям, тыс. га

№ п/п	Угодья	Годы			Изменения 2020 г. к 2019 г.
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	
1	2	3	4	5	6
1.	Сельскохозяйственные угодья	223,0	223,0	223,6	+ 0,6
2.	Застроенные территории, площади, улицы, дороги	78,7	78,7	78,8	+ 0,1
3.	Городские леса, земли лесничеств, лесопарков, земли лесных насаждений, не входящие в лесной фонд	24,5	24,5	24,4	- 0,1
4.	Водные объекты (болота, реки, водоемы)	7,6	7,6	7,6	-
5.	Нарушенные земли	0,7	0,7	0,7	-
6.	Прочие земли (полигоны отходов, свалки, пески, овраги)	12,0	12,0	12,2	-

В состав земель населенных пунктов входят земли различного назначения. Землями жилой и общественно-деловой застройки занято 65,9 тыс. га – 19,0% от общей площади земель населённых пунктов, земли промышленности располагаются на 11,8 тыс. га – 3,4%, земли общего пользования – 25,8 тыс. га – 7,4%, земли транспорта, инженерных коммуникаций и связи, – 7,5 тыс. га – 2,2%, земли сельскохозяйственного использования – 156,0 тыс. га – 44,9%, земли лесопарков и лесничеств – 8,1 тыс. га – 2,3%, земли особо охраняемых территорий и объектов – 2,4 тыс. га – 0,7%, земли под водными объектами – 3,0 тыс. га – 0,9%, земли под военными и объектами иного специального назначения занимают 2,1 тыс. га - 0,6%, земли, которые не вовлечены в градостроительную или иную деятельность, занимают 64,7 тыс. га , что составляет 18,6% от общей площади земель населённых пунктов (рисунок 6). [7]



Рис. 6 Распределение земель населённых пунктов по назначениям

Наиболее привлекательными с точки зрения контроля за поступлением земельного налога и арендной платы за пользование землями населенных пунктов являются земли промышленности, земли транспорта, связи, инженерных коммуникаций и общественно-деловой застройки. Эти земли в составе населенных пунктов занимают 41,9 тыс. га (12,1%).

Земли населённых пунктов находятся:

- В собственности граждан 122,2 тыс. га.
- В собственности юридических лиц 14,8 тыс. га.
- В государственной и муниципальной собственности 210,3 тыс. га. (рисунок 7).

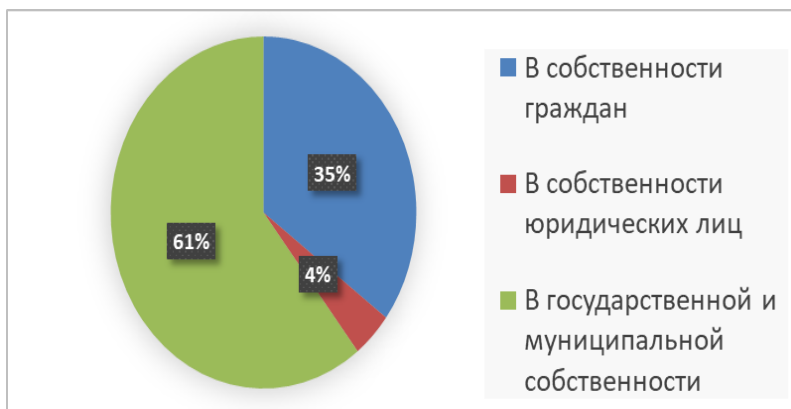


Рис. 7 Распределение земель населённых пунктов по видам собственности

Наибольшая доля территории городов и поселков приходится на земли жилой и общественно-деловой застройки – 28,7%, или 24,6 тыс. га, из которых в собственности граждан находится 11,1 тыс. га. Это в основном индивидуальная жилая застройка. В государственной и муниципальной собственности находится 11,7%, или 10,0 тыс. га земель.

Сельскими населенными пунктами занято 261,7 тыс. га. Из общей площади – 102,1 тыс. га (39,0%) находится в собственности граждан и 6,9 тыс. га – в собственности юридических лиц. В государственной и муниципальной собственности находится 152,7 тыс. га.

Для того, чтобы грамотно распоряжаться и максимально сберечь земельный фонд области, проводится деление земель на категории.

Земли населенных пунктов – это центральная и основная категория земель, так как именно они составляют основу жизнедеятельности людей.

Особую важность приобретает вопрос о рациональности использования имеющихся ограниченных площадей, так как именно на землях населенных пунктов сосредоточена большая часть населения.

В первую очередь важно соблюдать законодательное регулирование использования земель – градостроительные регламенты, ВРИ, а также каждый человек должен понимать неотвратимость применения санкций за нарушения.

Анализ состояния земель населенных пунктов Белгородской области показал, что площадь этих земель увеличивается медленными темпами и в основном за счет уточнения границ населенных пунктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Обзор категорий земель и видов разрешенного использования [Электронный ресурс]. URL: <https://zembaron.ru/raznoe/kategoriya-zemel-i-vid-razreshennogo-ispolzovaniya/>.
2. ЗК РФ Статья 7. Состав земель в Российской Федерации.
3. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров: учебник / С.А.Липски, И.И. Гордиенко, К.В. Симонова. — 2-е изд., стер. — Москва: КНОРУС, 2018. — 430 с.
4. ЗК РФ Статья 83. Понятие земель населенных пунктов и понятие границ населенных пунктов.
5. Богданова А.Ю., Ширинина Н.В. Современное состояние и охрана земель Белгородской области // Вектор ГеоНаук. 2020 Т.3. №4. С. 44-50.
6. Федоренко М.Н., Ковалёва Е.В. Проблемы охраны земель сельскохозяйственного назначения на территории Белгородской области // Вектор ГеоНаук. 2021 Т.4. №3. С. 61-65.
7. Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области под редакцией Александровой Л.В. - Белгород: Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области.

УДК 502.51

Глинова У.А.

*Научный руководитель: Адамович Т.А., канд. географ. наук, доц.
Вятский государственный университет, г. Киров, Россия*

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДОЁМОВ Г. КИРОВА

В настоящее время отмечается значительное снижение качества вод, связанное с воздействием на водные ресурсы деятельности предприятий различных отраслей [1]. Вклад в загрязнение водной среды вкладывает сельское хозяйство с его массовым развитием животноводства, интенсивным внесением удобрений и использованием средств защиты растений. Сбросы коммунально-бытовых вод играют тоже определенную роль в формировании качественного и количественного состава поверхностных вод [2]. Сточные воды способны вызывать эвтрофирование водных экосистем, загрязнение органическими веществами и тяжелыми металлами, оказывать токсическое воздействие на гидробионтов, изменять структуры биоценозов, что является значимыми проблемами современности.

Следовательно, в настоящее время первостепенным и очень важным является изучение физико-химического состава природных вод и их постоянный мониторинг.

Целью работы является изучение физико-химического состава водоёмов г. Кирова с использованием физико-химических методов.

Объектами настоящего исследования стали: озеро Русское, озеро Черное, Пагинский карьер. Пробы для исследования были отобраны в октябре 2021 г. Проведение анализа проводили в лабораториях Вятского государственного университета.

Величину водородного показателя измеряли потенциометрическим методом на рН-метре МИ-150, удельную электропроводность – на кондуктометре Cond 340i. Содержание карбонатов и гидрокарбонатов определяли титриметрическим методом согласно ГОСТ 31957–2012. Содержание нитратов по ГОСТу 33045-2014. Общую жёсткость воды определяли титриметрическим методом с трилоном Б.

Полученные в ходе химического анализа данные о концентрации ионов сравнивали с их ПДК для водоёмов хозяйственно-питьевого назначения [3].

Результаты исследований предоставлены в таблице.

Таблица – Результаты физико-химического анализа проб воды

Показатель и, единицы измерения	рН	Электропроводность, (мкСм/см)	Жесткость воды, мг-экв/л	НСО ₃ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л
оз. Русское	8,1±0,1	677,7	0,95	183	0,310±0,006
оз. Черное	7,5±0,1	133,6	4,6	488	0,1410±0,0028
Пагинский карьер	7,0±0,1	156,4	1,75	423	0,1350±0,0027
ПДК	6,5-8,5	-	-	400	45

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что рН и электропроводность в озерах Черное и Пагинского карьера находятся в норме. Исключение составляет рН воды из Русского, где она является слабощелочной, а также максимальное значение электропроводности.

Установлено, что самой жесткой является проба воды, отобранной из оз. Черное (4,6), но значения находятся в пределах нормы (4,0–8,0).

В озере Русское и Пагинском карьере вода относится к категории мягкая. Во всех исследуемых пробах воды карбонат- ионы не обнаружены. Установлено, что в пробах из оз. Черное и Пагинского карьера, содержание гидрокарбонат-ионов превышает ПДК (400 мг/л) в 1,22 и 1,1 раз соответственно. Превышение ПДК по нитрат-ионам (45 мг/л) во всех исследуемых водных объектах не зафиксировано.

Таким образом, по полученным данным можно сделать вывод о том, что Пагинский карьер испытывает на себе меньшую антропогенную нагрузку по сравнению с другими исследуемыми водоёмами. Влияние рекреационных ресурсов и промышленности здесь минимально. Анализ проб из озера Русское и озера Черное показал некоторые отклонения от нормы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руфова А.А., Ксенофонтова М.И., Ябловская П.Е. Мониторинг состояния озер г. Якутска по гидрохимическим показателям // Наука и образование. Якутск, 2012. №4 (68). С. 52–55.

2. Синцова И. В., Адамович Т. А. Изучение физико-химического состава прудов пгт. Оричи // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии. Киров, 2019. С. 275–276.

3. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003. 154 с.

УДК 528.7

Гончарук А.Д.

Научный руководитель: Лепешкина М.А., преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СНИМКОВ В ИЗЫСКАНИИ

Методы фотограмметрии позволяют определять форму, размеры и положение объекта по фотографиям, съемка объектов ведется с беспилотных летательных аппаратов.

Сравнивая методы фотограмметрии и традиционное использование такими методами как тахеометрическая съемка, лазерное сканирование. Пользователи говорят о том, что, используя данную технологию получают более точный результат, быстрее, эффективнее, безопаснее и с меньшими затратами т.к. съемка ведется дистанционно, ведь нет необходимости перемещать по всей территории, чтобы отснять все необходимые для измерения точки. Внедрение данной технологии не требует покупки дорогостоящего оборудования или привлечения дополнительных специалистов, т.к. она очень проста. [1]

По построенным моделям можно осуществлять дистанционный мониторинг техники на площадке и состояние бортов.

Для построения моделей необходимо загрузить в программу фотографии, отметить на них опорные точки, которые позволяют привязать модель к системе координат используемые на местности и запустить обработку, всю дальнейшую работу программа выполняет самостоятельно. В сгенерированной модели можно измерять расстояния, площади и объемы, просмотреть координаты точек. Для интеграции с другими программами, а также для оформления выходной документации в других программах можно выгружать модель в различных форматах, таких форматах как:

1. Для трехмерных полигональных моделей - 3MX, OBJ, FBX, DAE, KML, ESRI i3s.
2. Для облака точек - LAS, POD.
3. Ортофото – TIFF, GeoTIFF, JPEG, KML, Super-overlay.
4. 3D ортофото – XYZ, GeoTIFF, ESRI ASCII raster/ASC.

Важным условием для обработки фотографий в программе является достаточное перекрытие между ними, необходимо обеспечить продольное перекрытие 80%, поперечное – 60%, перекрытия используются с запасом. Необходимо правильно провести съемку, т.к. этот этап очень важен. Чтобы обеспечить данное перекрытие, его можно соблюсти, заранее рассчитав по формуле высоту полета, расстояние между линиями полета, а также между соседними фотографиями.

Необходимые исходные данные для расчета:

1. Размер большей стороны матрицы фотоаппарата (мм).
2. Размер меньшей стороны матрицы фотоаппарата (мм).
3. Фокусное расстояние (мм).
4. Размер большей стороны фотографии (пикселей) «L».
5. Размер меньшей стороны фотографии (пикселей) «l».
6. Требуемая точность.

Результатами расчета являются высота съемки «Н», продольное перекрытие и поперечное перекрытие. [2]

После получения необходимых данных мы обрабатываем их в различных форматах, таких как подключение ортофото (более 50 форматов в том числе .tif и сервера изображений), подключение облаков точек, подключение .obj файлов и импорт, подключение и открытие 3mx файлов, подключение и сохранение в форматы .dwg, .dgn и .dxf, так же можем сравнивать эти модели, задавать структурные линии, создавать топографические планы и распечатывать эти данные в различных форматах. На основе этих данных мы можем создать цифровую модель рельефа, т.е. обработать точки, построить по ним триангуляцию и создать цифровую модель, добавить структурные линии, точечные объекты, сравнить две модели - существующую или проектную, сравнить поверхности, т.е. построить картограмму, развернуть ее как нам необходимо, чтобы оформить в чертеже.

Применение на практике и внедрение технологии на базе Context Capture – это не отдельный программный продукт, а комплекс состоящий из того, чем мы должны фотографировать, из программного продукта, который обрабатывает эти фотографии, перестраивая их в трехмерные модели и программный продукт, позволяющий оформлять получившиеся результаты. [3]

Фотографировать можно любым средством фотофиксации, как правило в основном используются беспилотники. К примеру, Dji Phantom 4.

Основные характеристики:

1. Время полета (одна батарея): 28 минут.
2. Дальность передачи сигнала: до 3.5 км.
3. Камера: 12 Мп.
4. Система облета препятствий: есть.
5. Передачи изображения в режиме реального времени: есть.

Модель мобильна – это небольшой аппарат, который можно поместить со всеми дополнительными батареями, пультом и другими приспособлениями в один рюкзак, его удобно переносить и быстро собирать на объекте. Когда технология внедряется, очень важно, что человек любой подготовки, с базовым набором знаний, способен овладеть данным средством фотографирования. Сам коптер хорошо себя держит в точках, при пролетах по маршрутам, имеет хороший подвес у камеры, независимо от ветра, подвижек или других условий, камера смотрит в строго заданном направлении. Камера поднимается из положения вниз по направлению объекта для съемки под углом и может совершить круговые облеты.

В качестве опорных точек можно использовать пластиковые перекрестия, состоящие из двух половинок, которые видно с любой высоты, в середине перекрестия есть отверстие, в которое устанавливается штырь для закрепления на местности, предотвращая смещение.

Весь процесс пост обработки делится на 2 этапа:

1. Загрузка фотографий и привязка их по опорным точкам.
2. Построение модели.

В процесс полевых работ входит распределение опорных точек, которые были закоординированы с помощью GPS оборудования, нарезка фотографий, скадровка видео, все масштабирование в системе координат производится только за счет опорных точек.

По полученным результатам фотограмметрии, дистанционного зонирования мы получаем планы, которые можем использовать для создания топографических карт, планов по наземным, аэро- и космическим снимкам. [4]

Аэрофотосъемка осуществляется с высоты птичьего полета, позволяет добиться содержательных изображений в отличие от других способов, особенно эффективна в труднопроходимых местах, например, карьеры, горная местность или густая растительность. Это помогает в сборе полной и точной информации о рельефе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прикладная фотограмметрий - Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. Учебник для вузов / Москва, 2016.
2. Фотограмметрия - Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия. - М.: УПП "Репрография" МИИГАиК, 2008. - 160 с
3. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории - В.Ф. Булавицкий, Н.В. Жукова
4. Вектор ГеоНаук 2020, Т.3, №3 «Использование беспилотных летательных аппаратов для проведения кадастровых работ» – Затолокина Н.М., Губарев С.А.

Гребенщикова А.А.

*Научный руководитель: Заворотный А.А., канд. физ.-мат. наук, доц.
Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия*

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В НЕКОТОРЫХ СУБЪЕКТАХ РФ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ

На основании анализа данных Росстата было выявлено, что за последнее десятилетие возросло количество детей (0-14 лет) со злокачественными новообразованиями [1]. Есть основания полагать, что одной из причин этому является увеличение солнечной активности. Анализ литературных источников показал, что данной проблеме до сих пор не было уделено достаточного внимания. Исходя из этого, была поставлена цель: исследовать с помощью методов математической статистики существует ли зависимость заболеваемости детей (0-14 лет) злокачественными новообразованиями от солнечной радиации в регионах России.

В качестве входных были использованы статистические данные (таблица 1) для 10-ти регионов России, а именно: детская заболеваемость злокачественными новообразованиями, средняя (в расчете на месяц) суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность (данные, применяющиеся энергетическими компаниями при расчете солнечных коллекторов) и численность населения [1-4].

Таблица 1

Субъект	Заболеваемость, чел.	Население, чел.	Солн. рад., МДж/м кв.	Заболеваемость, ‰
Ленинградская обл.	160	277768	252,00	0,576
Воронежская обл.	253	348132	315,00	0,727
Амурская обл.	109	148527	388,75	0,734
Ставропольский кр.	365	494998	361,17	0,737
Московская обл.	1015	1338127	296,92	0,759
Кировская обл.	167	215252	301,92	0,776
Томская обл.	162	192815	323,67	0,840
Волгоградская обл.	355	397303	395,58	0,894
Свердловская обл.	728	805384	313,42	0,904
Иркутская обл.	452	494970	353,58	0,913

Все статистические данные собраны за 2020 год (значения солнечной радиации аккумулированы за 2000-2020 г.) и ранжированы по уровню заболеваемости в промилле.

Зарождение, развитие и существование живых организмов определяется множеством разнообразных и часто случайных внешних и внутренних условий. В (таблице 2) приведены наиболее значимые факторы, влияющие на предмет исследования [5].

Таблица 2

Тип факторов	Факторы
Контролируемые факторы	– показатели солнечной радиации в регионах; – население регионов; – число заболевших.
Неконтролируемые факторы	– время, проведенное человеком на солнце; – генетическая предрасположенность к заболеванию; – качество жизни; – экологические факторы (озоновые дыры).
Случайные факторы	– ошибочные диагнозы; – не выявленные случаи заболевания.

Далее приведены некоторые методы статистического анализа, примененные в рамках исследования, и их результаты.

Анализ данных на равномерность распределения показал, что распределение числа заболевших по нарастающим признакам близко к равномерному (кривая Лоренца незначительно отклонена от линии равномерного распределения, а коэффициент Джини $G = 0,05$).

Проверка на соответствие зависимости нормальному закону с применением характеристик положения, рассеяния и формы показала, что распределение близко к нормальному:

А) Выборочные среднее арифметическое \bar{x} , медиана $Me(X)$ и математическое ожидание $M(X)$ близки друг к другу:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i} = 332,996 \text{ МДж/м кв.}, \quad (1)$$

где x_i – частное значение случайной величины (солнечная радиация); f_i – частота заболеваемости (количество учтенных случаев в регионе);

$$Me(X) = 323,67 \text{ МДж/м кв.};$$

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i = 332,958 \text{ МДж/м кв.}, \quad (2)$$

где p_i – частота заболеваемости [5, 6].

Б) Асимметрия A и эксцесс Ex близки к нулю, показывают небольшое смещение пика графика вправо и его незначительную островершинность:

$$A = \frac{1}{nS^3} \sum (x_i - \bar{x})^3 = -0,33, \quad (3)$$

$$Ex = \frac{1}{nS^4} \sum (x_i - \bar{x})^4 - 3 = 0,38, \quad (4)$$

где n – число наблюдений (общее количество заболевших) [5].

В) «Правило трех сигм» выполняется – вероятность P попадания значений случайной величины X в интервал:

$$P(M(X) - 3S < X < M(X) + 3S) \approx 0,9976 \approx 99,76\%; \quad (5)$$

где $S = 40,54$ МДж/м кв. – стандартное отклонение [5].

Для математического ожидания, дисперсии и стандартного отклонения вычислены доверительные интервалы с вероятностью безошибочного прогноза $\gamma = 0,95$: $332,696 < M(X) < 334,296$; $644,28 < D_r < 5171,98$; $25,38 < \sigma_r < 71,92$.

Так как было выявлено, что зависимость близка к нормальному закону, проведено выравнивание вариационного ряда с использованием кривой нормального распределения (рисунок 1).

Теоретические частоты ряда f' определяются по формуле:

$$f' = \frac{Nh}{S} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad (6)$$

где $N = \sum f$ – сумма всех частот ряда; h – интервалы в группах [6].

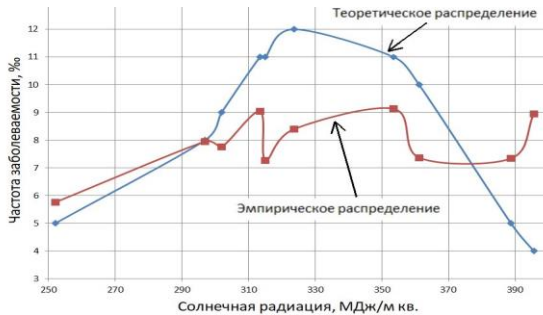


Рис. 1. Выравнивание вариационного ряда

Из графика на (рисунке 1) видно, что теоретические частоты близки к эмпирическим и пики заболеваемости приходятся на средние значения радиации – это является показателем нормального распределения, но отдельные расхождения имеют место. Для суждения о случайности или существенности этих расхождений применены критерии согласия:

А) Критерий Пирсона:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f-f')^2}{f'} = 11,76. \quad (7)$$

Фактическое значение критерия сравнивается с критическим, определяемым по таблице в зависимости от уровня значимости ($\alpha = 0,05$) и числа степеней свободы ($\nu = m - 1 - 2 = 7$, где m – число групп в ряду; 2 – число параметров эмпирического распределения для нормальной кривой):

$$\chi_{\text{табл}}^2 = 14,10, \quad (8)$$

поскольку $\chi^2 < \chi_{\text{табл}}^2$, расхождения между эмпирическими и теоретическими частотами случайны [6].

Б) Критерий Романовского:

$$\frac{|\chi^2 - \nu|}{\sqrt{2\nu}} = 1,27 < 3, \quad (9)$$

что также говорит о том, что расхождения между эмпирическими и теоретическими частотами можно считать случайными [6].

Проверка с применением критериев согласия показала, что расхождения между f и f' носят случайный характер и могут быть объяснены неконтролируемыми и случайными факторами (таблица 2). Неточности выравнивания так же объясняются тем, что исследуемая выборка представляет собой дискретный ряд и интервалы значений солнечной радиации непостоянны.

Таким образом, по результатам данного исследования между солнечной радиацией и заболеваемостью детей злокачественными новообразованиями существует зависимость, выражающаяся законом распределения близким к нормальному. Среди факторов, повлиявших на выборку (таблица 2), наиболее важными представляются генетические, так как дети (0-14 лет) не успевают ощутить на себе в полной мере влияние негативных факторов окружающей среды. Так же

в ряде случаев экологический фактор может являться лишь триггером для проявления наследственного заболевания.

Анализируя материалы исследования, необходимо учитывать, что данные по заболеваемости приведены без разделения по типам злокачественных новообразований, а солнечная радиация влияет главным образом на развитие и течение заболеваний кожи и глазных яблок, что сказывается на информативности рассчитанных критериев.

Таким образом, дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение генетических факторов при формировании зародыша, наследственности и образа жизни родителей (в том числе экологических факторов, влиянию которых были продолжительно подвержены родители), а так же экологических факторов, находящихся в связи с развитием конкретных типов злокачественных новообразований.

Солнечная радиация включена в перечень факторов, канцерогенных для человека [7]. Медицинским учреждениям рекомендуется взять под контроль время нахождения детей (главным образом в возрасте 0-14 лет) на солнце, особенно в периоды наибольшей солнечной активности, и настоятельно рекомендовать родителям индивидуальные средства защиты от солнца: кремы, маркированные фактором защиты от солнца *SPF* (*Sun Protection Factor*) и солнцезащитные очки с поляризационными фильтрами [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (<https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/HTOHCz26/3.8.xlsx>) (дата обращения 17.02.2022). – Текст: электронный.

2. Альтернативная энергия: Солнечная энергетика: Солнечная инсоляция – справочные таблицы: [сайт]. – URL: <https://alternativenergy.ru/solnechnaya-energetika/312-solnechnaya-insolyatsiya.html> (дата обращения 17.02.2022). – Текст: электронный.

4. АНДИ ГРУПП: Солнечная инсоляция в городах России и СНГ. Таблицы инсоляции для расчета солнечных коллекторов: [сайт]. – Москва. – URL: <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii/> (дата обращения 17.02.2022). – Текст: электронный.

5. Статистический бюллетень. Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2021 года. – Москва: РОССТАТ, 2021. – с. 65-443.

6. Корневский, Н.А. Математические методы обработки медико-биологической информации. Математическая статистика / Н.А. Корневский, З.М. Юлдашев, Т.Н. Конаныхина. – Старый Оскол: ТНТ, 2021. – 304 с.

7. Громько, Г.Л. Теория статистики: Практикум / Г.Л. Громько. – Москва: Инфра-М, 2013. – 240 с.

8. Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской обл: официальный сайт. – Иркутск. – URL: https://38.rospotrebnadzor.ru/news/-/asset_publisher/OXcw/content/id/493378 (дата обращения 12.05.2022). – Текст: электронный.

УДК 519.813.3

Гребенюк А.А.

Научный руководитель: Коломыцева Е.П., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МАТЕМАТИКА В АЗАРТНЫХ ИГРАХ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ И ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ДЛЯ РАССЧЕТА ИСХОДА ИГРЫ

Существует большое количество азартных игр. У всех таких игр есть одна особенность – успех зависит не только от навыков и мастерства играющего, но и от воли случая. Благодаря математике у игрока есть возможность оценить вероятность выигрыша, сумму выигрыша и определить вероятность выпадение той или иной комбинации.

Азартные игры имеют длинную историю. Первой такой игрой была игра в кости, распространенная в Индии и Греции, только вместо кубиков использовали настоящие кости животных – отсюда и пошло название.

В Средние века люди начали интересоваться количеством возможных исходов при бросании костей. Изучением этого вопроса занимались такие люди, как математик Фра Лука Бартоломео де Пачоли, математик и инженер Джероламо Кардано, Христиан Гюйгенс, Якоб Бернулли, Абрахам де Муавр и другие. Кроме того, значимый вклад в развитие теории вероятностей сделали Блез Паскаль и Пьер Ферма. В своей переписке они смогли впервые в истории корректно

решить задачу о разделе ставки между двумя участниками, с которой ранее не справился Пачоли. Они предложили решения, в которых присутствуют элементы использования математического ожидания, а также теорем о сложении и умножении вероятностей. В итоге ряд установленных ими положений лег в основу теории вероятностей.

Математика, как наука, содержит огромное множество понятий. Но, чтобы удача активнее посещала игрока азартных игр, следует обратить внимание только на следующие понятия:

- теория вероятности;
- математическое ожидание;
- стандартное отклонение;
- элемент риска.

В этой статье будет освещаться лишь математическое ожидание, но оно не делимо с понятием теории вероятности.

Для начала взглянем на разновидности азартных игр со стороны теории вероятности. Существуют события зависимые и независимые:

1) Зависимым называют событие, если, помимо случайных факторов, его вероятность зависит от появления или не появления другого события. Каждый новый шаг в таком событии влияет на исход следующего.

Рассмотрим на примере следующей ситуации: рассчитаем вероятность того, что при извлечении из колоды трех случайных карт каждая из них окажется тузом. Рассмотрим колоду из 52 карт, которая содержит 4 туза. Вероятность того, что туз выпадет с первого раза, составляет 4 к 52. Если первой извлеченной картой станет туз, то колода уменьшится на одну карту, в том числе и количество тузов. Тогда вероятность выпадения туза станет 3 к 51. Количество карт в колоде и тузов снова уменьшились на один, и вероятность выпадения третьего туза теперь 2 к 50. Таким образом, каждый раз, когда мы вытягиваем карту и то, какой картой она окажется, влияет на наш следующий шаг. Итого, вероятность положительного исхода события, когда при извлечении трех карт из колоды все они окажутся тузами, равна $4/52 * 3/51 * 2/50 = 0,000181$.

2) Независимым называют событие, если появление события А не меняет вероятности появления события Б.

Рассмотрим на примере подкидывания монеты дважды. Вероятность выпадения орла во второй раз не меняется от того, что выпало при первом подкидывании. В таком случае, вероятность выпадения и орла, и решки при двух бросках монеты равны между собой и рассчитываются как $(1/2)*2 = 1/4$.

Теперь подробнее поговорим о математическом ожидании. Сначала рассмотрим математическую сущность, а потом, как она применяется для расчета выигрыша.

Математическое ожидание — понятие в теории вероятностей, означающее среднее (взвешенное по вероятностям возможных значений) значение случайной величины. Математическое ожидание дискретной случайной величины X вычисляется как сумма произведений значений x_i , которые принимает средняя величина X , на соответствующие вероятности p_i :

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (1)$$

Случайная величина — переменная, значения которой представляют собой численные исходы некоторого случайного феномена или эксперимента.

Рассмотрим игру в кости и вычислим математическое ожидание следующей случайной величины. Допустим, мы кидаем одну неправильную игральную кость (т.е. вероятности выпадения каждой грани не равны). Случайная величина будет следующей:

x_i	1	2	3	4	5	6
p_i	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.4

Здесь x_i – очки, которые могут выпасть на игральной кости, а p_i – вероятность их выпадения. Тогда математическое ожидание случайной величины X будет равно $M(X) = 1*0.1 + 2*0.1 + 3*0.2 + 4*0.1 + 5*0.1 + 6*0.4 = 4.2$. Это число показывает среднее значение, которое будет выпадать чаще остальных. Стоит упомянуть, что сумма p_i будет равняться единице, т.к. это сумма вероятностей одного события.

В азартных играх с помощью математического ожидания можно рассчитать свой средний денежный выигрыш.

Рассмотрим ту же игру в кости, но теперь с денежными ставками. Допустим, условия игры такие: если при броске правильной кости выпадет 1, то вы проигрываете 300 рублей, а если любое другое число, то выигрываете 40 рублей. Для того, чтобы составить таблицу и посчитать математическое ожидание, рассчитаем вероятности выпадения каждого числа на грани. Так как кость правильная и событие независимое, то вероятность выпадения каждой грани составляет 1 к 6.

x_i	300	40	40	40	40	40
p_i	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
Грань	1	2	3	4	5	6

Рассчитаем $M(X) = 1/6(-300+40+40+40+40+40) = 1/6*(-100) = -16,7$ (рублей), что является средним выигрышем, который получит наш оппонент (а мы проиграем), если мы согласимся на игру. Стоит заметить, что сумма, которую мы проиграем, в нашем случае 300 рублей, мы берем со знаком минус. Также математическое ожидание может быть и отрицательным.

Благодаря математическим подсчетам игроки могут увеличить свои шансы на выигрыш. Подсчеты можно использовать в играх, в которых вы можете управлять не только ставками, но и ходом игры. Конечно, одной теории вероятности и математического ожидания мало, чтобы точно предсказать свой успех, а иногда исход и вовсе зависит от случая. Стоит помнить, что все игорные заведения нацелены только на игры с отрицательным математическим ожиданием, то есть велика вероятность, что вы все-таки оставите некую сумму денег в заведении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. UGW [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ugw.com.ua/article/how-is-math-used-in-gambling-100262>. – Дата доступа: 28.04.2022.

2. Matemonline [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://matemonline.com/2013/10/matematiceskoe-ozhidanie/>. – Дата доступа: 28.04.2022.

3. МатБюро [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.matburo.ru/tvart_sub.php?p=art_mo. – Дата доступа: 28.04.2022.

4. Некоторые приложения математических методов к решению экономических задач / Дюкарева В.И., Рябцева С.В. - / Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. 234-238 с.

Гусакова Ю.Н., Коваленко Л.Ю.

Научный руководитель: Бурмистров В.А., д-р физ.-мат. наук, проф.
Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

СИНТЕЗ Тi-ЗАМЕЩЕННЫХ ФОРМ ПОЛИСУРЬМЯНОЙ КИСЛОТЫ

Ряд гетерополикислот, кристаллизующихся в структурных типах кубической сингонии, являются низко- и среднетемпературными протонными и ионными электролитами. Так, согласно [1], полисурьмяная кислота (ПСК) состава $(\text{H}_3\text{O})_2\text{Sb}_2\text{O}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $1 \leq n \leq 2$, обладает протонной проводимостью при нормальных условиях. С ростом температуры происходит удаление адсорбированной и гидратной воды, что приводит к уменьшению величины проводимости. Повышения протонной проводимости ПСК и расширения температурного диапазона работы можно достичь путём создания на её основе твёрдых растворов замещения. Один из способов – введение гетеровалентной добавки [1-3].

В качестве объекта исследования была выбрана ПСК, кристаллизующаяся в структурном типе дефектного пирохлора (пр. гр. симм. $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$). Согласно [1-3], каркас элементарной ячейки ПСК формируют октаэдры, в центре которых расположены ионы Sb^{+5} (16с позиции), в вершинах – ионы O^{-2} (48f позиции). В гексагональных полостях расположены ионы H_3O^+ (16d позиции). В качестве гетеровалентной примеси выбраны ионы Ti^{+4} .

Целью работы был синтез Тi-замещенных форм полисурьмяной кислоты, кристаллизующихся в рамках структуры типа пирохлора.

Для синтеза образцов был выбран метод соосаждения из солянокислых растворов, прекурсоры: SbCl_3 (х.ч.) и TiCl_4 (х.ч.). Навески прекурсоров взвешивали на технохимических весах с точностью до 0,01 г. и растворяли в небольшом количестве концентрированной соляной кислоты. Для перевода Sb^{+3} в Sb^{+5} к солянокислому раствору SbCl_3 добавляли азотную кислоту, фиксировали выделение бурого газа и пожелтение раствора. Окончанием реакции считали обесцвечивание раствора. После чего раствор TiCl_4 добавляли к солянокислому раствору, содержащему ионы Sb^{+5} , перемешивали. Не фиксировали образование осадков и изменение цвета даже после выдержки маточных растворов в течение 24 часов. Заданное соотношение $\text{Ti}/\text{Sb} = 1/10$. Далее провели гидролиз полученных растворов в избытке дистиллированной воды. После чего образцы промывали дистиллированной водой до

отрицательной реакции фильтрата на ионы хлора путем центрифугирования и высушивали на воздухе. Образец ПСК был получен аналогичным образом, но без добавления ионов Ti^{+4} .

Фазовый состав Ti -замещенной формы ПСК уточняли методом рентгенофазового анализа на ДРОН-3М (фильтр. $CuK\alpha$ - излучение) в диапазоне углов дифракции $10 \leq 2\theta \leq 70$ град. Элементный анализ образцов проводили на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM 7001F. Спектры ИК-поглощения образцов, запрессованных в таблетку из KBr , регистрировали на ИК-Фурье-спектрометре Nicolet 380 в диапазоне частот от 500 до 4000 cm^{-1} . Для этого образцы растирали до мелкодисперсного состояния с последующим прессованием смеси в пресс-форме, в результате чего получались полупрозрачные таблетки.

На рентгенограмме синтезированных образцов, ПСК и Ti -замещенной формы ПСК, присутствует набор дифракционных максимумов высокой интенсивности, отсутствуют гало. Для определения фазового состава Ti -замещенной формы ПСК провели анализ рентгенограммы: определили углы (2θ) и соответствующие межплоскостные расстояния ($d_{\text{эксп.}}$). Значения относительной интенсивности рефлексов, также совпадение экспериментальных и теоретических межплоскостных расстояний свидетельствует о том, что образцы кристаллизуются в структурном типе пироклора [4].

На микроснимках ПСК и допированных образцов отсутствуют темные участки, что свидетельствует о наличии только одной фазы [5].

Данные картирования по элементам отсутствие в образцах ионов хлора. Распределение атомов сурьмы и титана в образцах равномерное, элементный состав – $H_2Sb_{1,93}Ti_{0,07}O_6 \cdot nH_2O$, следовательно, полученное соотношение Ti/Sb в образцах составляет 1/30.

Провели анализ полученных образцов с помощью ИК-спектроскопии. Анализ ИК-спектров проводили, сравнивая частоты пропускания и интенсивность полос со справочными данными.

На ИК-спектрах ПСК и Ti -замещенной формы ПСК можно выделить полосы поглощения в области 3700 - 2700 cm^{-1} (рисунок 1), которые отвечают валентным колебаниям молекул воды и ионов оксония. Однако для замещенного образца данная полоса большей площади по сравнению с ПСК, что может косвенно свидетельствовать о большем количестве гидратной воды в образце (рисунок 1). Большая ширина линии также характеризует наличие различных типов взаимодействия, в том числе водородных связей между ионами кислорода молекул воды и оксония и протонами. В области деформационных колебаний на спектрах фиксируются две интенсивные полосы поглощения при 1400 и 1640 cm^{-1} : полоса

поглощения при 1400 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям $\delta(\text{Sb}^{+5}\text{OH})$, а полосу поглощения при 1640 см^{-1} можно отнести к деформационным колебаниям молекул воды [6, 7].

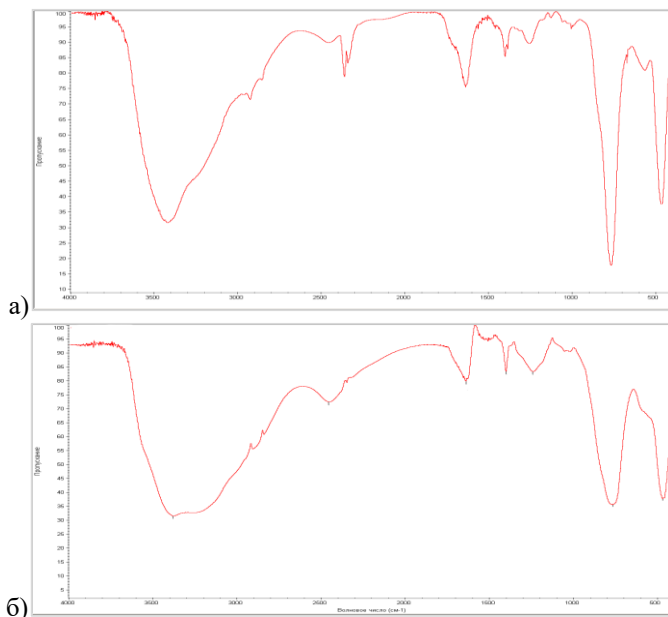


Рис. 1. ИК-спектры: а) ПСК; б) Ti-замещенная форма ПСК.

Полосы поглощения при 770 см^{-1} и 450 см^{-1} соответствуют валентным колебаниям $\nu(\text{Sb}^{+5}\text{-O})$. Отсутствие дополнительных полос поглощения на ИК-спектре Ti-замещенного образца подтверждает равномерное распределение ионов Ti^{+4} в структуре ПСК и схожесть области «отпечатков пальцев» связей Ti-O и Sb-O в сложных оксидах и гетерополикислотах.

1. Методом соосаждения синтезированы образцы ПСК и ПСК, допированной ионами титана. Согласно РФА, образцы кристаллизуются в структурном типе пироклора.

2. Установлено, что полученный твердый раствор имеет структурную формулу $\text{H}_2\text{Sb}_{1,93}\text{Ti}_{0,07}\text{O}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Таким образом, при соосаждении часть ионов титана остается в растворе, заданное соотношение, 1/10, не получено.

3. На ИК-спектрах отсутствуют дополнительные полосы поглощения, что подтверждает равномерное распределение ионов

титана в структуре ПСК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лупицкая Ю.А., Бурмистров В.А. Фазы со структурой пироклора, образующиеся в системе $(y-x) K_2CO_3-xNa_2CO_3-ySb_2O_3-2(2-y)WO_3$ ($0 \leq x \leq y$, $1,0 \leq y \leq 1,375$) при нагревании // Вестник ЧелГУ, 2009. №25(163). С. 50-54.
2. Щелканова М.С. Создание новых твердых электролитов на основе $Li_{8-x}Zr_{1-x}V_xO_6$ // Бутлеровские сообщения, 2014. Т. 38, № 5. С. 96-102.
3. Бурмистров В.А., Захарьевич Д.А. Образование ионопроводящих фаз со структурой дефектного пироклора в системе $K_2O-Sb_2O_3-WO_3$ // Неорганические материалы, 2003. Т. 39, № 1. С. 77-80.
4. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир. 1987. 407 с.
5. Yu T., Zhang H., Cao H., Zheng G. Understanding the enhanced removal of Bi (III) using modified crystalline antimonite acid: creation of a transitional pyrochlore-type structure and the Sb(V)-Bi (III) interaction behaviors // Journal of the Chemical Society, 2019. vol. 360. pp. 313-324.
6. Ферапонтов Н.Б. Свойства воды в гелях гидрофильных полимеров // Конденсированные среды и межфазные границы, 2011. Т. 13, №2. С. 208-214.
7. Frenkel L.S. Nuclear magnetic resonance method for determining the moisture holding capacity of cation exchange resins as a function of temperature // Analytical Chemistry, 1973. V. 45, №8. P. 1570-1571.

УДК 514.8

Гуляков А.В.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВОЛШЕБНЫЕ ФИГУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИИ. ТРЕУГОЛЬНИК РЕЛО

Все мы привыкли к геометрии на плоскости. В школе каждый изучал евклидову геометрию – самую раннюю (III в. до н.э.). На первых курсах высших учебных заведений студенты знакомятся также и с

начертательной геометрии, которая была создана Гаспаром Монжем, великим французским математиком и государственным деятелем, в XVIII веке. В этом направлении хоть фигуры и рассматриваются в пространстве, но это пространство всё равно ограничено тремя плоскостями, которые мы в дальнейшей разворачиваем и совмещаем с одной плоскостью листа на чертеже.

Давайте теперь рассмотрим самую молодую из всех геометрий – геометрию Николая Ивановича Лобачевского (или как её ещё называют, пространственную), которая активно изучается с 1829 года. Лобачевский впервые предложил рассматривать те же плоские фигуры, но не на плоскости, а на других поверхностях, одной из которых является сфера. Примером такой модели может служить треугольник Рёло.

Треугольник Рёло – пересечение трёх окружностей с одинаковыми радиусами, равными сторонам правильного треугольника, в вершинах которого находятся их центры [6]. Линия, которая ограничивает получившуюся фигуру, тоже является треугольником Рело (рисунок 1).

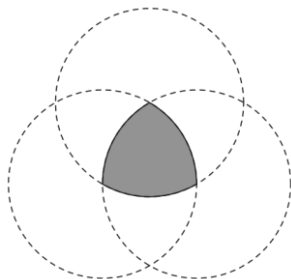


Рис.1. Треугольник Рёло

Называется так треугольник в честь его первооткрывателя немецкого механика Франца Рёло, который рассмотрел свойства и особенности этой криволинейной фигуры и нашел ему применение в своих приспособлениях [1].

Рассмотрим основные свойства треугольника Рёло. Данная фигура является плоской и выпуклой. Она является простейшим после круга объектом, имеющим неизменную ширину. Это значит, что если к треугольнику Рёло провести несколько параллельных опорных прямых, то расстояние между ними будет оставаться неизменным во всех направлениях. Такое расстояние – ширина треугольника Рёло [4].

От остальных фигур, имеющих постоянную ширину, этот треугольник отличается рядом уникальных особенностей: минимальной площадью, минимальным возможным углом при вершине, минимальной симметрией относительно центра.

Треугольник Рёло обладает осевой симметрией. Он имеет три оси симметрии второго порядка, проходящих через вершину треугольника и середину противоположной дуги, а также одну ось симметрии третьего порядка, которая перпендикулярна плоскости треугольника и проходит через его центр. Следовательно, группа симметрий треугольника Рёло состоит из шести отображений (включая тождественное) и совпадает с группой симметрий правильного треугольника [6].

Построение треугольника Рёло выполняется при помощи одного только циркуля, без линеек и угольников. Для этого необходимо последовательно провести три окружности одинакового радиуса. При этом центр 1-ой окружности выбирается произвольно, центром 2-ой окружности должна быть произвольная точка, лежащая на 1-ой, а центр 3-ей окружности выбирается одна из двух точек пересечения уже построенных окружностей [1].

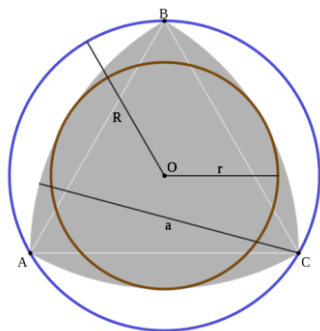


Рис.2. Геометрические свойства треугольника Рёло

Треугольник Рёло широко распространён в различных областях [3]: на основании этой фигуры были созданы различные механизмы, двигатели и даже дрели, позволяющие сверлить квадратные отверстия.

Данные свойства нашли своё широкое применение в технике и механике, например, их достаточно удобно использовать в двигателе Ванкеля: ротор этого двигателя выполнен в виде треугольника Рёло, который вращаясь внутри камеры, образует со стенками три камеры сгорания [2]. Вследствие этого двигатель осуществляет три полных

рабочих цикла за один оборот. Двигатель Ванкеля дает возможность осуществлять произвольный четырёхтактный термодинамический цикл без использования механизма газораспределения. Смесеобразование, зажигание, смазка, охлаждение и пуск в нём аналогичны обычным поршневым двигателям внутреннего сгорания.

Кроме этого, свойства треугольника Рёло нашли широкое использование в механике, например, в грейферном механизме, который осуществляет покадровое передвижение плёнки в кинопроекторах/ Так в кинопроекторе «Луч-2» грейфер выполнен в виде треугольника Рёло, вписанного в квадратную рамку и закреплённого на двойном параллелограмме. Треугольник при вращении вокруг вала привода, перемещает рамку с размещенным на ней зубом. Зуб помещается в перфорацию киноплёнки, перемещает при этом её на один кадр вниз и выходит обратно [5].

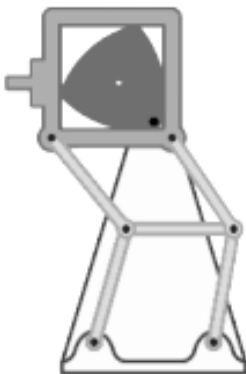


Рис.3. Грейферный механизм кинопроектора «Луч-2»

Исходя из всего вышеизложенного, можно сказать, что треугольник Рёло имеет большое значение как для науки и техники в целом, так и для пространственной геометрии в частности. Данная фигура открывает нам новые возможности для технического прогресса в будущем, а некоторые её полезные свойства уже активно используются в описанных ранее приспособлениях и механизмах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клейн Ф. Высшая геометрия. – ГОНТИ, 1939. – 400с.

2. Максимов А. Цикл роторно-поршневого двигателя Венкеля. Анализ и расчет с учётом состава продуктов сгорания. – Академическое издательство LAP Lambert (25 января 2021), 2021.

3. Платонов А.А., Коверина А.Ю. Анализ энергетических характеристик двигателей автомобильной техники на комбинированном ходу / А. А. Платонов, А. Ю. Коверина // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2013. – №5. – С.112-115.

4. Радемахер Г., Тёплиц О. Кривые постоянной ширины // Числа и фигуры. Опыты математического мышления / Пер. с нем. В. И. Контовта. — М.: Физматгиз, 1962. — С. 195—211. — 263 с.

5. Таубер Б.А. Грейферные механизмы: теория, расчет и конструкции. Изд. 2, дополн., 1985. – 272с.

6. Треугольник Рёло // Википедия: [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 637.1.38

Гутов Н.Ю.

*Научный руководитель: Буйнова И.В., д-р техн. наук, проф.
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия*

ОБОГАЩЕНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫМИ КОНЦЕНТРАТАМИ

Полноценное питание человека оценивается по включению в состав рациона белковой пищи. Составная часть продуктов питания – белки, являются основой построения структурных элементов клетки и живых организмов и выполняют определенную функциональную роль в организме человека. Кроме того, организм человека способен усваивать белки пищи растительного и животного происхождения. Там они претерпевают расщепление до более простых соединений (аминокислот) с последующим синтезом специфических белков для конкретного организма. Поэтому необходимо постоянное поступление белковых веществ с пищей. Следует отметить, что молочные белки отличаются повышенным содержанием незаменимых аминокислот по сравнению с белками мяса, рыбы, растительных продуктов. Для устранения дефицита содержания белка в питании рекомендуется использовать традиционные молочные продукты с добавлением молочно-белковых концентратов.

Научные исследования по обогащению молочных продуктов проводились в лаборатории кафедры «Технология продуктов питания

животного происхождения» Кемеровского государственного университета. Использовали молочно-белковые концентраты следующих брендов: Promilk 852 FB1, Ingredia Prodiет S25, Неопролакт У (1), Promilk Кappa Optimum 85, Promilk Кappa Optimum, Promilk 802 FB и Promilk 870 [1,2,3]. Контрольным образцом являлся образец, выработанный по традиционной технологии без использования молочно-белкового концентрата. Подбор молочно-белковых концентратов проводили по способности микроорганизмов к кислотообразованию в молочной смеси. Кроме того, концентраты обладают высокими влагопоглощительными свойствами, формируя плотную консистенцию любого продукта при внесении их в качестве обогащающей пищевой добавки.

Изменение основного физико-химического показателя молочнокислого брожения наблюдали при температуре 30 ± 2 °С и контроль кислотности проводили в течение восьми часов с интервалом в один час [4,5,6]. Экспериментальные готовые образцы творога оценивали по органолептическим показателям: вкус, запах, цвет, консистенция и внешний вид, результаты которого приведены в таблице.

Таблица – Органолептические показатели образцов обогащенного творога 5 %-ной жирности

Наименование образца с молочно-белковыми концентратами	Наименование органолептического показателя / характеристика показателя		
	Консистенция и внешний вид	Вкус и запах	Цвет
1	2	3	4
Контроль (без концентрата)	Рассыпчатая, с наличием частиц молочного белка	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Promilk 852 FB1	Рассыпчатая, с наличием частиц молочного белка	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Ingredia Prodiет S25	Рассыпчатая, с наличием частиц молочного белка	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

Неопрولاкт У (1)	Неоднородная, со значительным выделением сыворотки	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Promilk Карра Optimum 85			
Promilk Карра Optimum			
Promilk 802 FB			
Promilk 870			

Результаты исследований показали, что наилучшие органолептические показатели имели опытные образцы творога с применением двух видов молочно-белковых концентратов: Promilk 852 FB1 и Ingredia Prodiет S25. Причина в том, что белковый состав характеризуется присутствием основного белка казеина, формирующий плотный, хорошо отделяющий сыворотку сгусток, с определенными влагоудерживающими свойствами и по массовой доле влаги отвечающий требованиям ГОСТ 31453-2013 [7, 8].

Одной из задач исследований явилось изучение влияния молочно-белковых концентратов на динамику изменения общего количества микроорганизмов в процессе сквашивания молочно-белковой смеси для получения творога. Динамика нарастания кислотности во время молочнокислого процесса в производстве творога представлена на (рисунок 1).

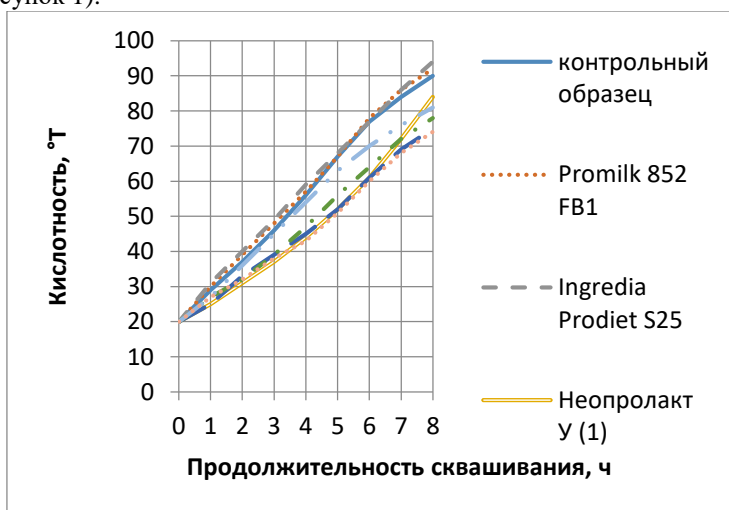


Рис. 1 Динамика нарастания титруемой кислотности во время молочнокислого процесса в производстве творога

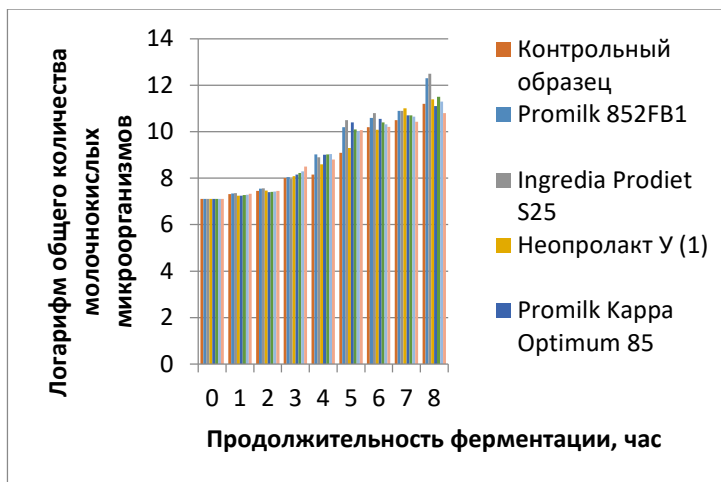


Рис. 2 Динамика изменения общего количества молочнокислых микроорганизмов в процессе сквашивания молочно-белковой смеси

Анализ экспериментальных данных (рис.2) показал, что эффективно использовать молочно-белковые концентраты для ускорения процесса сквашивания. Видимо, повышенная доля сухих веществ, в частности молочных белков, является хорошей питательной средой для развития молочнокислых микроорганизмов. В опытных образцах сквашенной смеси наблюдался интенсивный рост клеток молочнокислых микроорганизмов по сравнению с контрольным образцом вырабатываемого творога. Установили, что молочно-белковые концентраты марки Promilk 852 FB1 и Ingredia Prodiet S25 можно рекомендовать в производстве творога. Обогащенный готовый продукт отличался улучшенными качественными характеристиками и повышенной биологической ценностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Maidannyk, V.; McSweeney, D.J.; Hogan, S.A.; Miao, S.; Montgomery, S.; Auty, M.A.E.; McCarthy, N.A. Water sorption and hydration in spray-dried milk protein powders: Selected physicochemical properties. *Food Chem.* 2020, 304, 125418.

2. Rupp, L.S.; Molitor, M.S.; Lucey, J.A. Effect of processing methods and protein content of the concentrate on the properties of milk protein concentrate with 80% protein. *J. Dairy Sci.* 2018, 101, 7702–7713.

3. Tan, S.; Ebrahimi, A.; Langrish, T. Smart release-control of microencapsulated ingredients from milk protein tablets using spray drying and heating. *Food Hydrocoll.* 2019, 92, 181–188.

4. Tan, S.; Hadinoto, K.; Ebrahimi, A.; Langrish, T. Fabrication of novel casein gel with controlled release property via acidification, spray drying and tableting approach. *Colloids Surf. B* 2019, 177, 329–337.

5. Gavazzi-April, C.; Benoit, S.; Doyen, A.; Britten, M.; Pouliot, Y. Preparation of milk protein concentrates by ultrafiltration and continuous diafiltration: Effect of process design on overall efficiency. *J. Dairy Sci.* 2018, 101, 9670–9679.

6. Arunkumar, A.; Etzel, M.R. Milk Protein Concentration Using Negatively Charged Ultrafiltration Membranes. *Foods* 2018, 7, 134.

7. Crowley, S.V.; Burlot, E.; Silva, J.V.C.; McCarthy, N.A.; Wijayanti, H.B.; Fenelon, M.A.; Kelly, A.L.; O'Mahony, J.A. Rehydration behaviour of spray-dried micellar casein concentrates produced using microfiltration of skim milk at cold or warm temperatures. *Int. Dairy J.* 2018, 81, 72–79.

8. IMARC. Greek Yogurt Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2019-2024. 2019.

УДК 004.057.4

Денищук М.В.

Научный руководитель: Федотов Е.А., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ТУННЕЛИРОВАНИЕ ВРЕДНОСНЫХ ПОЛЕЗНЫХ НАГРУЗОК ЧЕРЕЗ DNS

Традиционный принцип проектирования интернет-протоколов гласит: “Будьте строги при отправке и терпимы при получении” [RFC1958], и DNS не является исключением из этого правила. Прозрачность DNS при обработке записей DNS, также стандартизированная специально для DNS [RFC3597], является одной из ключевых особенностей, которые сделали его такой популярной платформой, способствующей постоянно растущему числу новых приложений. Приложение просто создает новую DNS-запись и может мгновенно начать распространять ее по DNS, не требуя никаких изменений в DNS-серверах и платформах. В этой работе мы показываем, что эта “прозрачность” создает серьезную уязвимость в Интернете: мы демонстрируем новый метод запуска атак с инъекцией

строк путем кодирования вредоносных полезных нагрузок в записи DNS. Мы покажем, как использовать такие DNS-записи для атаки на популярные приложения. Например, мы применяем инъекцию строк для запуска нового типа DNS-кэша атака отравления, которую мы оценили по совокупности открытых резольверов. Такое отравление кэша не может быть предотвращено с помощью обычных настроек DNSSEC. Наши атаки применимы как к внутренним, так и к государственным службам, например, мы показываем, что все сервисы eduoam уязвимы для наших инъекционных атак, что позволяет нам запускать эксплойты, начиная от несанкционированного доступа к сети eduoam- работает на ресурсное голодание.

Система доменных имен (DNS) является ключевым компонентом Интернета. Первоначально разработанный для перевода доменных имен в IP-адреса DNS превратились в сложную инфраструктуру, обеспечивающую платформу для постоянно растущего числа приложений. Приложения, построенные через DNS, варьируются от специфичных для Интернета сервисов, таких как расположение хостов с помощью записи GPO [RFC1712], до механизмов безопасности, таких как аутентификация с помощью сертификатов с использованием записи TLSA [RFC6698]. Основной конструктивной особенностью, позволяющей DNS поддерживать новые приложения без каких-либо изменений в своей инфраструктуре, является требование прозрачности обработки записей DNS [RFC3597, RFC1035]. А именно, DNS не должен пытаться интерпретировать или понимать записи, которые он обслуживает. Благодаря этой функции новые записи DNS могут быть легко добавлены в инфраструктуру DNS без каких-либо изменений, а новые приложения могут мгновенно запускаться поверх DNS, используя вновь добавленные записи.

Мы исследуем в этой работе баланс между безопасностью и требованием обеспечить легкое развертывание новых приложений через DNS. Наш вклад включает в себя: Анализ компонентов в цепочке разрешения. Мы анализируем взаимодействие между приложениями и компонентами в цепочке разрешения DNS. Мы находим, что обработка, применяемая DNS-распознавателями к DNS-записям, соответствует требованию [RFC3597, RFC1035] и сохраняет структуру вредоносных входных данных, закодированных злоумышленниками - это свойство является ключом к нашим атакам. Мы подтверждаем это также в Интернет против открытых DNS-резолверов. Наше исследование показывает, что отсутствие проверки входных данных является систематическим и распространенным явлением и не является ошибкой, ошибочно введенной разработчиками в некоторых

единичных случаях – это включает пользовательские функции в приложениях, а также стандартизированные вызовы функций IEEE POSIX, например, `gethostbyname()`

Модель атакующего. Злоумышленник заставляет распознаватели жертвы выдавать запросы на записи, кодирующие вредоносную полезную нагрузку, например, путем развертывания рекламной сети или отправки электронной почты из домена злоумышленника жертве. Распознаватели кэшируют записи, полученные в ответах DNS, и предоставляют их приложениям и пользователям. Мы проиллюстрируем модель злоумышленника и настройку с помощью `eduroam` в качестве примера приложения-жертвы на рис. 1. Используя нашего “слабого” атакующего, мы демонстрируем целый ряд атак на популярные приложения и сервисы, которые используют Поиск DNS, включая отравление кэша DNS, приложений, понижение уровня механизмов безопасности, уязвимости удаленного выполнения кода, XSS



Рис. 1 Обзор атаки и настройки с `eduroam` `radsecproху` в качестве примера приложения.

Методология исследования. Обзор атаки Атака проиллюстрирована на (рисунке 1). Целевое приложение жертвы, например, `radsecproху` `eduroam`, находится за брандмауэром в сети жертвы. Атака инициируется тем, что целевая служба отправляет запрос через свой DNS-распознаватель в домен злоумышленника, например, пытаясь пройти аутентификацию в `eduroam`. беспроводная точка доступа (шаги 1, 2 и 3 на рисунке 1). в файле зоны своего домена

злоумышленник кодирует вредоносную полезную нагрузку в записи DNS. Затем записи предоставляются в ответах на запросы DNS-распознавателей (шаг 4), а затем ретранслируются запрашивающим службам, в примере на рис. 1, на сервер `radsecproхu` (шаг 5). который обрабатывает запрос аутентификации злоумышленника. В затем полезная нагрузка приводит к отклонению приложения от стандартного поведения (шаг 6), например, к разрешению неаутентифицированного доступа к сети.

3.1.2 Выбор целевых приложений

Мы оцениваем инъекционные атаки на популярные сервисы и приложения. В этой работе мы представляем атаки на некоторые выбранные приложения, перечисленные в таблице 1. Мы выбираем их исходя из следующих соображений: Пример использования DNS. Мы выделяем 4 различных варианта использования DNS (поиск адресов, обнаружение служб, обратный поиск и аутентификация- тикация). Мы выбираем несколько популярных приложений и сервисов для каждого варианта использования DNS. Запуск запроса. Злоумышленник должен иметь возможность инициировать поиск DNS, например, с помощью скрипта в браузере, отправив электронное письмо на целевой почтовый сервер. Мы суммируем методы запуска запроса и настройки домена запроса в таблице 1, столбец 'Триггер / Набор запросов'. Мы также предпочитаем целевые приложения, которые позволяют злоумышленнику запускать запросы к выбранным злоумышленником доменам, например, отправляя электронное письмо или вызывая запрос через javascript в браузерах. Поверхность атаки. Чтобы найти значимые атаки, мы фокусируемся на приложениях, где входные данные из DNS используются для каких-то интересных действий, например, для реализации кэша, создания URL- адреса и т. Д. Мы не анализируем приложения, которые выполняют только стандартный поиск адресов (без кэширования), так как такой сценарий не создает значимой поверхности атаки, даже если проверка входных данных не выполняется. Мы перечислим приложения, а также то, как эти приложения используют входные данные DNS, в (таблице 1), столбец "Использование входных данных". Анализ уязвимостей После идентификации целевого приложения мы анализируем его использование DNS и то, проверяются ли входные данные DNS, следующим образом: (1) обзор исходного кода, (2) фаззинг и (3) выполнение приложения, подача ему входных данных и анализ результирующего поведения и выходных данных. Сначала мы проверяем, не проверяет ли приложение DNS-записи, полученные на входе. Для таких приложений мы затем проверяем, как входные данные

используются приложением, и соответственно строим векторы атаки, например, инъекцию XSS.

Кэш DNS Атаки используют тот факт, что домены и имена хостов не ограничены символами, и реализуют неправильное толкование доменных имен из-за наличия "." и "\000". Эти символы вызывают появление "." быть измененным, следовательно, манипулируя поддоменами данного родительского домена. Атакующий может инициировать DNS-запрос непосредственно при запуске атаки на open resolver или может инициировать атаку через приложение, использующее целевой DNS-резольвер, например веб-браузер или сервер электронной почты.

Атаки отравления кэша DNS в этом разделе мы представляем два типа атак с внедрением кэша, которые основаны на неправильной интерпретации доменных имен, и проверяем их против популярного программного обеспечения DNS-резольверов, а также против открытых DNS-резольверов 3М в Интернете. Мы также показываем, как расширить наши отравляющие атаки против форвардеры и приведем пример отравляющей атаки мы запустили с помощью публичного DNS Verisign нет контрмер против отравления кэша Классические контрмеры против отравления кэша DNS не смягчают наши атаки отравления кэша. Ситуация еще более рискованна, когда один и тот же хост настроен как сервер имен и распознаватель, поскольку отсутствие проверки DNS-распознавателем может позволить злоумышленнику также манипулировать файлом зоны, размещенным на той же машине. Защита от атакующих с пути. Защита от злоумышленников, таких как [RFC5452], неэффективна против наших атак: мы не отправляем вредоносные DNS -ответы с поддельных IP-адресов, а отвечаем с сервера имен, который мы контролируем. Следовательно, в наших атаках злоумышленнику не нужно угадывать значения рандомизации, такие как исходный порт UDP и TXID. Проверка bailiwick, которая не позволяет злоумышленникам отвечать значениями, не относящимися к их доменам, также неэффективна против наших атак, так как проверка bailiwick применяется к записям до того, как произойдет неправильное толкование. Защита от атакующих на пути. Криптографическая защита, особенно DNSSEC [RFC4033-RFC4035], не может предотвратить наши атаки отравления кэша в обычных установках: в ситуациях, когда используются восходящие распознаватели, неверно истолкованные записи не обнаруживаются нисходящими DNS -форвардерами, поскольку они обычно не выполняют проверку DNSSEC

Слишком ригидные системы и протоколы гораздо сложнее использовать и требуют значительных изменений в существующей

инфраструктуре для внедрения новых технологий или механизмов. Огромный успех DNS в предоставлении платформы новым приложениям объясняется ее прозрачной обработкой записей DNS. Если DNS сделать менее прозрачным, например, потребовав, чтобы записи проверялись на наличие недопустимых символов, это значительно усложнит внедрение новых приложений в Интернете. Например, если DNS проанализирует каждую запись, новые приложения, использующие записи, содержащие еще не поддерживаемые символы, например, не только буквенно-цифровые символы, как в SRV-типе записи, потребуют изменений на DNS-серверах по всему Интернету, чтобы включить поддержку новых символов. Неквалифицированные серверы могут столкнуться с риском сбоев или даже сбоев при обработке новых записей. С другой стороны, чрезмерная толерантность систем может привести к возникновению уязвимостей. Мы показали, что оставление спецификации полностью открытой подвергает DNS и приложения, использующие DNS, атакам. Следовательно, необходимо найти баланс между простотой развертывания и безопасностью. Хотя известный сетевой принцип заключается в том, что каждый уровень предоставляет услуги вышестоящему уровню, а верхнему уровню не нужно беспокоиться о данных, предоставляемых нижестоящими протоколами, мы показываем, что, когда дело доходит до безопасности, этот принцип может привести к уязвимостям. Мы рекомендуем, чтобы проверка данных DNS была интегрирована непосредственно в приложения, не полагаясь на нижние уровни, чтобы сделать это за них.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. C. Farrell, M. Schulze, S. Pleitner, and D. Baldoni, "DNS Encoding of Geographical Location," RFC 1712 (Experimental), Internet Engineering Task Force, Nov. 1994. [Online]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1712.txt>
2. P. Hoffman and J. Schlyter, "The DNS-Based Authentication of Named Entities (DANE) Transport Layer Security (TLS) Protocol: TLSA," RFC 6698 (Proposed Standard), Internet Engineering Task Force, Aug. 2012, updated by RFCs 7218, 7671. [Online]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc6698.txt>
3. C. Farrell, M. Schulze, S. Pleitner, and D. Baldoni, "DNS Encoding of Geographical Location," RFC 1712 (Experimental), Internet Engineering Task Force, Nov. 1994. [Online]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1712.txt>
4. P. Hoffman and J. Schlyter, "The DNS-Based Authentication of Named Entities (DANE) Transport Layer Security (TLS) Protocol: TLSA,"

RFC 6698 (Proposed Standard), Internet Engineering Task Force, Aug. 2012, updated by RFCs 7218, 7671. [Online]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc6698.txt>

5. A. Gustafsson, "Handling of Unknown DNS Resource Record (RR) Types," RFC 3597 (Proposed Standard), Internet Engineering Task Force, Sep. 2003, updated by RFCs 4033, 4034, 4035, 5395, 6195, 6895. [Online]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3597.txt>

6. P. Mockapetris, "Domain names - implementation and specification," RFC 1035 (INTERNET STANDARD), Internet Engineering Task Force, Nov. 1987, updated by RFCs 1101, 1183, 1348, 1876, 1982, 1995, 1996, 2065, 2136, 2181, 2137, 2308, 2535, 2673, 2845, 3425, 3658, 4033, 4034, 4035, 4343, 5936, 5966, 6604, 7766. [Online]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt>

7. Федотов Е.А. Исследование протоколов обмена сообщениями в режиме реального времени / Е.А. Федотов, Т.В. Бондаренко, В.Н. Федотова, М.И. Поляничка // Вестник магистратуры. 2016. № 5-2 (56). С. 64-66.

УДК 543.544.43

Дмитриева А.В., Танеева А.В.

*Научный руководитель: Новиков В.Ф., д-р хим. наук, проф.
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Фенолы и их производные относятся к приоритетным загрязнителям окружающей природной среды и попадают в нее со сточными водами промышленных предприятий. К фенольным соединениям можно отнести большие группы веществ, которые по своей химической структуре содержат как гидроксильные соединения, так и другие функциональные заместители, которые связаны с бензольным кольцом фенолов [1...3]. Попадая в окружающую среду, фенолы, являясь токсичными соединениями, загрязняют водоемы и водоисточники, что негативно влияет на организм человека и может привести к риску возникновения различных заболеваний [4...5]. В системе очистки воды от токсичных примесей с использованием технологии хлорирования фенолы могут превращаться в диоксины, которые относятся к генетическим ядам для организма человека и

требуют специального аналитического контроля [6...7]. Кроме того, появление таких высокотоксичных соединений в окружающей природной среде приводит к подавлению развития микроорганизмов, что является основной причиной нарушения устойчивости экологической системы [8].

В этой связи необходимо постоянно контролировать содержание фенолов в сточных водах промышленных производств. При разработке методик такого контроля основная проблема заключается в определении фенолов на уровне малых концентраций, которые достаточно часто находятся за пределами чувствительности детектирующих систем. Поэтому предварительно необходимо провести процедуру концентрирования фенолов из сточных вод. С этой целью используют жидкофазную и твёрдофазную экстракцию, а также сорбционные методы с десорбцией фенолов водой, находящейся в сверхкритическом состоянии.

Для определения фенолов в сточных водах как правило используются хроматографические методы анализа, которые характеризуются относительно высокой чувствительностью определения, эффективностью и экспрессностью. Однако при определении фенолов, имеющих близкие температуры кипения, например позиционные изомеры, проблемой является их невозможность селективного разделения на обычных, широко применяемых сорбентах. Поэтому необходимо заниматься поиском новых сорбентов.

Ранее нами было найдено, что на арсенированных полиэтиленгликолях возможно достаточное чёткое разделение орто-, мета- и паразаменённых крезолов, которые имеют близкие температуры кипения и на стандартных сорбентах практически не разделяются. При этом установлен механизм разделения, обусловленный межмолекулярным взаимодействием анализируемых фенолов с неподелённой электронной парой арсенильного кислорода, обусловленный образованием водородной связи в системе сорбат-сорбент. В продолжение проведенных ранее исследований в настоящей работе была разработана методика газохроматографического анализа фенолов в сточных водах.

Экспериментальную часть работы проводили на газо-жидкостном хроматографе Кристаллюкс-4000М с насадочными хроматографическими колонками, заполненными различными по физико-химической природе сорбентами, в качестве которых использовали: силиконовый каучук SE-30, метил-β-цианэтилсиликоновый каучук XE-60, Полиэтиленгликоль-1500. Эти

сорбенты относятся к стандартным, выпускаются промышленными предприятиями и широко используются в газо-жидкостной хроматографии для разработки различных методик анализа органических смесей. Кроме того, в качестве сорбента мы использовали Полиоксиэтилен бис арсенат, который был получен путем арсенирования Полиэтиленгликоля-1500 [9]. Были определены логарифмические индексы удерживания фенолов, результаты которых приведены в (таблице).

Таблица - Логарифмические индексы удерживания фенолов. μ - дипольный момент

№п п	Фенолы	Т _{кип} , ⁰ С	μ	Сорбенты (180 ⁰ С)			
				5% ХЕ-60	5% SE-30	5% ПЭГ- 1500	5% ПЭГ- 1500 (As)
1	о-Хлорфенол	174,9	1.31	1170	845	1992	2081
2	Фенол	182,0	1.40	1208	903	2115	2455
3	о-Крезол	190,9	1.41	1208	967	2138	2364
4	п-Крезол	202,5	1.57	1228	994	2200	2580
5	м-Крезол	202,8	1.54	1228	994	2200	2540
6	м- Хлорфенол	214,0	2.10	1357	1200	2560	2910
7	п-Хлорфенол	217,0	2.20	1367	1223	2560	2940

Как видно из табл., на стандартных сорбентах не происходит разделения позиционных изомеров. Так, например, пара- и мета-крезолы не разделяются на сорбентах 5% ХЕ-60 и 5% SE-30, а также на 5% ПЭГ-1500. Кроме того, на сорбенте 5% ПЭГ-1500 не происходит разделения пара- и мета- хлорфенолов, логарифмический индекс удерживания которых имеет идентичное значение 2560 единиц.

Важной молекулярной константой органических соединений являются дипольные моменты молекулы, которые могут описать природу межмолекулярных взаимодействий в системе сорбат-сорбент. На Рис. приведена зависимость логарифмических индексов удерживания фенолов от их дипольных моментов.

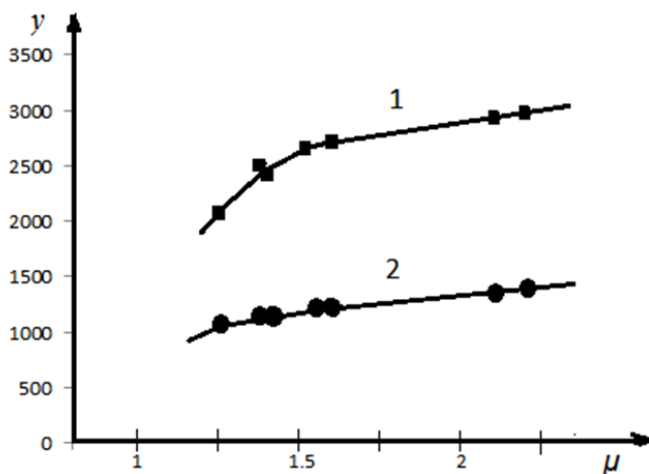


Рис. Зависимость логарифмических индексов удерживания фенолов от их дипольных моментов для сорбентов: 1– 5% ПЭГ(As), 2 – XE-60

Из рис. видно, что эти зависимости являются нелинейными. При этом более сильное влияние дипольные моменты оказывают на логарифмический индекс удерживания фенолов на арсенированном полиэтиленгликоле (ПЭГ-As) по сравнению с 5% XE-60.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kabir A., Mocan A., Santoleri M., De Simone, Cacciagranom., Tartaglia F., Ulusoy A., Locatelli H., Marcello. Analyses of Monophenols. In book: Recent Advances in Natural Products Analysis /1st edition. Chapter 2. Publisher: Elsevier. 2019. Pp. 19-27. DOI: 10.1016/B978-0-12-816455-6.00002-0.
2. Темерев С.В., Петров Б.И., Егорова Л.С. Химический мониторинг феноло в водах // Известия АлтГУ. 2014. № 3 (83). С. 230-235.
3. Будников Г.К. Снова фенол // Химия и жизнь. 1991. № 11. С. 61.
4. Шачнева Е.Ю., Онькова Д.В., Серекова С.М. Способы определения фенолов в объектах окружающей среды // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 4(26). С.138-142.
5. Халиков И.С., Баранов В.И. Определение фенола в воде с использованием динамической сорбции и метода высокоэффективной

жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием // Вода: химия и экология. 2018. № 10-12. С.146-150.

6. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг суперэкотоксикантов. М.: Химия. 1996. 319 с.

7. Higashi Y. Simple HPLC-UV Analysis of Phenol and its related Compounds in Tap Water after Pre-Column Derivatization with 4-nitrobenzoyl Chloride // J. of Analyt. Sci., Methods and Instrumentation. 2017. V. 7, № 1. P. 2164-2753.

8. Adam O.E-A.A., Al-Dujaili A.H. The Removal of Phenol and its Derivatives from Aqueous solutions by Absorption on Petroleum Asphaltene // Journal of Chemistry. 2013. V. 2913. P. 8.

9. Танеева А.В., Дмитриева А.В., Новиков В.Ф., Ильин В.К. Газохроматографическое определение фенолов в поверхностных водах с использованием полиоксипропилен бис арсената// Аналитика и контроль. 2020. Т. 24, № 4. С. 305-314. DOI: 10.15826/analitika.2020.24.4.001

УДК 666.94:621.926

Евсеев А.Е., Посохова В.Ф., Клюкин Б.В.

*Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУСПЕНЗИИ БИС-ГМА/ТГМ=60/40 С СВЯЗУЮЩИМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА И ИЗМЕНЕНИЕ ЭТИХ СВОЙСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ

В основу исследований физико-механических и реологических исследований взято наилучшее соотношение олигомеров Бис-ГМА/ТГМ=60/40 по массе, так как данное соотношение является наилучшим по своим свойствам и используется практически во всех стоматологических производствах светоотверждаемых полимерных композиций [1]. В частности, и во «ВладМиВа», где и проводились соответствующие замеры различных характеристик опытных образцов.

В качестве наполнителей были выбраны доступные на российском рынке: высокодисперсный силанизированный (3-метакрилоксипропилтриметоксисиланом) диоксид кремния «ОХ-50» (средний размер частиц 40 нм) или стронцийборсиликатное стекло

«Strontium Glass EGG-103-04» (средний размер частиц 0,4 мкм). Тестирование проводили согласно методикам ГОСТ Р 51202-98. [2]. Динамическую вязкость композиции измеряли с использованием программируемого вискозиметра BrookfieldDVII+, при температурах 25 и 70 ° С, скорости 50 об / мин. Микротвердость по Шору (шкала D) проводили при комнатной температуре после дополнительного отверждения с использованием дюрометра PCE-DDD 10. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Данные представленные в таблице 1 свидетельствуют о том, что при добавлении 9 % показатель модуля упругости при изгибе увеличивается незначительно, с одновременным увеличением динамической вязкости. При добавлении 9 % показатель модуля упругости при изгибе увеличивается незначительно, с одновременным увеличением динамической вязкости. Суспензия (Бис-ГМА/ТГМ=60/40+ТМПТМА 5 % масс.) с 6 масс. % наполнением ОХ-50 показала подходящие для 3D печати реологические свойства – псевдопластичность, вязкость менее 3,4 Па×с при скорости сдвига 30 с-1.

Таблица 1 – Результаты физико-механических и реологических характеристик суспензии Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5%от содержания диоксида кремния «ОХ-50»

Физико-механические и реологические характеристики	Наполнитель ОХ-50, масс. %			
	0	3	6	9
Динамическая вязкость при 25°С, Па×с	2,70	2,90	2,95	4,10
Динамическая вязкость при 70°С, Па×с	0,12	0,16	0,20	0,37
Модуль упругости при изгибе, МПа	2100	2300	2900	2980
Микротвердость по Шору, шкала D	72	74	77	78

При добавлении 20%, масс. стронций борсиликатного стекла «Strontium Glass EGG-103-04» показатель модуля упругости, увеличился на 44%, а показатель микротвердости на 17% [3,4]. Динамическая вязкость 25 % масс. суспензии на основе стронцийборсиликатного стекла увеличивается, превышая максимально допустимое значение реологических свойств 3,40 Па×с подходящих для 3D печати.

При наполнении высокодисперсным диоксидом кремния (6 масс. %) и стронцийборсиликатным стеклом «Strontium Glass EGG-103-04» показатели вязкости суспензии Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5% практически идентичны. Суспензии на основе высокодисперсного диоксида кремния (6 масс. %) и стронцийборсиликатного стекла (20 масс. %) показали подходящие для 3D печати реологические свойства – псевдопластичность, вязкость менее 3,4 Па×с при скорости сдвига 30 с-1. Полученная суспензия стабильна при хранении в отношении процесса седиментации наполнителя [5]. Предложенные композиции суспензий могут быть рекомендованы для 3D печати стоматологических изделий сложной формы.

Таблица 2 – Результаты физико-механических и реологических характеристик исследуемой светоотверждаемой суспензии Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5% от содержания стронцийборсиликатного стекла «Strontium Glass EGG-103-04».

Физико-механические и реологические характеристики	Стронцийборсиликатное стекло					
	0	5	10	15	20	25
Динамическая вязкость при 25°C, Па×с	2.70	2.75	2.90	3.05	3.15	4.50
Динамическая вязкость при 70°C, Па×с	0.12	0,15	0,18	0,20	0,21	0,38
Модуль упругости при изгибе, МПа	2100	2503	2910	3302	3750	4500
Микротвердость по Шору, шкала D	72	75	78	82	87	90

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что образцы полученные из суспензии Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(Ebecryl 1291) 7,5% масс с содержанием стронций борсиликатного стекла «Strontium Glass EGG-103-04» 10 и 20% масс имеют более высокие показатели разрушающего напряжения при сжатии, изгибе и модуль упругости чем образцы полученные из суспензии Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(Ebecryl 1291) 7,5% масс с содержанием диоксида кремния «ОХ-50» 3 и 6

%масс., что вероятнее всего связано с образованием более жесткой полимерной сетки [6,7].

1. Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5% масс + «ОХ-50»6% масс;

2. Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(Ebecryl 1291.) 7,5%масс+ «ОХ-50»3%масс;

3. Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5,0%масс+ «StrontiumGlassEGG-103-04»20%масс;

4. Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(Ebecryl 1291)7,5%масс+ «StrontiumGlassEGG-103-04»10%масс.

Таблица 3 – Физико-химические и механические характеристики суспензий полимерного композиционного материала для изготовления изделий методом стереолитографии, при предельно допустимой вязкости 3,4 Па×с, скорость сдвига 30 с⁻¹.

№ п/п	Разрушающее напряжение при сжатии ($\sigma_{сж}$), МПа	Разрушающее напряжение при изгибе ($\sigma_{из}$), МПа	Модуль упругости (E), ГМПа	Микро-тв. (HV), кг/мм ²	Водопогл., мкг/мм ³	Водораств. мкг/мм ³
1	184.5±10.5	105.5± 9.5	2900.6±0.9	77.5±4.5	14.9±0.5	2.74±0.03
2	175.5±11.4	100.6± 9.6	2500.4±0.8	87.4±2.6	15,6±0.6	2,58±0.03
3	235.4±10.8	115.7±10.1	3750.3±0.9	87.5±1.9	12.4±0.5	2.25±0.02
4	240.6±10.7	110.7± 9.9	3620.8±0.9	85.7±2.5	12.6±0.7	2.39±0.03
Требования ГОСТ 51202-98					Не более 50	Не более 5

Показатели микротвердости практически равнозначны во всех случаях. Однако, показатели водопоглощения и водорастворимости образцов полученных из суспензии Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5% масс + «ОХ-50» 6% масс (1) и Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(Ebecryl 1291.) 7,5% масс + «ОХ-50» 3%масс (2) на 20 и 18 % масс выше чем у образцовполученных из суспензииБис-ГМА/ТГМ=60/40+(ТМПТМА) 5,0% масс + «StrontiumGlassEGG-103-04»20% масс (3) и Бис-ГМА/ТГМ=60/40+(Ebecryl 1291)7,5% масс + «StrontiumGlassEGG-103-

04» 10% масс (4) соответственно [8,9]. Проведенные исследования были выполнены в рамках проведения научно-исследовательских работ на АО «ОЭЗ «ВладМиВа» [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.А.Таир. Физикохимия полимеров. М: «Химия». -1968. 230 с.
2. С. Уголева. Композиционные пломбировочные материалы. – Новое в стоматологии. 1995. №1, 4-11 с. 2. Л. Н.
3. Ключникова Н.В., Наумова Л.Н. Композиционные полимерные материалы: учебное пособие. М.: Белгород, 2017. 115 с.
4. Полянская, Г. П. Богдан, О. В. Макарова Реставрационная терапия. Современные пломбировочные материалы. Учебно-методическое пособие, Минск БГМУ 2009. 55. 180 с.
5. А.В. Салова, В.М. Рехачев. Энциклопедия пломбировочных материалов, С.-Петербург,2005. 180 с.
6. Дубова М.А., Салова А.В., Хиора Ж.П. Расширение возможностей эстетической реставрации зубов. Нанокompозиты. Учебное пособие. М.: Санкт-Петербург. 2005. 144 с.
7. Klapdohr S., Moszner N. New Inorganic Components for Dental Filling Composites // Monatshefte fur Chemie. 2005. V. 136. P. 21 – 45.
8. Суровцев М.А. Синтез производных и аналогов глицидилметакрилата и их превращения в полимерные сорбенты и иониты: Дисс. Канд. Хим. Наук. – Ярославль, 2001. 180 с.
9. Поюровская И.Я. «Стоматологическое материаловедение», учебное пособие. Гэотар Медицина, 2007. 120-125 с.
10. Ричард Ван Нурт «Основы стоматологического материаловедения». 304с.

УДК 624.04

Захарова А.С., Стативко К.А.

Научный руководитель: Смоляго Н.А., доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МЕТОДЫ СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ ФЕРМЕ

На сегодняшний день, фермы, как стержневые конструкции, широко применимы в современном строительстве, в основном для

железнодорожных и транспортных сооружений, перекрытия больших пролетов, спортивных и промышленных сооружений. Также они применимы в специальных конструкциях, например, павильонах, тентах, подиумов или же сценических конструкций. [2]

Преимущество ферменных перекрытий особо ощутимо для перекрытия пролетов величиной в несколько десятков метров. Такой вариант не будет возможен с применением сплошных балок, так как стандартные размеры металлопроката лежат в довольно ограниченном пределе. Еще одним значительным плюсом конструкции является экономическая составляющая. Так, при использовании фермы вместо сплошной балки, рассчитанных на одинаковую нагрузку, при большой ее длине будет необходимо ощутимо меньшее количество металла и, следовательно, в разы снизится вес всей конструкции. Это позволит упростить требования к основным элементам сооружения мостовых конструкций, как опоры и фундамент.

Говоря о плоской ферме можно сказать, что её стержни и нагрузки лежат в одной плоскости. Статически определимой фермой называют сооружение, в котором все внутренние усилия можно определить при помощи уравнений статики. [4] Такие параметры, как осадка опор, характеристики поперечных сечений стержней, свойства материала, действие температуры в уравнения равновесия не входят, и на величину внутренних усилий не влияют.

Стержни фермы соединяются в точках, которые называются узлами. [3] В этих местах предполагается передача нагрузки в конструкции. Так, можно сказать, что стержни фермы работают только на растяжение или сжатие. Это обеспечивает большую экономичность ферм по сравнению с балками, так как в балках при изгибе присутствуют напряжения разного знака, и они распределены неравномерно по поперечному сечению. А в стержнях ферм нормальные напряжения одинаковы во всех точках поперечного сечения, поэтому материал стержней используется полностью и, следовательно, вес фермы всегда меньше веса аналогичной балки.

Знание способов расчета ферм, умение применить методы расчета к всевозможным типам ферм, владение современными методами расчета усилий в стержнях в зависимости от расположения подвижной нагрузки на сооружении представляют собой важные задачи, поскольку речь идет о безопасности конструкции.

В данной статье будет изложен метод составления уравнений равновесия и определение усилий в статически определимой ферме.

Рассмотрим ферму, со сложной геометрической формой. [1] Если при решении данной задачи использовать метод равновесия узлов, то

потребуется составить и решить систему уравнений, имеющих 14 неизвестных. Симметрия задачи уменьшает число уравнений равновесия до 8.

Метод сквозного сечения также не позволит решить задачу, не прибегая к совместному решению объемной системы уравнений.

Намного легче здесь применить метод преобразования заданной сложной системы в более простую с точки зрения определения усилий системы, воспользовавшись методом замены стержней.

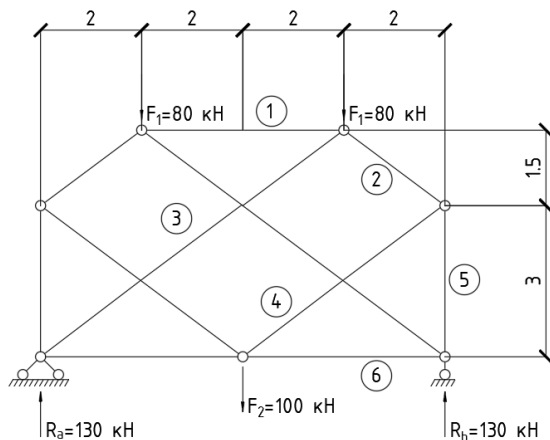


Рис. 1 Схема фермы

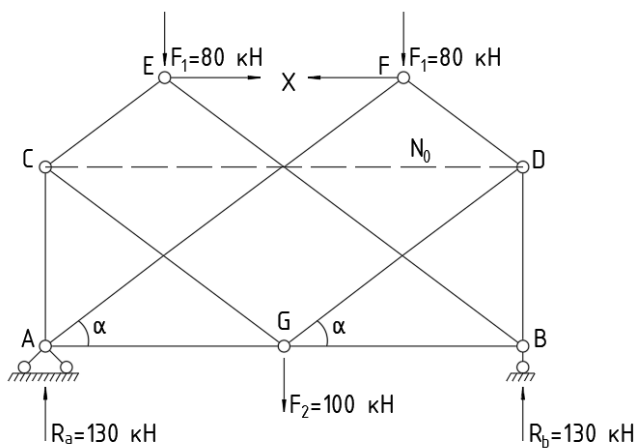


Рис. 2 Схема фермы после преобразования

Рассмотрим детально. Освободим связь с неизвестным усилием X и введем для сохранения геометрической неизменяемости новый стержень CD , усилие в котором обозначим через N_0 .

После такого преобразования узлы A и B становятся двухстержневыми и усилия в стержнях этих узлов можно найти, не прибегая к совместному решению довольно объёмной системы уравнений. [5]

Усилие в заменяющем стержне можно выразить следующим образом: $N_0 = N(F) + N_0(X) = 0$, где $N_0(F)$ – усилие в заменяющем стержне от внешней нагрузки;

$N_0(X)$ – усилие в заменяющем стержне от неизвестного усилия X .

После замены $N_0(X) = N_0(X)X$ получим одно уравнение, из которого и найдем X .

$$X = -\frac{N_0(F)}{N_0(X)}$$

Найдем значение $N_0(F)$. Из равновесия узла E (F) находим:

$$N_2 = N_3 = -66,7 \text{ кН.}$$

Из равновесия узла B (A) находим:

$$\sum Y = N_5 + R_b - \sin \alpha = 0; S_5 = 66,7 \cdot 0,6 - 130 = -90 \text{ кН.}$$

$$\sum X = -N_6 + N_3 \cos \alpha = 0; S_6 = 66,7 \cdot 0,8 = 53,3 \text{ кН.}$$

Из равновесия узла G , $N_4 = 83,3$ кН;

из равновесия узла D , $N_0(F) = -13,3$ кН.

Найдем $N_0(X)$. Для этого загрузим ферму единичным усилием $X = 1$ и, рассчитывая узлы в той же последовательности, получим:

$$\text{из равновесия узла } F, N_2 = 5/8; N_3 = -5/8;$$

$$\text{из равновесия узла } A, N_6 = 1/2; N_5 = 3/8;$$

$$\text{из равновесия узла } G, N_4 = 0;$$

$$\text{из равновесия узла } D \text{ находим } N(X); N(X) = -1/2.$$

Определив $N_0(F)$ и $N_0(X)$, находим X и усилия во всех стержнях заданной фермы.

$$X = -\frac{N_0(F)}{N_0(X)} = -\frac{13,3 \cdot 2}{1} = -26,7 \text{ кН;}$$

$$N_i = N(F) + N_i(X)X,$$

где N_i – усилие в стержне заданной системы;

$N_i(F)$ – усилие в данном стержне от внешней нагрузки (определяется в преобразованной системе);

$N_i(X)$ – усилие в данном стержне от единичного неизвестного $X = 1$ (определяется в преобразованной системе).

$$N_1 = +X = -26,7 \text{ кН; } N_2 = -66,7 + 5/8 (-8/3) = -83,3 \text{ кН;}$$

$$N_3 = -66,7 - \frac{5}{8}(-\frac{8}{3}) = -50 \text{ кН}; N_4 = 83,3 \text{ кН};$$

$$N_5 = -90 + \frac{3}{8}(-\frac{8}{3}) = -100 \text{ кН};$$

$$N_6 = 53,3 + \frac{1}{2}(-\frac{8}{3}) = 40 \text{ кН}.$$

Существо данного способа состоит в том, чтобы «выбросить» один из стержней из системы, а его действие заменить неизвестной силой, которую потом следует определить. [5]

Такой способ значительно облегчает расчеты плоских статически определимых ферм, избавляя от написания громоздких систем уравнений, требующих значительных усилий для их самостоятельного решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Еруга А.П., Рейтман М.И. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация) – М.: Стройиздат, 1978 г. – 187с.

2. Ржаницын А.Р. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1982 г. – 400 с.

3. Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лщеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Стержневые системы. – М.: Стройиздат, 1981 г. – 512 с.

4. Юрьев А.Г., Дегтярь А.Н., Смоляго Н.А. Статика абсолютно твердых и деформируемых тел: учебное пособие для студентов всех специальностей заочной формы обучения с применением дистанционных технологий, 2007 г. – 42с.

5. В.Ф. Деркач, И.В. Давидов. Сборник задач и упражнений по строительной механике стержневых систем. – Харьков: Изд-во Харьковского государственного университета, 1960 г. – 504 с.

УДК 66.023

Захлевная И.И., Конченкова А.Н., Шандрикова А.С.

Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Литье под давлением - самый преобладающий производственный процесс для изготовления пластиковых деталей. Процесс содержит в

себе конструирование продукта, оснастку пресс-формы, а затем изготовление гранул пластмассового полимера и использование давления для их впрыскивания в пресс-форму.

Литье под давлением применяется: для изготовления изделий сложной формы массой от нескольких граммов до нескольких килограммов с толщиной стенки 6-20 мм из полимерных КМ с матрицей из реактопластов или термопластов.

Существует несколько видов литья под давлением:

- интрузия;
- центробежное литье;
- инжекционное прессование;
- литье под давлением в автоклаве.

Формуемый полимерный композиционный материал поступает в инжекционный (пластикационный) цилиндр литьевой машины, где разогревается до температуры 300-350 °С в случае термопластичной матрицы и до температуры 80-110 °С в случае термореактивной матрицы. Пластифицированное вещество при поступательном течении шнека или поршня инъецируется сквозь мундштук (форсунку) с соплом в литниковый и разводящий каналы, а оттуда в гнезда пресс-формы, где ПКМ с термопластичной матрицей охлаждается до температуры 20-110 °С, а с термореактивной – нагревается до температуры 160-200 °С. В пресс-форме вещество выдерживается под давлением для уплотнения, затем пресс-форма размыкается и сформованное изделие выталкивается из нее [1].

Интрузия композитных материалов. Пластифицированное вещество подается в литьевую пресс-форму под давлением вращающегося червяка, в отличие от обычного метода литья под давлением, при котором материал вращающимся червяком пластицируется, а подается невращающимся. Инжекционный гидроцилиндр оснащен соплом с широким каналом, позволяющим 70-80% формы наполнить расплавом под давлением вращающегося червяка.

Инжекционное прессование полимерных композиционных материалов. Во избежание огромных усадок изделий в пресс-форме при охлаждении используют специальные формы, давление в которых формируется с двух сторон: шнеком и механизмом закрывания пресс-формы через шток и пуансон [2].

Центробежное литье полимерных композиционных материалов. Формуемый полимерный композиционный материал закружается в

нагретую форму, подвергаемую после этого вращению вокруг вертикальной оси (для изделий с диаметром большим, чем высота) или вокруг горизонтальной оси (для производства высоких труб, гильз). Под действием центробежной массы ПКМ размещается на внутренней плоскости формы частым слоем, приобретая требуемую конфигурацию. После остывания и остановки формы изделие извлекают и с помощью машинной отделки доводят до надобных размеров. Мобильная элемент конструкции для двухосного вращения форм складывается из карусели, на которой зафиксированы шпиндели. Последние представляют собой установку из внутреннего и наружного полого валов с приводом. Частота вращения внешнего вала не более 32мин-1, внутреннего – не более 12 мин-1. Пресс-формы нагревают в печи теплым воздухом, в открытом газовом пламени, инфракрасными лучами или расплавом солей [3].

Автоклавный метод литья под давлением ПКМ. ПКМ загружают в автоклав, отапливаемый через рубашку высококипящим теплоносителем, нагревают до температуры, на 20-30 °С превышающей температуру плавления полимера. Горячий расплав выдавливают с помощью азота, включающего 0,5 -1% O₂ в пресс-форму [4].

Ключевыми научно-техническими параметрами процессов литья под давлением которые должны учитываться при переработки композиционных материалов являются:

- температура расплава;
- температура пресс-формы;
- давление литья;
- давление в пресс-форме;
- время выдержки под давлением;
- время охлаждения;
- время отверждения в пресс-форме (для термореактивных материалов).

При выборе литья нужно учитывать каждый из вышеперечисленных параметров, для более эффективного течения производства изделий.

Литьем под давлением перерабатываются как термопластичные, так и термореактивные материалы, но при этом характер материала описывает специфику физико-химических процессов, сопровождающих нагревание и переход в твердое положение данных видов пластмасс [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Завгородний В. К., Калинин Э. Л., Махаринский Е. Г. Оборудование предприятий по переработке пластмасс. – Л.: Химия, 1972. 464 с.
2. Бернхардт Э. Переработка термопластических материалов: Пер. с англ. Под ред. Г. В. Виноградова. М.: Химия. 1962. С. 501-568.
3. Оборудование для переработки пластмасс / Под ред. В. К. Завгороднего. М.: Машиностроение, 1976.
4. Энциклопедия полимеров. В 3 т. М.: Советская энциклопедия, 1977. Т. 3. С.698.
5. Ключникова Н.В., Генов И., Пискарева А.О., Урванов К.А., Гордеев С.А. Влияние шунгита на эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 2. С. 96-105

УДК 661.152.33

Звончевский А.Г.

*Научный руководитель: Шелгинский А.Я., д-р техн. наук, проф.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
г. Москва, Россия*

АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Энерготехнологический комплекс производства сложных минеральных удобрений является одним из самых энергоемких объектов химической отрасли в России, который включает огромное количество всевозможных агрохимических производств по обогащению и переработке исходного сырья для получения различных видов простых и комплексных удобрений [1]. В качестве исходного сырья в производственном комплексе используется природный газ, аммиак, сера, апатитовый концентрат и хлористый калий. Структурно, энерготехнологическая система производства сложных минеральных удобрений представляет собой совокупность взаимосвязанных химических производств, в состав которых входят производство азотной, серной и фосфорной кислот.

При этом ежегодно выделяются средства, направленные на повышение единичной мощности как отдельных предприятий, так и всей энерготехнологической системы в целом. В среднем объем произведенной продукции за год повышается на 3,8 %, а производственные мощности предприятий по производству азотной, серной и фосфорной кислот, а также аммофоса в России на 2019 год, согласно данным [2], составляют: 11,71; 10,25; 3,14 и 5,41 млн. тонн/год соответственно. Однако, около 70% выпускаемой продукции осуществляется на базе советских технологических схем, которые подверглись незначительной модернизацией за счет замены устаревшего оборудования на новое. При этом, учитывая, что технологические схемы функционируют на базе современных установок и систем, в целом, производство, в плане энергетической эффективности, не достигло высоких показателей [3].

Для оценки энергетической эффективности на примере одной технологической линии производства азотной кислоты выполнен расчет термодинамической эффективности технологических процессов, и показано, что в систему поступает 4,6 МВт тепловой энергии, и в тоже время около 57% этой энергии приходится на технологические и аппаратные потери в производстве [1]. Технологическая схема производства слабой азотной кислоты представлена на (рисунок 1).

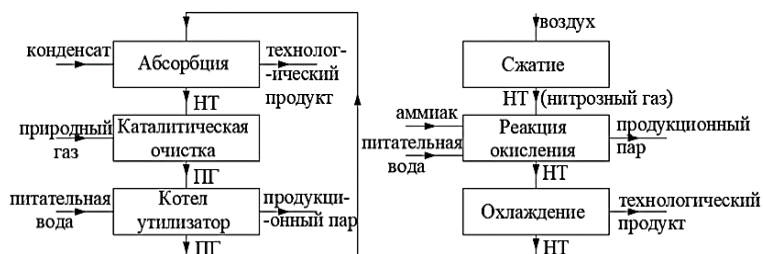


Рис. 1. Технологическая схема производства азотной кислоты.

Анализ термодинамической эффективности такого производства объективнее провести поэлементно по методу термодинамических потенциалов [4], поскольку в данном производстве необходимо оценивать различные процессы, где происходит преобразование одних видов энергии в другие, например, химической в тепловую или в электрическую.

Максимально полезная работа при соответствующей температуре и давлении определяется с помощью функции Гиббса:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta H - T \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta Q}{T}, \quad (1)$$

где ΔH – изменение энтальпии в ходе процесса, кДж/кг;

T – температура, К;

ΔS – изменение энтропии, кДж/(кг·К).

Если в ходе реакции объем не изменяется, а теплота реакции затрачивается на изменение температуры реакционной смеси, то:

$$\Delta G = \Delta H - T \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p dT}{T} = \Delta H - C_p \cdot T \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}, \quad (2)$$

где C_p – удельная изобарная теплоемкость, кДж/кг·°С.

Изменение температуры приводит к изменению константы скорости в прямо пропорциональной зависимости и определяется по уравнению Аррениуса:

$$K = K_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (3)$$

которое преобразуют в следующую логарифмическую форму:

$$2,3 \cdot \lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right), \quad (4)$$

где K_1 и K_2 – константы скорости реакций при соответствующих температурах T_1 и T_2 ;

E – энергия активации реагирующих веществ, Дж/моль;

R – газовая постоянная.

Для оценки потока термодинамической системы обратимого процесса до установления полного равновесия с окружающей средой используются термодинамические функции для эксергии:

$$\Delta E = \Delta H - T_0 \Delta S \quad (5)$$

В уравнении для эксергии, по сравнению с функцией Гиббса, величина энергии определяется параметрами вещества и окружающей среды.

Величина полезной работы, где в качестве источника энергии используется теплота химических реакций, определяется следующим выражением:

$$A = Q \cdot \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right), \quad (6)$$

где T_1 – температура нагревателя;

T_2 – температура холодильника.

Максимально полезная работа, при взаимодействии теплового потока с окружающей средой, определяется через эксергию теплового потока:

$$E = Q \cdot \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) = Q \cdot \tau_e, \quad (7)$$

где τ_e – термический КПД цикла Карно. ($\tau_e = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right)$).

Эксергетический баланс системы определяется общим уравнением:

$$E_{\text{вх}} = E_{\text{вых}} + \Delta E_{\text{вн}} + \sum \Delta E_{\text{вн}} + L + \Delta E, \quad (9)$$

где $E_{\text{вх}}$ – эксергия вещества, поступающего в систему;

$E_{\text{вых}}$ – эксергия веществ, отводимых из системы;

$\Delta E_{\text{вн}}$ – приращение эксергии системы;

$E_{\text{вн}}$ – приращение эксергии внешнего источника теплоты, участвующего в теплообмене с окружающей средой;

L – механическая или электрическая работа, совершаемая системой;

ΔE – внутренние потери эксергии в результате необратимости процессов, происходящих в системе.

Критерий эффективности использования энергоносителей в производстве определяется:

$$\eta = \frac{\sum E_1 + \sum E_3}{\Delta E + \sum E_2}, \quad (10)$$

где $\sum E_1$ – сумма эксергетических потоков, выработанных и используемых за пределами системы;

$\sum E_2$ – сумма эксергетических потоков, потребляемых системой от сторонних источников энергии;

$\sum E_3$ – сумма эксергетических потоков, используемых внутри системы;

ΔE – разность эксергетических потоков на входе и на выходе системы;

По аналогичной методике в соответствии с уравнениями (1-10) проведена термодинамическая оценка смежных предприятий по производству серной и фосфорной кислот, а также аммофоса. Результаты расчетов приводятся в (таблице 1).

Таблица 1 – Показатели термодинамической эффективности некоторых химических производств

Производство	Эксергетические потери E , %	Основной источник потерь	Критерий термодинамической эффективности η , %
Азотной кислоты	44,5	нитрозные газы	29,1
Серной кислоты	47,2	водооборотный цикл системы абсорбции	36,8
Фосфорной кислоты	74	экстракционный реактор	25,4
Аммофоса	90	соковый пар и парогазовая смесь	9

Из анализа полученных данных, представленных в (таблице 1), следует, что данные производства имеют значительный потенциал энергосбережения. Несмотря на то, что технологии производства неорганических кислот и сложных минеральных удобрений являются освоенными и распространенными не только в России, но и в мире, они по-прежнему нуждаются в совершенствовании. В качестве перспективных направлений энерго- и ресурсосбережения в технологии действующих производств необходимо разрабатывать энергосберегающие мероприятия на основе использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) основных источников тепловых потерь [5].

Использование низкопотенциальной тепловой энергии ВЭР технологии производства позволит повысить общую термодинамическую эффективность за счет снижения топливопотребления. Например, для нагрева воздуха, идущего на разбавление продуктов сгорания после печи, сокращается объем потребляемого природного, что также повысит показатели экономической и экологической эффективности [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шелгинский А.Я. Разработка энергосберегающих и экологически прогрессивных направлений производства минеральных удобрений на основе высокоэффективных тепловых схем и интенсификации тепломассообмена: Диссертация д-ра техн. наук. – М., 1997. – 278 с.

2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. ИТС 2-2019. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот – 2 изд. – М.: Бюро НДТ, 2019. – 818 с.

3. Повышение эффективности отечественной промышленности в модели устойчивого развития: коллективная монография / под редакцией М.Я. Веселовского, И.В. Кировой, А.В. Никоноровой. - М: Научный консультант, 2015 - 252 с.

4. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. –М.: Энергия, 1973. - 296 с.

5. Горяев А. Б. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О. Л. Данилов, А. Б. Горяев, И. В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — 424 с.

6. Гафуров А.М., Осипов Б.М., Гатина Р.З., Гафуров Н.М. ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2017;19(9-10):21-31. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2017-19-9-10-21-31>

УДК 62-254.3

Зинченко В.Ю., Феодосов С.В.

Научный руководитель: Митрофанова С.В., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВЕЛИЧАЙШЕЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА – ОСНОВА ТРАНСПОРТА

Колесо – самое значимое изобретение человечества. Невозможно представить мир без колеса. Этому изобретению более семи тысяч лет. Кажется, что рассказать о нем что-то новое проблематично. На самом деле, речь пойдет о колесе, не как о величайшем изобретении человечества, а как о любопытнейшей геометрической форме, форме которую, в зависимости от целей и задач, можно кардинально изменить.

В этой статье мы рассмотрим необычные геометрические формы древнейшего на земле изобретения с точки зрения исследования. Главной задачей этого исследования является анализ конструкций колес транспортных средств, а также оценка положительных и отрицательных сторон разных конструктивных изменений автомобильных дисков или изменений их геометрической формы.

Существуют несколько основных видов автомобильных дисков, различающихся как по материалу, так и по методу производства.

По технологии производства различают:

Штампованные – самые простые в производстве, но из-за формы обода и использованных материалов являются более тяжелыми, в связи с чем менее управляемы, но более прочные. На рисунке 1 изображен типовой штампованный диск.



Рис. 1. Штампованный автомобильный диск.

Литые – в сравнении со штампованными гораздо более легкие (15-30%) имеют дифференцированный дизайн и за счет использования сплавов, отличных от штампованных изделий, менее подвержены пагубному коррозионному воздействию. На (рисунке 2) изображен один из дизайнов литого диска.



Рис. 2. Литой автомобильный диск.

Кованные – самый легкий вид дисков (легче литых на 15-25%), пластиковые и, за счет особой технологии производства очень прочные. На рисунке 3 изображен пример кованого автомобильного диска.



Рис. 3. Кованый автомобильного диска.

По конструктивной части строение дисков от модели к модели отличается значительно. Количество крепежных винтов, вылет, вид хампа, ширина обода и монтажный диаметр – основные характеристики на которые стоит обратить внимание. Но мало кто уделяет должное внимание конструкции центра, если дело не идет о его визуальных преимуществах или недостатках.

Главной функцией центра является сопротивление сжимающим нагрузкам и распределение этой нагрузки на обод. Центр распределяет нагрузку за счет лучей идущих от ступицы к ободу диска.

Лучи делят геометрический круг обода на N количество частей (их число зависит от толщины луча и функциональных особенностей модели). В среднем количество лучей колеблется от 5 до 10 штук. Это обусловлено в первую очередь экономической выгодой, так как при таком количестве делений мы получаем достаточную прочность при меньшей массе конструкции.

Помимо распределения нагрузки центр может нести еще и функцию аэродинамического стабилизатора. Такое неочевидное решение представила миру компания Peugeot. Лопастки на дисковых лучах направляют потоки воздуха возле колес, что снижает коэффициент аэродинамического сопротивления. В свою очередь малое значение этого коэффициента значительно снижает расход топлива. У концепт-кара Peugeot HX1 этот показатель достиг невероятных, для такого типа машин, 0,28 во многом благодаря конструкции диска. К сравнению, средний показатель коэффициента аэродинамического сопротивления для современного автомобиля колеблется от 0,31 до 0,4. На рисунке 4 изображен диск Peugeot HX1 с выдвижными лопастями.



Рис. 4. Автомобильный диск Peugeot HX1.

Говоря об автомобильных дисках, чаще всего их характеризуют по технологии производства, вылету, ширине обода или размеру диаметра обода, но редко уделяют должное внимание центру. Внесение в конструкцию именно этой части изделия может снизить массу диска и его прочность, за счет более равномерного распределения нагрузки. Так же стоит вспомнить диски Peugeot HX1, технология которых перевернуло понятия о функционале центра.

Из выше изложенного становится понятным, что центр автомобильного диска является важнейшей конструктивной частью, но при этом с наименее раскрытым потенциалом. Незначительное изменение лучевого сечения центра может значительно снизить массу диска, при этом не снижая его прочности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные технологии изготовления дисков автомобильных колес [Электронный ресурс] / Т.А. Богданова, Н.Н. Довженко, Т.Р. Гильманши- на [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 5. – 86 с.
2. Путин, В.А. Тенденции развития конструкций легкосплавных колес легковых автомобилей [Электронный ресурс] / В.А. Путин, А.Г. Киря- ков.
3. Колесные диски - типы, маркировка [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.best-tyres.ru/articles/discs/codes>
4. Сборные автомобильные диски [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.kolesa.ru/article/shtampovannye-litye-kovanye-sostavnye-kakie-byvayut-kolyosnye-diski-i-v-chyom-otlichiya>
5. Перспективный метод экспресс-контроля алюминиевых сплавов / Т.А. Богданова, С.В. Мельников, Т.Р. Гильманшина [и др.] // Металлургия машиностроения. - 2014. - № 2. - 12-15 с.
6. Развитие и современное состояние мировой автомобилизации: учебно-методический комплекс для студентов [Электронный ресурс]. - / А.И. Шутов, И.А. Новиков, П.А. Воля. – Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 87 с.

УДК 544.6

Зырянова П.И., Носкова У.В., Пивень А.О.

Научный руководитель: Уласевич С.А., канд. хим. наук, доц.

Национальный исследовательский университет ИТМО

г. Санкт-Петербург, Россия

ГИБКАЯ БИОСЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНАЛИТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

По мере роста стоимости здравоохранения и старения населения в мире, возникает необходимость в персонализированных носимых устройствах для постоянного мониторинга за состоянием здоровья

пациентов, пока пациенты находятся вне больницы. В этом случае носимые биосенсоры являются перспективными устройствами, которые могут предоставлять достаточную информацию для мониторинга здоровья и даже предварительный медицинский диагностики. В частности, спортсмены смогут отслеживать свои физико-химические показатели в процессе занятия спортом и принимать необходимые меры по восстановлению баланса организма, коррелировать питание и физические нагрузки, что приведет к оптимизации спортивных результатов и улучшения общего физиологического состояния.

Дефицит витаминов и минералов является глобальной проблемой здравоохранения, отчасти из-за того, что тяжело проследить изменение состояние микроэлементов у населения. Натрий, калий и кальций – это одни из самых важных микроэлементов, которые играют важную роль в как в жизни клеток, так и в жизни человека в целом. Многочисленные исследования показывают, что резкий недостаток неорганического вещества в организме проявляется различными симптомами, которые в том числе могут привести и к летальному исходу.

Недостаток калия и натрия приводит к нарушению работы сердца и кровеносной системы. Так как данные ионы являются идеальными проводниками электрических импульсов, которые заставляют сердце биться, а другие мышцы реагировать на всю информацию, передаваемую мозгом. Кроме того, натрий и калий отвечают за регуляцию водно-солевого баланса в организме, поэтому в спорте очень важно следить за содержанием этих микроэлементов. Концентрация ионов кальция так же важна в повседневной жизни человека. Недостаток или избыток кальция приводит к серьезным проблемам с костями, а также сигнализирует о проблемах с почками, желудочно-кишечном тракте и даже гормонами. Именно поэтому наличие данной платформы является одной из самых актуальных тем в науке.

В качестве основы электродов выбрано углеродное волокно, которое обладает такими характеристиками, как компактность, доступность и простота в использовании. Кроме того, углерод является хорошим гибким проводником, что позволяет качественно отслеживать изменения концентрации в реальном времени. [1...3] На начальном этапе было подготовлено углеродное волокно, размер одного фрагмента составил 80 мм. Рабочая сторона электрода была покрыта серебряным проводящим клеем и оставлена для высыхания на воздухе в течение 30 минут. После этого рабочая часть электрода была опущена в 1 М HCl и промыта дистиллированной водой. Таким образом, получен электрод, покрытый AgCl. Рабочая поверхность электрода в следующем была

модифицирована методом послойного наслаивания (layer-by-layer, LBL). Метод послойного наслаивания прост в исполнении и не требует специального дорогостоящего оборудования, поэтому представляется наиболее доступным. Рабочую поверхность электрода последовательно погружали в растворы полиэлектролитов: PEI и PSS [4...6], далее в ионообменную мембрану. В каждом эксперименте ионы калия, натрия и кальция погружали в стандартные растворы соли (NaCl, KCl и CaCl₂ соответственно), при этом концентрацию раствора изменяли поэтапно, а потенциалы разомкнутой цепи непрерывно контролировались с помощью потенциостата. Электродвижущая сила измерялась между ИСЭ и электродом сравнения.

В процессе создания ИСЭ было проверено качество осаждения полиэлектролитной сборки PEI-PSS методом LBL с помощью кварцевого микровзвешивания (QCM). Осаждение полиэлектролитов на углеволокну и на золотой электрод осуществляется аналогично. Таким образом, данная проверка была необходима с целью выявления оптимального состава мембраны.

Таким образом, показано, что полученная полиэлектролитная сборка стабильная, помимо этого обладает гидратационной активностью. Данный факт свидетельствует о том, что сборка может служить внутренним электродным раствором в разрабатываемом датчике.

В результате проведенных экспериментов по определению концентрации ионов в стандартных растворах установлено, что измерения ИСЭ точны и близки к значениям Нернста. Калибровочные графики для ионов натрия, калия и кальция показывают отклик Нернста в диапазоне от 10⁻³ до 10⁻¹ М, указывающий на то, что мембрана работает должным образом.

Биосенсоры, полученные в процессе работы, помогут в создании портативной платформы, которая сможет определять концентрацию ионов K⁺, Na⁺, Ca²⁺ в образце, и результаты такой проверки могут легко отображаться на устройстве в режиме реального времени. Модифицированные электроды в настоящее время используются в различных областях: в экологии при измерении загрязнения окружающей среды (воздуха, воды), определении влажности, а также в медицине. Создание такой платформы еще больше приблизит нас к персонализированной медицине. А ее использование не требует специальных знаний, квалифицированного персонала и лабораторных условий, так что эту платформу можно применять в повседневной жизни. Например, спортсмены смогут контролировать свои физико-химические показатели во время занятий спортом и принимать

необходимые меры для восстановления баланса организма, соотносить питание и физическую активность, что приведет к оптимизации спортивных результатов и улучшению общего физиологического состояния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Stekolshchikova A. A. et al. Thin and flexible ion sensors based on polyelectrolyte multilayers assembled onto the carbon adhesive tape // ACS omega. – 2019. – Т. 4., №. 13. – С. 15421–15427.
2. Nikolaev.K.G. et al. ElectroSens Platform with a Polyelectrolyte-Based Carbon Fiber Sensor for Point-of-Care Analysis of Zn in Blood and Urine //ACS omega. - 2020. – Т. 5. №30. С. 18987–18994.
3. Sena, S. F. et al Measurement of ionized calcium in biological fluids: Ion-selective electrode method. Metallobiochemistry Part A // Methods in Enzymology. – 1988. – С. 320-334.
4. Yang, Y.; Gao, W. et al Wearable and flexible electronics for continuous molecular monitoring //Chem. Soc. Rev. – 2019. – С. 1465-1491.
5. Brothers. M. C. et al. Achievements and Challenges for Real-Time Sensing of Analytes in Sweat within Wearable Platforms // Acc. Chem. Res. – 2019. – Т. 2, № 52. – С. 297–306.
6. Wenji Lan, Xu U. Zou. et al Paper-Based Potentiometric Ion Sensing // Anal.Chem. – 2014. – Т. 86., №19. – С. 9548–9553.

УДК 378.147

Зюбанов А.В.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) В ИНЖЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Инженерная графика – это одна из базовых дисциплин, изучаемых при подготовке инженерных кадров.

Основной задачей инженерной графики является обучение студентов навыкам перевода трехмерных объектов в плоскостные проекции, умению решать пространственные, метрические задачи по полученным схемам, развитие пространственного мышления, а также

способность пользоваться чертежом, как способом выражения своих конструкторских решений и мыслей [3].

Первые графические изображения люди начали использовать еще в древнейшие времена. Их появление обусловлено возникновением сооружений различного социального и культурного характера, таких как храмы, дворцы, фортификационные укрепления. Эти изображения, как полагают ученые, выполняли прямо на земле там, где планировалось вести строительство. Затем их стали выполнять на глиняных плитах, в камне и т.п. В основном это были планы зданий. Ярким примером, подтверждающим данную теорию, является каменная доска, на которой вырезан план здания. Выполнен план более 2000 лет до н.э. и найден в нижнем течении реки Евфрата.

Выполнение чертежей ручным способом связано с большой трудоемкостью [2]. Именно для того чтобы ускорить процесс черчения приходилось искать способы совершенствования различных чертежных инструментов. Применение, например, такого чертежного прибора как кульман, заменяющего собой рейсшину, угольник, транспортир, позволило ускорить построение чертежей на 30%. Использование трафаретов для выполнения однотипных построений также значительно повышает производительность труда инженера и конструктора.

При построении чертежей в рабочей среде САД-систем (далее САПР) скорость построения увеличивается в несколько раз. Увеличивается наглядность чертежа, намного проще строить линии связи между проекциями. Так же точность построений намного выше, так как машинное построение позволяет исключить ошибки проектировщика, позволяет задавать с очень высокой точностью длину линий или градус наклона линии.

Система автоматизированного проектирования — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования.

САПР является организационно-технической системой, необходимой для автоматизации процесса проектирования. Такая система состоит из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

К таким техническим программным средства автоматизации деятельности проектировщиков можно отнести такие прикладные программы как, например, предоставляемые компанией «Аскон» (Компас), «Autodesk» (AutoCAD, Revit), «Нанософт разработка» (NanoCAD), обладают полным набором инструментов для создания полноценных чертежей, используя лишь мышь и клавиатуру.

При проецировании чертежей различных строительных объектов в программах типа Revit можно получить перспективное изображение, построить разрез всего лишь задав положение секущей плоскости, посмотреть, как тень от здания будет падать под тем или иным углом (рисунок 1, 2).

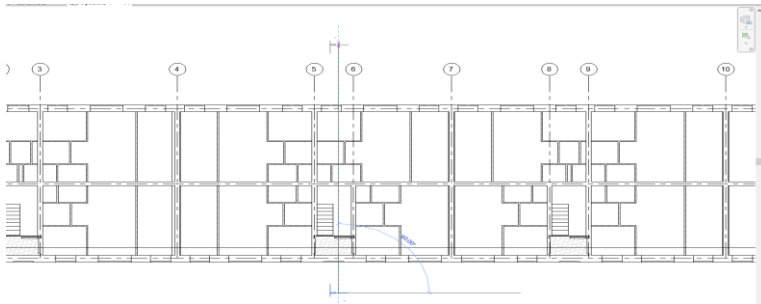


Рис. 1. Построение секущей плоскости в программе Revit

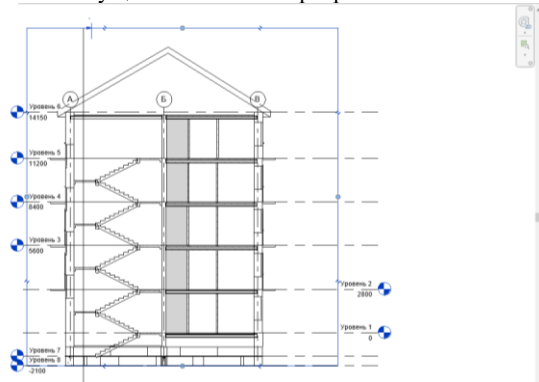


Рис. 2. Разрез 1-1

В курсе инженерной и компьютерной графики автоматизация рабочего процесса занимает главную роль. Знание основ автоматизированного проектирования и навыки работы со средствами систем автоматизированного проектирования САПР необходимы любому будущему инженеру. Практически все современные промышленные предприятия занимаются проектированием различных изделий с помощью САПР. Это доказывает важность изучения студентами автоматизированных систем.

Использование систем автоматизированного проектирования моделей и чертежей значительно облегчает любую задачу. Освоение

работы в среде САД-систем позволяет студентам намного лучше развить пространственное мышление. Любая геометрическая задача решается проще, нагляднее и точнее с помощью трёхмерных моделей. Использование САПР позволяет значительно уменьшить затраты времени при выполнении расчётно-графических работ, что в очередной раз доказывает высокую эффективность данных средств.

Таким образом, САПР имеет особую актуальность в формате дистанционного обучения [1]. В целом, изучение студентами автоматизированного проектирования с применением современных информационных технологий – это неотъемлемая часть всего процесса обучения в курсе инженерной и компьютерной графики. Это позволит подготовить высококлассных специалистов, владеющих навыками компьютерного моделирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева И.Г., Брыкова Л.В. Концепция практико-ориентированного подхода к образованию в высшей школе // "Известия ВГПУ", – 2020. – №5 (148). – С. 4 – 8.

2. Брыкова Л.В. Компьютерные технологии в преподавании инженерной графики в техническом вузе / Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XIV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т. Т. 2. / Сост.: Е.Н. Иванцова, В.М. Уваров [и др.]. – Губкин; Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2021. – С.306 – 308.

3. Брыкова Л.В. Современное состояние графической подготовки студентов и школьников в российском образовании // Вестник высшей школы «Альма Матер». – 2018. – №8. – С. 62-65.

УДК 678

Икрамов Ф.И., Копнина О.В., Мерзликина А.И.

Научный руководитель: Наумова Л.Н., доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИИ ПОРОШКОВОГО СОСТАВА С ТОКОПРОВОДЯЩИМИ СВОЙСТВАМИ

Полимерные электропроводящие композиции нашли широкое применение в различных областях машиностроения. Создание

защитных функциональных покрытий, осаждаемых электростатическим напылением наполненных лакокрасочных материалов, полученных с применением порошковых технологий является актуальным.

Антистатические композиционные лакокрасочные материалы применяют в создании покрытий по металлу, а также в сфере защиты от коррозии изделий.

Создание композиционных материалов с защитными функциональными покрытиями электростатического спектра действия является актуальным [1].

В строительной промышленности применение полимерного композиционного материала в качестве защитного покрытия для металлических конструкционных изделий широко применяются порошковые лакокрасочные материалы [2].

Для получения покрытий функционального назначения широко применяются эпоксидные и полиэфирные составы [3,4,5].

Эпоксидные [6,7] и полиэфирные [8] порошковые краски широко используются в целях противокоррозионной защиты. Покрытия отличаются низкой стоимостью, простотой обслуживания и долговременной защиты в агрессивных средах. Для них характерны гибкость, ударопрочность, низкая проницаемость, хорошая термостойкость и адгезия. После отверждения они могут длительно эксплуатироваться при температурах до 150-190°C.

Помимо эпоксидных красок известно несколько видов порошковых полиэфирных красок, применяемых в коммерческом масштабе: полиэфир-уретановые и полиэфирные, отверждаемые триглицидилизоцианатам и др.

Полиэфир-уретановые представляют собой комбинации гидроксилсодержащих полиэфиров и блокированных полиизоцианатов. Чаще всего блокирование производят ϵ -капролактамом или оксимиами. Формирование покрытия должно происходить при температуре, превышающей температуру деблокирования, которая в случае ϵ -капролактама, например, составляет около 170°. Полиэфир-уретановые покрытия имеют комплекс ценных свойств, таких как твердость с высокой устойчивостью к сколам, устойчивость к погодным условиям и химическая стойкость. Они устойчивы в разбавленных растворах кислот, солевых средах, выдерживают воздействие ароматических и алифатических углеводородов, бензина и смазочных масел; тонкие слои этих покрытий хорошо защищают металлы от коррозии.

Проводником электрического тока в полимерных композиционных материалах являются частицы наполнителя и их выбор осуществляют, опираясь на следующие подходы:

– удельное сопротивление проводящей фазы должно быть минимально;

– необходимо отсутствие окисной пленки на токопроводящих частицах;

– должны быть исключены химические взаимодействия в системе «связующее – наполнитель», которые могут привести к появлению новых компонентов.

Для решения данной задачи в качестве электропроводящего наполнителя в основном применяют: технический углерод, графит, углеродное волокно, порошки металлов, металлические усы [7-8] и пр. Известно, что содержание 10...15 мас. % токопроводящего наполнителя в полимерной матрице уже достаточно для того, чтобы придать покрытию антистатические свойства.

Получение композиций порошкового состава на основе полиэфирной смолы, проводили в лабораторных условиях. Суть приготовления состояла в подборе компонентного и количественного состава. Основу токопроводящего наполнителя составляли графит и алюминий. Для прессования порошкового состава использовали гидравлический пресс – ПСУ-50, прессовочную форму для формирования таблеток (диаметр таблетки 10мм, высота 10см, диаметр 40мм). Измельченную смесь засыпали в пресс - форму для таблеток, затем пуансоном утрамбовывали и помещали на стол гидравлического пресса, при помощи вентеля опускали плиту пресса до момента пока не будет спрессован порошкообразный состав, после этого вынимали пресс - форму из под пресса и извлекали образцы. В дальнейшем исследования будут направлены на изучение соответствующих свойств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Авиационные материалы и технологии: Юбилейный науч.-технич. сб. (приложение к журналу «Авиационные материалы и технологии»). М.: ВИАМ, 2012. С. 7–17.

2. Порошковые краски. Технология покрытий, под ред. ЗАО "Промкомплект", Санкт-Петербург, 2016. - 256 с.

3. Воронков А.Г., Ярцев В.П. Оптимизация состава полимерных композитов на основе терморепрессивных смол // Пласт. массы. 2006. №12. С.30-32.

4. L. N. Naumova, N. A. Kristalova, E. V. Burmakina, and A. N. Ryzhkova. Composite Material Based on Polyvinyl Chloride and Methylcellulose Fibers with Improved Performance and Environmental Characteristics. Lecture Notes in Civil Engineering 2021. 147. С.266-272.

5. Наумова, Л.Н. Экологические аспекты получения полимерного композита на основе эпоксидной матрицы и модифицированных волокон водного гидросиликата магния /Л.Н. Наумова, И.С. Марушевская//Вестник Сыктывкарского университета. – 2021. – №2. – С. 21–22.

6. Лапицкий В.А. Эпоксидные материалы / В.А. Лапицкий, Т.В. Лапицкая // Композитный мир. – 2006. – №4. – С.16-17.

7. Чернин И. З., Смахов Ф. М., Жердев Ю. В. Эпоксидные полимеры и композиции. М.: Химия, 1982. -С. 230 с.

8. Бобылев, В. А. Состояние и перспективы развития полиэфирных материалов. Специальные смолы. / В. А. Бобылев // Композитный мир. -2006. - №6. – С. 14-17.

А.К. Бабаханов, С.С. Негматов, М.К. Адылова // Пластические массы. – 2005 – №9 – С. 16-17

УДК 678.5:537.8

Клепикова М.А., Копнина О.В., Шербаков А.С.

***Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ, ЗАЩИЩАЮЩИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ, НА ОСНОВЕ ПВХ И МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

В последние десятилетия полимеры и композиты на их основе стремительно входят в жизнь людей, вытесняя привычные для всех материалы. Это не удивительно, так как полимерные материалы обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами, такими как дерево, металл, натуральные волокна.

Полимерные материалы находят свое применение во всех отраслях человеческой жизнедеятельности. Основным потребителем ПКМ

является строительная промышленность. Совершенствование ранее используемых технологий и рецептов позволяет создавать строительные материалы с совершенно новыми и уникальными свойствами [1].

Полимерные композиционные материалы обладают повышенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Они способны сохранять свои свойства в различных условиях эксплуатации.

Важной технологической задачей на данный момент является разработка и усовершенствование методов модификации полимерных композиций [2,3]. Основным наиболее распространенным способом целенаправленного изменения свойств полимеров является введение в его состав наполнителей.

Выбор полимерной матрицы для полимерного композиционного материала является важнейшей задачей, так как именно свойства полимерной матрицы будут определять свойства будущего композита.

На сегодняшний день большую популярность в качестве матрицы для полимерных композиционных материалов приобретают матрицы на основе поливинилхлорида (ПВХ). На данный момент ПВХ занимает второе место по востребованности и по объемам потребления после полиолефинов (рисунок 1). ПВХ отличается от других полимеров тем, что он может поддаваться любым видам модификации. На основе данного полимера можно создать огромное количество изделий и композиций, начиная от сверхмягких каучукоподобных веществ и заканчивая жесткими ударопрочными материалами [4]. Именно поэтому спрос на ПВХ так велик.

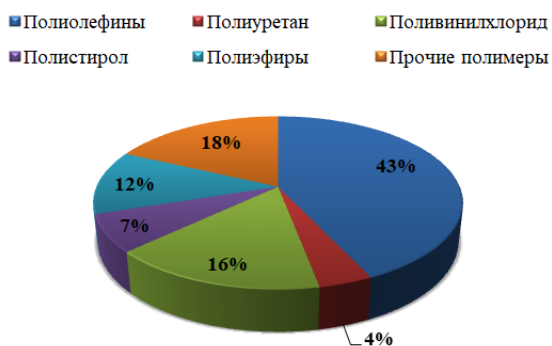


Рис. 1 Объемы потребления среди крупнотоннажных промышленных полимеров на 2019-2021 год

В большинстве случаев полимерные матрицы не способны самостоятельно обеспечить наличие требуемых характеристик, а также не обладают комплексом необходимых свойств, что не дает возможность применять такие полимерные матрицы в областях повышенных электромагнитных излучений.

Именно поэтому для придания полимерной матрице необходимых характеристик в её состав вводят минеральные наполнители, которые в совокупности с полимерной матрицей будут обеспечивать необходимый спектр требуемых показателей.

Введение минеральных наполнителей в матрицу поливинилхлорида позволяет придавать композиту не только поглощающие и отражающие свойства, но также повышать физико-механические и прочностные показатели композита.

Основными и наиболее распространенными представителями минеральных наполнителей являются металлические порошки, различные модификации диоксида кремния, шунгит, оксиды металлов и т.д.

Для полимерного композиционного материала на основе ПВХ, который будет защищать от воздействия электромагнитных излучений, в качестве минеральных наполнителей были выбраны шунгит и магнетит [5].

Шунгит представляет собой аморфную горную породу, имеющую необычное строение. Структура минерала, заключается в том, что аллотропный углерод находится в виде модификации фуллерена и фуллерено-подобных форм. Данный минерал образуется из органических отложений и имеет серо-черный цвет.

Введение в полимерную матрицу оксидов металлов, а именно магнетита, позволяет повышать физические, физико-механические и прочностные свойства композиционных материалов. Помимо этого, модификация полимерных композитов с помощью магнетита позволяет повышать теплостойкость материалов, электрические показатели и др..

Одним из показателей возможности использования полимерного композиционного материала в областях повышенных излучений является – определение стойкости образцов полимерного композита к воздействию УФ [6].

Образцы полимерного композиционного материала, наполненные шунгитом и магнетитом, были выдержаны в ближнем ультрафиолете (300-400 нм) в течении 24 часов.

Образцы композита, наполненные шунгитом, не подверглись изменению, на них не обнаружено дефектов, структура материала остаётся неизменной (рисунок 2).

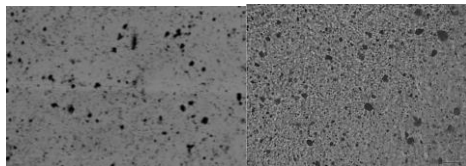


Рис. 2 ПКМ, наполненные шунгитом до и после воздействия УФ

Таким образом, можно сделать вывод, что ПКМ, наполненные шунгитом, обладают стойкостью по отношению к воздействию УФ-излучений.

Образцы композиционного материала, наполненные магнетитом, также подверглись воздействию УФ. После проведения испытания на образцах также не были обнаружены существенные дефекты и изменение структуры композита (рисунок 3).

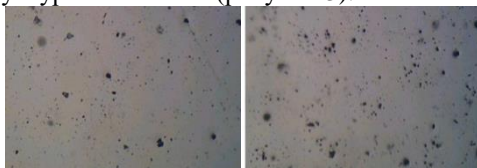


Рис. 3 ПКМ, наполненные магнетитом до и после воздействия УФ

Таким образом, можно сделать вывод, что применение полимерных композиционных материалов на основе ПВХ и минеральных наполнителей шунгита и магнетита является целесообразным для эксплуатации в областях повышенных излучений, а именно в областях УФ.

Введение минеральных наполнителей в матрицу композита позволяет не только повышать стойкость материалов к воздействию излучений, а также улучшать физико-механические, прочностные и эксплуатационные характеристики получаемых композиционных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кондратьев Д.Н. Использование наноструктурных материалов для повышения стойкости композитов от воздействия излучений. М.: Изд-во Наноиндустрия, 2017. 109 с.
2. Ключникова Н.В., Гордеев С.А., Гордиенко М.Д. Полимерный композиционный материал на основе термопластичного полиимида // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 12. С. 126-129

3. Klyuchnikova N.V., Sokolenko I.V., Evtushenko E. Influence of Metal Component on Caking of Metal-Ceramic Composites Research // Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014. № 5. С. 1637-1641.

4. Панова Л.Г. Наполнители для полимерных композиционных материалов. М.: Изд-во МАТИ, 2016. 216 с.

5. Гуртова Е.С. Наполненные полимерные композиты, работающие в области ЭМИ // Сборник научных трудов. 2014. №5. С.78-81.

6. Макаревич А.В. Использование радиопоглощающие полимерные композиционные материалы в различных диапазонах излучений // Специалист. 2017. №2. С.90-94.

УДК 628.54

Кобыльских А.А., Дроздов И.А.

Научный руководитель: Сапронова Ж.А., д-р техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИЙ ОТХОД КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА

Вода является самым важным веществом для жизни на Земле, и она используется в различных бытовых и промышленных целях. Быстрый рост загрязняющих окружающую среду отраслей, таких как фармацевтика, текстильная промышленность, производство удобрений, горнодобывающая промышленность, металлургия, а также повышение уровня жизни, населения и урбанизации привели к образованию токсичных и трудноочищаемых сточных вод, содержащих опасные загрязнители, что привело к водным кризисам во всем мире в последние годы.

Сточные воды являются повторно используемыми ресурсами, но традиционные технологии очистки сточных вод имеют много побочных эффектов, таких как высокое потребление энергии, низкая эффективность улавливания углерода, выбросы парниковых газов и другие неизбежные проблемы, которые считаются серьезным ограничением эффективности очистки сточных вод. Поэтому необходимо срочно найти новые альтернативные технологии, чтобы компенсировать эти дефекты, и разработать важную социальную и технологическую стратегию биоэкономики рециркуляции, которая

фокусируется на восстановлении и повторном использовании ресурсов в сегодняшней крайне расточительной социальной среде. Эффективная система очистки сточных вод является фундаментальным требованием современной хозяйственной деятельности [2].

Таким образом, очистка сточных вод может стать решением проблемы нехватки воды [1].

В общем, процесс очистки воды можно разделить на метод разложения и метод разделения. Метод разделения переносит загрязняющие вещества в воде из одной фазы в другую, чаще всего в твердую фазу. Лучшей иллюстрацией этого явления является процесс адсорбции. Однако метод разделения, такой как мембранное разделение, концентрирует загрязняющие вещества в водной фазе, что требует дополнительной очистки. В то же время метод деградации (используемый для удаления органических загрязнителей) часто приводит к разрушению загрязнителей до достижения их полной минерализации.

Традиционная очистка сточных вод включает как биологические, так и физико-химические процессы, а также другие методы, такие как адсорбция и мембранная фильтрация. Биологические процессы требуют строго регламентированных условий, длительного времени удерживания, большей занимаемой площади и образования нежелательных побочных продуктов. Химические процессы требуют значительного добавления химикатов, что не только увеличивает стоимость всего процесса, но и усложняет последующие операции с последующей угрозой вторичного загрязнения.

Процесс адсорбции существенно зависит от pH раствора и требует более длительного периода обработки; адсорбенты со временем теряют свой потенциал по мере увеличения числа циклов. Кроме того, регенерация адсорбента требует использования пара или вакуума [3].

К настоящему времени выявлено большое количество агроотходов, которые можно легко использовать для удаления загрязняющих веществ, т.е. органических и неорганических. В некоторых обзорных документах отходы использовались в качестве недорогих адсорбентов, потенциально способных удалять загрязняющие вещества.

В целом, утилизация побочных продуктов производства требует дополнительных ресурсов и финансовых затрат, а значит, эффективное использование этих материалов в качестве адсорбентов могло бы не только решить проблему утилизации, но и принести пользу при крупномасштабной очистке воды за счет их низкой стоимости. В частности, промышленные побочные продукты, такие как красный

шлам, летучая зола и шлам, могут использоваться в качестве альтернативы природным или крупномасштабным синтетическим адсорбентам. Однако следует проявлять осторожность при выборе подходящих промышленных побочных продуктов в качестве адсорбентов загрязняющих веществ, поскольку некоторые из этих материалов могут представлять риск вторичного загрязнения, например, потенциально токсичные элементы, в зависимости от источника и типа материалов [6,7].

Недавние исследования привели к значительному росту в разработке адсорбентов на различные отходы. Эти адсорбенты могут быть преобразованы в подходящие наноструктуры с большой пористостью, что помогает повысить эффективность адсорбционного удаления различных загрязняющих веществ. Некоторые из этих материалов недороги и могут производиться в количествах, достаточных для крупномасштабного промышленного использования. С другими материалами, требующими более высокой стоимости, можно было бы справиться путем разработки инновационных и недорогих технологий и методов синтеза. Размер частиц, пористость, морфология и функционализация поверхности являются критическими факторами, определяющими эффективность адсорбирующих материалов. Функционализация поверхности или модификация адсорбентов гетероатомами, гидроксильными группами, металлами и углеродными наноструктурами, как правило, усиливают взаимодействие сорбент-сорбат. Использование недорогих промышленных побочных продуктов или отходов, отходов биомассы и природных материалов, таких как глинистые минералы и цеолиты, в качестве адсорбентов является практическим подходом к крупномасштабному удалению загрязнителей сточных вод [5].

Целлюлозно-бумажное производство образует значительное количество различных видов отходов и считается одним из самых загрязняющих производств. Переработка твердых отходов целлюлозно-бумажного производства вызывает экологические проблемы из-за высокого содержания органических веществ [8]

Отход производства гофротары – легкий пористый волокнистый углеродсодержащий материал (рисунок 1), который не находит в настоящее время применения в промышленности.



Рис. 1 Отход производства гофротары

В своем составе этот материал содержит лигнин и элементы целлюлозы [8]. Исходя из описанных выше свойств, этот материал может являться перспективным для получения сорбционного материала для использования в очистке сточных вод.

Таким образом, использование отхода гофротары для очистки сточных вод поможет решить проблему утилизации промышленных отходов и удешевления процесса водоочистки. Решение этих проблем также является ключом к будущему росту индустриализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Doltade S.B., Yadav Y.J., Jadhav N.L. Industrial wastewater treatment using oxidative integrated approach // *South African Journal of Chemical Engineering*. 2022. № 40. P. 100–106.
2. Liu Shuli, Li Heng, Daigger Glen T. Et al. Material biosynthesis, mechanism regulation and resource recycling of biomass and high-value substances from wastewater treatment by photosynthetic bacteria // *Science of the Total Environment*. 2022. № 820. P. 100 – 106.
3. Pranjal P. Das, Mukesh Sharma, Mihir K. Purkait. Recent progress on electrocoagulation process for wastewater treatment // *Separation and Purification Technology*. 2022. № 292. P. 121058 – 21.
4. Arun V. Baskar, Nanthi Bolan, Son A. Hoang et al. Recovery, regeneration and sustainable management of spent adsorbents from wastewater treatment streams // *Science of the Total Environment*. 2022. № 822. P. 153555 – 24.
5. Жилиева А.В., Мясоедова Т.Н., Яловега Г.Э. Разработка экологически безопасного сорбента для очистки вод от нефтепродуктов и исследование его свойств // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2014.

№9 (158). С. 217-225.

6. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. Технология получения железосодержащего коагулянта из отходов сталеплавильного производства для очистки ливневых вод // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 160–164.

7. Fedyaeva O.N., Vostrikov A.A., Shishkin A.V. et al. Effect of sodium carbonate on supercritical water gasification and oxidation of sludge-lignin at continuous counter-feed of the reagents // J. of Supercritical Fluids. 2020. № 164. P. 104933 – 14.

УДК 678.028

Ковылова Ю.В., Бредихина В.Б., Конченкова А.Н.

Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИМУМА ВУЛКАНИЗАЦИИ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА ПРИ ДОБАВЛЕНИИ РАЗНОГО ВИДА НАПОЛНИТЕЛЕЙ

В современном мире каучуки применяются во многих областях жизнедеятельности. Например, в таких отраслях как медицина, автомобилестроении, авиационном и так далее. Наиболее часто применяют бутадиен-стирольный каучук в производстве различного рода изделий, так как данный вид каучука прост в переработке и экономически выгоден.

Для того, чтобы создать композиционный материал необходимо наполнить каучук различного рода минеральными наполнителями. Такими наполнителями являются технический углерод, белая сажа, технический мел или пиритные огарки – отходы от производства серной кислоты. Кроме наполнителей в бутадиен-стирольный каучук вводят вулканизирующую группу [1].

Для того чтобы превратить пластичный каучук в резину необходимо пройти процесс вулканизации на вулканизационном прессе. Чтобы определить необходимое время вулканизации проводят анализ на реометре MDR 3000 Basic от компании MпTech. Полученные данные дают точную информацию о технологичности, характеристиках отверждения, скорости отверждения. Данный вид машины помогает определить оптимум вулканизации [2].

Оптимум вулканизации – это наименьшая продолжительность вулканизации, обеспечивающая при прочих одинаковых условиях (температура, состав резиновой смеси) наилучшие физико-механические и технические свойства вулканизата. Композиционный материал на основе бутадиен-стирольного каучука с разного рода наполнителями показывает разное время оптимум вулканизации (таблица 1).

Таблица 1 – Оптимум вулканизации бутадиен-стирольного каучука с разного рода наполнителями

Название материала	Оптимум вулканизации, мин
ДССК-2545 без наполнителя	25,12
ДССК-2545 Тех. мел	24,7
ДССК-2545 БС-120	21,7
ДССК-2545 ПирОг	24,18
ДССК-2545 Тех. углерод N-330	22,7

В каждом композиционном материале присутствует по 40 массовых частей разного вида наполнителя и один образец без наполнителя. Температура для вулканизации была выбрана 160 °С, так как написано в ГОСТ 54555-2011 «Каучуки бутадиен-стирольные».

Исходя из полученных данных (табл. 1) добавление минерального наполнителя уменьшает время вулканизации [3]. Например, без наполнителя бутадиен-стирольный каучук марки ДССК-2545 имеет оптимум вулканизации равен 25,12 минут, а при добавлении технического углерода марки N-330 оптимум вулканизации равен 22,7 минут. Так же при добавлении технического мела оптимум вулканизации уменьшается до 24,7 минут. При добавлении пиритных огарков оптимум вулканизации равен 24.18 минут, но больше всего оптимум вулканизации уменьшается при добавлении в каучук белой сажи (БС-120) равен 21,7 минут. Возможно такое из-за дисперсности наполнителя [4].

Так же рассмотрели изменение оптимума вулканизации при добавлении одного вида наполнителя, но разными массовыми частями.

Таблица 2 – Оптимум вулканизации бутадиен-стирольного каучука с разным количеством пиритных огарков

Название материала	Оптимум вулканизации, мин
ДССК-2545 без наполнителя	25,12
ДССК-2545 20 ПирОг 20 мас.час.	24,55
ДССК-2545 20 ПирОг 30 мас.час.	24,41
ДССК-2545 20 ПирОг 40 мас.час.	24,18
ДССК-2545 20 ПирОг 50 мас.час.	21,57

При добавлении в материал пиритных огарков разного количества массовых частей мы наблюдаем такую зависимость: чем больше массовых частей пиритных огарков добавляется в композиционный материал на основе бутадиен-стирольного каучука, тем меньше становится время вулканизации (таблица 2). Например, без наполнителя оптимум вулканизации равен 25,12 минут, а при добавлении 50 массовых частей равен всего 21,57 минут [5].

Таким образом, минеральные наполнители в бутадиен-стирольном каучуке уменьшают оптимум вулканизации. Также при добавлении одного наполнителя, но в разном количестве, ведет к уменьшению оптимума вулканизации. Чем больше массовых частей пиритных огарков добавляется в смесь, тем меньше время для вулканизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашок Ж.С., Вишневский К.В. Технология переработки эластомеров. Минск, БГТУ, 2018 – 123 с.
2. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. переработка отходов производства потребления: справочное издание / под ред. проф. Б.Б.Бобовича. М.: Интермет Инжиниринг, 2000. 496 с.
3. Щербина Е.И., Долинская Р. М. Рециклинг эластомеров. Минск, БГТУ. 2011 – 7 с.
4. Ключникова Н. В., Генов И., Кудина А.Е. Полимерное поверхностно-активное вещество для нефтедобывающей отрасли// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова, 2018. № 12. 91-97 с.
5. Рупышев В.Г. Кривченко Е.И. Прозрачные полимерные материалы// Международные новости мира пластмасс. 2006. №11-12. С. 41-45.

*Конченкова А.Н., Захлевная И.И., Ковылова Ю.В.
Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОНАТА

Поликарбонат на основе бисфенола А имеет целый комплекс уникальных свойств, но несмотря на это существует и ряд недостатков [1]. Для их урегулирования поликарбонат часто применяют в сочетании с другими соединениями. Для улучшения качественных эксплуатационных показателей создаются композиции на основе поликарбоната. Получение композиций на основе поликарбоната является одним из способов механохимической модификации свойств данного полимера.

Одним из главных недостатков поликарбоната на основе бисфенола А является то, что он имеет недостаточное относительное удлинение при разрыве. Как следствие, это негативно влияет на применения поликарбоната при производстве различных покрытий. Чтобы повысить данный показатель применяются следующие материалы: сополимер бутадиена, сополимер стирол, натуральный каучук, полибутадиен, полиизопрен, бутилкаучук, нитрильный каучук [2].

Для повышения эластичности поликарбоната, а также для придания ему улучшенных адгезионных свойств часто применяются стиролбутадиенстирол, либо стиролэтиленбутадиенстирол.

Также композиции, в состав которых входят термоэластопласты оказывают воздействие на прочность. Одним из главных критериев прочности называют предел текучести [3]. С добавлением термоэластопластов показатель предела текучести будет возрастать, что будет говорить об облегчении переработки данного полимерного композита.

Таблица 1 – Сравнение физико-механических свойств исходного поликарбоната и полученных композитов

Композиция	Ударная вязкость (А), кДж/м ²		Предел прочности при изгибе (σ), МПа	Относительное удлинение (ε), %	Технологическая усадка, %	Предел прочности при разрыве (σ), МПа
	Без надреза	С надрезом				
Поликарбонат (ПК)	88	17	87	60	0,71	47
ПК+СБС 1%	21	40	82	13	0,45	48
ПК+СБС 2%	22	41	84	20	0,47	49
ПК+СБС 5%	110	123	75	16	0,33	51
ПК+СЕБС 1%	101	23	78	16	0,76	50,5
ПК+СЕБС 2%	52	39	74	21	0,70	47
ПК+СЕБС 5%	94	36,5	72	35	0,77	43

Ударная вязкость образцов с надрезом будет возрастать более чем в 2 раза при введении в композицию СБС (таблица 1). Прочность при изгибе и разрыве почти не изменяется (таблица 1). При этом усадка образцов, если и будет увеличиваться, то незначительно. С увеличением СБС происходит рост ударной вязкости в 2 раза (рисунок 1), а также увеличивается прочность при разрыве (рисунок 2).

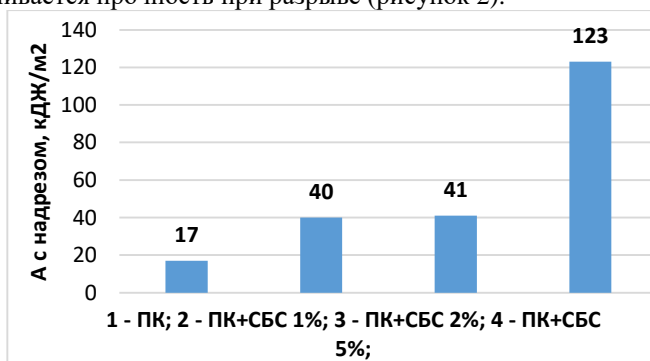


Рис. 1. Влияние термоэластопластов на ударную вязкость с надрезом в составе композиционного материала на основе поликарбоната.

Из теории упрочнения хрупких полимеров эластомерами следует, что эффект повышения ударной вязкости достигается лишь в том случае, если каждая частица эластомера будет способствовать дроблению дошедшей до нее трещины [4].

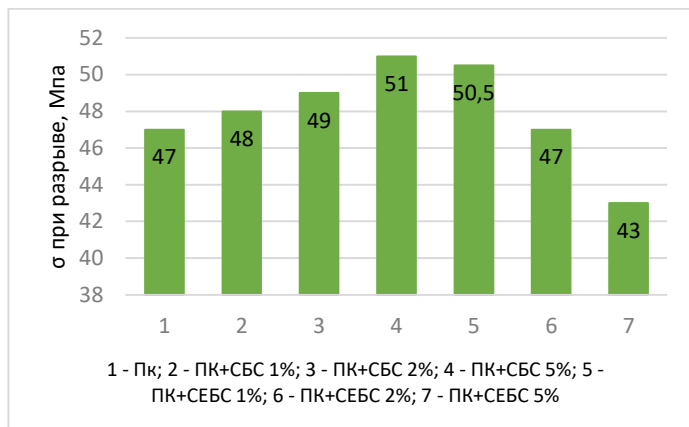


Рис. 2. Влияние термоэластопластов на прочность при разрыве в составе композиционного материала на основе поликарбоната

Для получения композиционного материала, который отличается повышенной устойчивостью к горючести, поликарбонат совмещают с гомополимерами стирола и его производных. При контакте с огнем данный композиционный материал не подвергается возгоранию, но начинает плавиться. Материал самостоятельно затухает при отсутствии пожара. Композит прозрачный, выпускается методом экструзии или литьем под давлением.

Для улучшения механических свойств, а также для улучшения перерабатываемости используются композиции на основе поликарбоната и полиэтилена. Также для улучшения перерабатываемости поликарбоната создается композиция из трех компонентов из поликарбоната, полиэтилена и полиэтилентерефталата. Компоненты, в составе композита для улучшения перерабатываемости, составляют 0,5 мас. ч. от массы поликарбоната [5].

Чтобы повысить стойкость к растрескиванию у поликарбоната в присутствии растворителей создают композит с полиэфирами, полиамидами, поливинилацетатами в количестве 4-25% от массы полимерного композиционного материала. Для сочетания улучшенных свойств стойкости к растрескиванию и повышенной ударной вязкости

составляют композицию из 95% поликарбоната и 5% сополимера этилена и винилацетата. В данном сополимере содержание винилацетата равно 28 вес. %.

Прочные покрытия на основе поликарбоната получают при добавлении полиамида на основе этилендиамина и жирной кислоты масла льна. Содержание полиамида в смеси может быть до 20%. Данные покрытия наносят на подложки из раствора в оксиацетоне [6].

Также существуют поликарбонатграфитовые композиции. Их получают при смешении поликарбоната (помещенного в метиленхлорид) и порошкообразного графита. Далее следует процесс желатинизации, высушивания и прессование при 270°С. При этом получается материал со следующими характеристиками (таблица 2).

Композиция на основе поликарбоната с добавлением 50 % полиэтилена имеет повышенные показатели разрушающего напряжения при изгибе и ударной вязкости (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-механические характеристики полимерной композиции на основе поликарбоната с добавлением 50% полиэтилена

Свойства	Поликарбонат	Композиция
Разрушающее напряжение, Па		
- при изгибе	132*105	220*105
- при растяжении	675*105	720*105
Свойства	Поликарбонат	Композиция
Относительное удлинение при разрыве, %	92	120
Ударная вязкость, Н/м	11,5*107	44,5*107

Таким образом, можно сказать, что композиционные материалы на основе поликарбоната имеют достаточно разнообразные свойства. В зависимости от соотношения полимер-наполнитель возможно изменение диапазона физико-механических характеристик, что в свою очередь позволяет расширить границы эксплуатации изделий на основе данного композита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рупышев В.Г. Кривченко Е.И. Прозрачные полимерные материалы// Международные новости мира пластмасс. 2006. №11-12. С. 41-45.

2. Рупышев В.Г. Кривченко Е.И. Прозрачные полимерные материалы// Международные новости мира пластмасс. 2007.№1-2. С. 49-55.

3. Крыжановский В.К. Кербер М.Л. Бурлов В.В. Паниматченко А.Д. Производство изделий из полимерных материалов. СПб.: Профессия 2004. 106 с.

4. Tomoda Такуа. Поликарбонатные композиции. Polycarbonate resin composition: Заявка 1882718 ЕПВ, МПК С 08 L 69/00 (2006.01), С 08 К 5/42 (2006.01). Teijin Chemicals, Ltd. N 06756572.1; заявл. 18.05.2006; опубл. 30.01.2008.

5. Branne Bert. Ruhnau Marcus. Полимерные композиции для изготовления светодиодов. ВЕ № 2002 10220137; заявл. 06.05.2002; опубл. 13.11.2003.

6. Ключникова Н. В., Генов И., Мухачева В. Д., Пискарева А. О. Защитные покрытия на основе модифицированных фенолформальдегидных композитов//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2018 №12 [91-97 с].

УДК 658.5.011

Копнина О.В., Мерзликина А.И., Щербаков А.С.

Научный руководитель: Ключникова Н.В., доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

На сегодняшний день почти невозможно представить процесс упаковывания пищевых продуктов без использования материалов из пластика. Потребитель давно привык к такому виду упаковки, что неудивительно, так как она легкая, удобная, безопасная. Однако, как состоит положение дел с производством упаковочной продукции в Российской Федерации в связи со сложившейся экономической обстановкой?

Потребность на полимерную упаковку возрастает с каждым годом. Она практична, стоит недорого и позволяет сохранить потребительские свойства товара. Сегодня основными отраслями использования упаковки из полимеров являются компании, производящие молочные и кисломолочные продукты, кондитерские изделия, мясные и рыбные полуфабрикаты, холодные закуски для розничной реализации.

Развитие рынка тары из пластика в России имеет положительную тенденцию. По данным статистики в 2020 году было выпущено более 1 100 тыс. тонн гибких упаковочных материалов. Для рассмотрения масштабов рынка можно привести данный пример: только компанией-производителем упаковки «Алькор» ежемесячно выпускается 35 млн. штук стаканов под молочную продукцию, что является лишь одним сегментом пластиковой упаковки данного предприятия [1].

Каждый год показатели роста рынка полимерной упаковки возрастают примерно на 5-10%. Несомненно, что пластиковая тара постепенно вытесняет традиционную, картонную и стеклянную, это особенно заметно на примере упаковки для наиболее употребляемых продуктов питания. На российском рынке упаковочной полимерной продукции существует более ста производителей. Десять из них являются крупнейшими производителями, остальные остаются на уровне малого и среднего бизнеса.

Впрочем, еще совсем недавно значительную часть на рынке пластмассовой тары занимали импортные упаковки - из Польши, Финляндии и других стран Европы. Так, в Россию поставлялось около 50% от всего объема малогабаритных контейнеров.

Однако в марте 2022 года норвежская компания Elopak, производящая Gable Top и Pure-Pak-упаковку покинула Российский рынок, а вслед за ней и финско-шведская группа компаний Stora Enso [2].

Поэтому с изменением политической и экономической ситуации в стране основные производители полимерной упаковки занялись вопросами скорейшего развития и расширения производства. Оказалось, что в РФ практически не выпускается оборудование для производства упаковки. Все же решения нашлось, так Китай предложил производителям свою технику. По оценкам экспертов китайское оборудование не уступает европейскому ни по качеству, ни по ценовой политике. Переговоры о закупках и поставках уже ведутся. Так как это решение является единственным целесообразным на сегодняшний момент, потому что наладить собственное производство в ближайшее время не имеется возможности [3].

В то же время отечественные производители планируют в ближайшее будущее полное импортозамещение в сегменте табачной упаковки, а также в сфере сложных пленок для кондитерских изделий. В сегменте по производству БОПП-пленок наблюдается следующая тенденция: в начале 2015- 2016 годов более 60% импорта приходилось на Египет, Индию и Китай. На сегодняшний день этот показатель существенно снижается. Также наблюдается уменьшение импорта в

области напечатанной пленки и пленок без печати. Но наибольший результат достигнут в сфере замещения этикеточной пленки, импорт которой уже не производится.

Сейчас Российский рынок полимерной продукции находится на стадии устойчивого развития, и по прогнозированию экспертов эта тенденция сохранится. Крупные производители стремятся к восполнению нехватки импортной продукции и расширению производства. Рассмотрим наиболее серьезные предприятия и их дальнейшие перспективы развития.

Одной из таких компаний является «Алькор». Данное предприятие начало свою деятельность в 2001 году, но уже сейчас смогло завоевать ведущее место на рынке пищевой полимерной упаковки. Основным материалом производства является полипропилен. На предприятии установлено и функционирует высокотехнологичное производственное и печатное оборудование, но только от ведущих европейских производителей, позволяющее выпускать уникальную по своим свойствам продукцию. «Алькор» занимает первое место по изготовлению одноразовой посуды и полимерной упаковки. Также это единственное предприятие в России, которое имеет собственное экструзионное производство многослойной жесткой пленки с внутренним высокобарьерным EVON-слоем и серийно выпускающее из нее термоформованные изделия различной конфигурации. Контейнеры и стаканы с барьерным слоем EVON позволяют увеличить срок хранения упакованного продукта в 2–3 раза при условии использования газомодифицированной среды и верхней барьерной пленки. В ассортимент продукции «Алькор» входят пластиковые контейнеры, стаканчики для молочной продукции с нанесением боковой печати, одноразовая посуда, промышленная упаковка, сотовый полипропилен [4].

Следующим предприятием является «Пластимекс». Ассортимент данной компании велик, насчитывается только около 100 видов упаковочных контейнеров из прозрачной жесткой полимерной пленки. Все производство осуществляется только на технологическом оснащении и по технологическим схемам, созданными работниками «Пластимекс». Фирма активно внедряет производство по всей стране, но главные филиалы, располагаются в Москве и Санкт-Петербурге. Также идет активное сотрудничество со многими российскими компаниями и с компаниями ближнего зарубежья. В данный момент компания хочет открыть новую линию производства по изготовлению тары для молока, в которой возникла резкая необходимость [5].

Особое место на Российском рынке занимает компания «ПРОТЭК». Это предприятие специализируется на изготовлении лотков, подложек, бутылочных сеток, вакуумных пакетов. Но главным отличием данной фирмы является производство некоторых запчастей и оборудования для упаковочных линий. Дальнейшей целью «ПРОТЭК» ставит расширение именно производства упаковочного оборудования, так как сейчас этот вопрос на рынке полимерной упаковке возникает все чаще. У данного предприятия есть огромный потенциал для развития именно этого сегмента.

Одним из интересных предприятий данной области рассмотрения является «Георг Полимер». Относительно молодое предприятие, возникшее в 2007 году, специализируется на термоформовании, также изготавливаются элементы для герметичной и комплексной упаковки свежих полуфабрикатов из мяса и рыбы. Развивающимся направлением данной компании является разработка оборудования для запайки пленки, уже сейчас данное предприятие способно поставлять продукцию в промышленных масштабах [6].

Подводя итог, мы видим, что на российском рынке полимерной упаковки существует много предприятий, способных восполнить нехватку некоторой продукции. Производство представлено достаточно широко, что обеспечивает возможность полного импортозамещения в ближайшее время. В изменившихся экономических и политических условиях предприятия стремятся расширить ассортимент, открыть новые технологические линии и занять лидирующее место в данном сегменте. Всё это способствует развитию данной отрасли в целом [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключникова Н.В., Генев И., Пискарева А.О., Урванов К.А., Гордеев С.А. Влияние шунгита на эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 2. С. 96-105

2. Ключникова Н.В., Генев И., Мухачева В.Д. Защитные покрытия на основе модифицированных фенолформальдегидных композитов / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. 2. С. 91-97.

3. Максим Мережко Импортозамещение в упаковочной отрасли: возможности локализации производства // ФЛЕКСО Плюс. 2015. №6. С. 112-116.

4. Импортозамещение упаковки: производители тары из РФ готовятся занять весь рынок страны. // Пятый канал URL: <https://www.5-tv.ru/news/380680/importozamesenie-upak>.(3.05.2022)

5. Арсений Фавстрицкий, Инна Серова, Луиза Игнатьева Упаковка «Made in Russia»: чем заменят Tetra Pak? // Реальное Время. – 2022 С. 85-87.

6. Импортозамещение в России в 2022 году – последние новости // Миграционный портал URL: <https://emigrating.ru/10-05-2022-importozameshenie-v>. (28.04.2022).

7. Оказалось, что полное импортозамещение в сфере полимеров произойдет к 2024 году // ПластЭксперт URL: <https://e-plastic.ru/news/okazalos-chto-polnoe-import>. (29.04.2022).

УДК 620.22

Крайнюк А.А.

*Научный руководитель: Абакумов Р.Г., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСТОРИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Вопрос строительного материаловедения является всегда актуальным, так как модернизация действующего архитектурного ансамбля не прекращалась в связи с требованиями нынешнего общества.

Процесс подбора строительных материалов начинается еще на этапе разработки проекта, даже имеет отдельный раздел, под названием «Конструктивные решения».

Модернизация с целью удешевления и ускорения строительного процесса началась ещё в СССР. Так, например, до 1950 – х годов строили в основном только из красного кирпича, но в 1950 г. Появился первый панельный дом в городе Москва. [1]



Рис. 1 Первый панельный дом

Огромный вклад в модернизацию строительных материалов внесли Куприянов В. И. и Рахимов Р. З., они проложили плацдарм для нового поколения учёных, благодаря которым мы видим мир строительных материалов, таким каков он сейчас. [2]



Рис. 2 Рахимов Р. З.

Главным этапом совершенствования строительных материалов является вторая половина XX века. Тогда был увеличен объем выпускаемых строительных материалов, в связи с растущим спросом после второй мировой войны.



Рис. 3 Строительный процесс в XX веке

Весь строительный процесс вышел полностью на индустриальный уровень, в частности было улучшено производство изделий из железобетона.

Так же не осталось в стороне керамическое производство, которое было улучшено и доведено до автоматизма. Так, например, годовой выпуск составлял тридцать млн. изделий. [3]

В стекольной промышленности выпуск изделий так же увеличился на 1950 год, выпускали 77 млн. изделий, а к 1980 году изготавливали уже 245 млн. изделий.

Данный период времени был ознаменован не только быстрым наращиванием промышленности, но и созданием большой теоретической базы. Были установлены закономерности в свойствах искусственных и природных материалов, общие методы оптимизации их структур, общие критерии в сфере прогрессивных технологий и многое другое. [4]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Проблемы современного материаловедения», научно-технический журнал «Строительные материалы», Орешкин Д. В., 2010 год.
2. «История строительных материалов», [Электронный ресурс] URL: https://revolution.allbest.ru/construction/00628699_0.html
3. Воронцов В. М. Архитектурное материаловедение: учебник для среднего профессионального образования. Белгород: Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. 350 с.
4. Абакумов Р. Г., Шкрабовская А. Ю. Инновационные технологии в строительстве. // Инновационная наука - 2017. – С. 147-149

Красножон Н.А., Щербаков А.С., Копнина О.В.
Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОТОВЫХ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ЛИСТОВ

На данный момент лидирующую позицию среди различных видов поликарбоната (ПК) занимает структурный (сотовый) поликарбонат, так как обладает рядом функций и особенностей: повышенной прочностью, жесткостью и ударопрочностью, хорошей тепло- и звукоизоляцией, огнестойкостью, привлекательным внешним видом, прозрачностью, а также равномерным рассеиванием света [1]. Главная особенность - относительная легкость переработки путем экструзии и литьем под давлением.

В (таблице 1) приведена сравнительная характеристика полимеров с поликарбонатом по физико-химическим свойствам.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики полимеров

Свойства	ПММА	ПС	Поликарбонат
Плотность, г/см ³	1,18	1,02	1,20
Уровень световой прочности, %	92	87	87
Горючесть	горючий	горючий	самозатухает
Теплостойкость, °С	От -40 до +90	От -30 до +70	От -40 до +120
Вес, кг/м ²	4,77	4,2	0,8
Звукоизоляция, дБ	26	-	15-16
Стоимость, руб.	740	600	1250
Модуль упругости при изгибе, Мпа	-	2700	2350

Как мы видим (таблица 1.) поликарбонат обладает рядом положительных качеств. Большим преимуществом является уровень световой прочности, достигающей 87%. Полистирол, имеющий такой же показатель, не любит прямые солнечные лучи, так как при их воздействии материал желтеет и постепенно теряет прочность, что не скажешь про поликарбонат.

Сотовый ПК абсолютно нетоксичен, не выделяет вредных веществ при нагревании и под воздействием окружающей среды, при этом способен выдерживать перепады температур от -40 до +120 °С. Полистирол, в свою очередь, способен выдерживать перепады температур от -30 до +70 °С. В сильные морозы он может пострадать. Отсюда можно сделать вывод, что по прочности полистирол уступает поликарбонату.

Изделия из поликарбоната отличаются ударопрочностью, могут выдерживать напор ветра, не ломаются под тяжестью снега. По сравнению с полиметилметакрилатом и полистиролом поликарбонат лучше сохраняет тепло. Хорошая пластичность материала позволяет производить из него гнутые конструкции. Он легко режется ножом или циркулярной пилой, что облегчает дальнейший процесс работы с изделием. Важно отметить, что материал не горит, он только плавится при температуре + 500 °С. Это обеспечивает пожарную безопасность строений. Также он устойчив к кислотам, следовательно, поликарбонат не потеряет внешний вид под действием агрессивных сред.

Полистирол отлично пропускает свет, уровень световой прозрачности 87%. Однако он не любит прямые солнечные лучи, так как при их воздействии материал желтеет и постепенно теряет прочность, что не скажешь про поликарбонат.

Можно выделить главные преимущества поликарбоната над полиметилметакрилатом.

Ударопрочность: оргстекло позиционируют как материал повышенной прочности. Но на самом деле он всего в 5 раз прочнее обычного стекла, тогда как поликарбонат прочнее в 250 раз.

Гибкость: органическое стекло жесткое, поэтому при сильном изгибе трескается. Монолитный поликарбонат легко сгибается, поэтому подходит для строительства беседок, навесов и козырьков.

Вес: если взвесить одинаковые по размеру листы оргстекла и поликарбоната, то последний будет в 3 раза легче.

Пожаробезопасность: органическое стекло воспламеняется уже при 160 градусах и долго горит. Монолитный поликарбонат крайне редко загорается и быстро затухает.

Воздух, содержащийся в пустотах между слоями листа, обеспечивает его высокие теплоизоляционные свойства, а ребра жесткости – большую конструктивную прочность по отношению к весу. Малый вес листов позволяет создавать легкие, оригинальные и элегантные конструкции, производить монтаж без подъемных механизмов. Большая длина листа (12 м) позволяет покрывать значительную площадь конструкций, а гибкость позволяет монтировать

конструкции сложной геометрической формы (арочные, сводчатые и др.) [2].

На рынке сотовых листов из поликарбоната представлен широкий ассортимент с различными видами сот. Они имеют ту или иную предпочтительную область применения.

Таблица 2 - Свойства сотовых листов из поликарбоната

Свойства	Толщина листа, мм			
	4	8	16	32
Вес, кг/м ²	0,8-1,0	1,5-1,7	2,5-2,7	3,7-3,8
Минимальный радиус изгиба, м	0,7	1,2-1,4	2,4-2,8	4,8-5,7
Звукоизоляция, дБА	15-16	16-20	17-20	20-25
Термическое сопротивление теплопередаче R, м ² * °С/Вт	0,20-0,26	0,25-0,30	0,35-0,40	0,45-0,55
Светопропускание (для прозрачного бесцветного листа), %	80-88	75-80	40-70	18-60
Поглощаемая энергия удара, Нм	21,3	>27	>27	>27
Коэффициент теплопередачи, Вт/м ² *°С	4,1	3,6	2,0-2,4	1,4

Поликарбонат имеет такой же вес, как оргстекло, и почти в 2 раза легче обычного стекла, на 15 % легче ПВХ и на 6 % легче ПЭТ-Г. Повесу поликарбонат уступает только полистиролу (ударопрочному полистиролу). Облегчить конструкцию из поликарбоната можно, если использовать сотовые листы вместо монолитных. Так, при замене монолитного листа толщиной 4 мм на сотовый лист такой же толщины дает снижение веса в 6 раз.

Одним из преимуществ поликарбонатных листов является возможность формовки в холодном состоянии, в отличие от стекла, требующего предварительного термоформования. Гибкость поликарбонатных листов по дугообразным элементам несущих конструкций характеризует такой показатель, как минимальный радиус изгиба. При конструировании изогнутых секций следует иметь в виду, что чем тоньше материал, тем легче он гнется, но при этом надо

обязательно учитывать минимальные радиусы изгиба, характерные для выбранного вида пластика [3-4].

Так, 4-миллиметровый лист монолитного поликарбоната, может быть изогнут по радиусу не меньше 0,6 м, радиус изгиба, вспененного ПВХ толщиной 4 мм должен быть не менее 1 м, а для ПММА это значение составит 1,32 м. Кроме того, как сотовый, так и монолитный поликарбонат можно транспортировать свернутым в рулон с радиусом изгиба не менее R мин., что существенно экономит место для перевозки.

Многостенная структура листов сотового поликарбоната предоставляет значительные преимущества там, где низкая теплопроводность материала является основным требованием. Поликарбонатные панели дают существенную экономию электроэнергии (до 50 %), затрачиваемой на отопление или кондиционирование, по сравнению со стеклом и ПММА аналогичной толщины.

Это связано не только с теплоизолирующими свойствами воздуха, находящегося в пространстве между ребрами жесткости, но и с меньшей по сравнению с этими материалами теплопроводностью, что обеспечивает сохранение температурного режима в помещении [4-5]. Теплоизолирующие свойства материала характеризует такой показатель, как коэффициент теплопередачи – количество тепла, проходящего через 1 м² материала при изменении температуры в 10° С.

Даже самые тонкие панели сотового поликарбоната(4 мм) почти в 2 раза превосходят по степени теплоизоляции простое остекление.

Поликарбонат чувствителен к воздействию ультрафиолетового излучения [6]. На открытом воздухе прозрачные марки желтеют, теряют прозрачность, падают ударопрочность материала и относительное удлинение. Для предотвращения нежелательных последствий сотовые и монолитные листы снабжают внутренним УФ-защитным слоем, нанесенным с помощью коэкструзии [7]. Этот защитный слой совершенно прозрачен и листы с УФ-защитой могут пребывать на открытом воздухе в течение многих лет без изменения своих свойств и потери внешнего вида.

Если соотнести данные показателя ударной вязкости образца поликарбоната с соответствующими показателями для других листовых материалов, например, для оргстекла 10-12 кДж/м² (без надреза) и 2 (с надрезом), для полистирола 5-6 (без надреза) и 1-2 (с надрезом), то можно приблизительно оценить величину этой физической характеристики в 900-1100 кДж/м² (без надреза). Эта величина иллюстрирует экстремальную ударопрочность материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талаев К.И., Долгих П.П. Сотовый поликарбонат // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. 2016. № 5. С. 234-236.
2. Поликарбонат. Применение в современном строительстве – СПб: НОТ, 2010 – 200 с.
3. Хаметова М.Г. Термомеханические исследования поликарбонатов в твердом состоянии // Пластические массы. 2012. № 5. С. 40-42.
4. Зобкова Н.В., Пшенов А.А., Швец Н.А. Опыт применения поликарбоната в ограждающих конструкциях при строительстве отопляемых сооружений // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. № 16. С. 61-64.
5. Саттарова Р. Сотовый поликарбонат — теплосберегающее покрытие для фермерских теплиц // Гавриш. 2013. № 2. С. 48-49.
6. Старцев О.В., Цинцадзе Г.Б., Ярмолинец Л.В. Климатическое старение прозрачных термопластичных пленок. 2. Поликарбонат // В сборнике: Полимерные оптические материалы Черноголовка, 1989. С. 178-197.
7. Запорников В.А., Осипчик В.С., Редькина А.А., Влияние модифицирующих добавок на технологичность и физико-механические свойства поликарбоната // Химия и химическая технология. 2014. Т. 57. № 4. С. 65-67.

УДК 510.63

Крепышева А.А.

Научный руководитель: Коломыцева Е. П., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВИДЫ ЛОГИКИ

Логика — это фундаментальная основа информатики как науки. Элементы и основы математической логики заложены в устройства ЭВМ, в основы алгоритмизации и языки программирования, в процедуры поиска информации в базах данных. Это одна из древнейших наук, которую систематизировал еще древнегреческий философ Аристотель. Он описал ряд логических операций и разработал

теорию умозаключений и доказательств. У каждой из наук должен быть единый фундамент в способе получения знаний, который позволит упорядочить информацию и ввести новые умозаключения. Только таким образом можно добиться прогресса в создании истины, потому что без логики наука была бы похожа на собирательство фактов. Сам Аристотель считал логику средством убеждения: логику можно использовать в риторике, спорах, дебатах и выступлениях. Можно сказать, что логика – это наука о правильном мышлении. Разберем каждое слово из этого определения:

1. Логика можно считать наукой, так как внутри любой науки можно совершать открытия и проводить исследования и анализ.

2. Слово «правильный» обозначает некоторые критерии и нормы. Именно их выставляет логика для правильного мышления.

3. Слово «мышление» обозначает способность думать и делать умозаключения, хотя четкое объяснение этому слову найти тяжело, так как оно будет общирно и не всегда объективно.

Первоначально, логику делят на формальную и неформальную. Формальная (символьная) логика исследует природу логического вывода и его подлинности с помощью формальных систем, состоящих из формального языка, набора правил вывода и набора аксиом. Формальный язык состоит из множества дискретных символов, синтаксиса и семантики, и выражений на этом языке, которые называют «формулами». Правила вывода и аксиомы используются для получения в дальнейшем набора теорем. Неформальная логика занимается изучением логики, используемой при аргументации в естественном языке. Она является более сложной, потому что семантика естественного языка гораздо сложнее семантики формального языка. Формальная логика равным образом делится на дедуктивную и индуктивную. Они различаются тем, что в дедуктивном аргументе истинность условий гарантирует истинность вывода (от общего к частному). В индукции же, при истинности условий одинаково возможен ложный и истинный вывод (от частного к общему). Рассмотрим подробнее законы и принципы формальной логики, поскольку ее, в отличие от неформальной, можно записать формульно. Законы формальной логики:

1. Закон тождества – двусмысленность недопустима, нельзя подменять одно понятие другим.

2. Закон непротиворечия – одно и то же утверждение не может быть истинным и ложным одновременно.

3. Закон исключения третьего (закон бивалентности) – утверждение может быть либо только ложным, либо только истинным, третьего не дано.

Принцип формальной логики – принцип достаточного обоснования: достаточными являются такие фактические и теоретические обоснования, из которых данное суждение следует с логической необходимостью. Базовые операции сентенциальной логики – логики высказываний (буква А обозначает предложение):

1. Отрицание. Утверждение $\neg A$ истинно тогда и только тогда, когда А ложно. Если имеем утверждение «А» и утверждение «не А», то, утверждение «А» будет истинным, когда утверждение «не А» будет ложным. Когда утверждение «А» будет ложным – «не А» будет истинным.

2. Конъюнкция (союз «и», AND, логическое умножение). Утверждение $A \wedge B$ истинно, если истинны и А, и В. В противном случае – ложно. Выражения А и В должны быть истинными одновременно. Если хоть один элемент ложен, то и все утверждение ложно.

3. Дизъюнкция (союз «или», OR, логическое сложение). Утверждение $A \vee B$ верно, если А или В (или оба) верны. Если оба неверны – утверждение ложно. Существует два типа дизъюнкции – включающая и исключающая. Включающее «или» - утверждение «А или В» будет истинным, когда хотя бы один или оба элемента истинны, но не когда оба элемента ложны. Исключающее «или» (XOR) - утверждение будет истинным, если один из элементов будет истинным, ложным – если оба элемента ложны или оба элемента истинны.

4. Импликация («следовательно»). Утверждение $A \Rightarrow B$ истинно, только когда А истинно, а В ложно. Подразумевает истинность одного элемента при истинности другого, так как условия истинности соблюдаются всегда, кроме случая, когда «А» истинно, а «В» ложно. Покажется, что, когда «А» ложно, а «В» истинно условия не соблюдается, но это не так. Если вы скажете, что после дождя промокните – это утверждение будет истинным вне зависимости от того, пошел дождь или нет.

5. Эквивалентность. Утверждение $A \Leftrightarrow B$ истинно, только если оба значения А и В ложны, либо оба истинны.

Таблица 1 – Таблица истинности некоторых логических операций

Значения переменных		Отрицание (для A)	Конъюнкция (AND)	Дизъюнкция (OR)	Исключающее «или» (XOR)	Импликация («следует»)	Эквивалентность
A	B	$\neg A$	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \oplus B$	$A \Rightarrow B$	$A \Leftrightarrow B$
0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	1	1

Предикатная логика допускает высказывания относительно переменных, фиксированных функция и предикатов. Высказывание «Я пошел в зоопарк» состоит из субъекта и предиката. Субъект – «Я», тот, кто совершает действие или имеет выраженное свойство, а предикат – все остальное – «пошел в зоопарк». Таким образом, если в сентенциальной логике высказывание «Я пошел в зоопарк» выражалось бы одной заглавной буквой, то в предикатной – заглавной (для предиката, обычно буква «х») и строчной (для субъекта). В предикатной логике появляются новые операции: универсальный и экзистенциальный кванторы. Кванторами возможно записать истинное выражение при всех возможных значениях «х» или хотя бы при одном.

1. Универсальный квантор (квантор всеобщности) обозначается символом — « \forall », с указанием переменной под ним. Возьмём утверждение «Все пингины чёрно-белые». В логике высказываний оно бы выражалось как « $X \Rightarrow P$ », где « X » — нечто являющееся пингином, а « P » — нечто являющееся чёрно-белым. В предикатной логике же используются субъекты и предикаты, поэтому нечто являющееся пингином (субъект), обозначалось бы переменной «х» снизу под предикатом. «"х" — является пингином, следовательно, является чёрно-белым». Записывается так: $P(x) \Rightarrow V(x)$, где $P(x)$: х — пингвин; $V(x)$: х — чёрно-белый. Однако этого недостаточно, ведь непонятно, один субъект «х» чёрно-белый или больше одного, а может вообще все. Поэтому утверждение «"х" — является пингином, следовательно, является чёрно-белым», берётся в скобки и перед скобками используется символ « \forall » с переменной «х» под ним — которые вместе и будут универсальным квантором.

2. Универсальный квантор переводится как: «Для всех "х" истинно, что ...». Теперь утверждение «х — является пингином, следовательно, является чёрно-белым» с универсальным квантором

перед ним, расшифровывается так: «Для всех "х" истинно, что "х" — является пингином, следовательно, является чёрно-белым». Это означает, что чем бы ни был объект во вселенной, если этот объект пингвин — он является чёрно-белым.

Таким образом, логика – обширная наука, которая имеет отношение ко всем дисциплинам, как гуманитарным, так и техническим. Особенно широко она используется в программировании и алгоритмизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логика: предикатная, формальная и сентенциальная. Кванторы и возникновение информатики. — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/post/533964/> (дата обращения: 07.05.2022).

2. Разработка подходов по выявлению именованных сущностей в биомедицинских текстах с использованием методов нечеткой логики / Ткаченко С.А., Коломыцева Е.П. / Вектор развития современной науки. Сборник статей VII Международной научно-практической конференции – Саратов: изд-во «Научная общественная организация «Цифровая наука»», 2020. С. 34-41

УДК 620.197

Курьято Н.А., Дорохов А.В.

Научный руководитель: Князева Л.Г., д-р хим. наук, доц.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Россия

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНГИБИРОВАННЫХ МАСЛЯНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Сталь как один из основных конструкционных металлов применяется во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства. Использование стальных металлоконструкций на открытом воздухе приводит к воздействию атмосферной коррозии. Атмосферная коррозия представляет собой достаточно сложный процесс при наличии многофазных химических и электрохимических реакций. Поскольку влажность, температура, загрязняющие вещества и осадки различны от места к месту, это напрямую влияет на процесс атмосферной коррозии металлов, особенно на начальных стадиях ее протекания. Первичные продукты коррозии образуют прослойку между металлической

подложкой и окружающей средой, что может сильно повлиять на последующую коррозию металла. Поэтому многие исследования были сосредоточены на коррозионном поведении на начальной стадии атмосферной коррозии.

Ежегодно потери от коррозии наносят огромный ущерб экономике и экологии. В ходе исследования, при поддержке NACE International, было установлено, что в 2013 году в США убытки от коррозии составили 2,5 триллионов долларов США, что эквивалентно 3,4% мирового валового внутреннего продукта (ВВП) [1]. Для сокращения убытков требуется применение веществ для замедления процессов коррозии. Для данной цели могут подойти ингибиторы коррозии на масляной основе, содержащие, кроме того, в своем составе летучие компоненты. Использование комбинированных материалов весьма актуально, так как предполагает взаимодополнение друг друга и повышение эффективности защиты стальных металлоконструкций от коррозии, особенно в щелях, зазорах и других труднодоступных местах.

Целью данной работы изучение защитной эффективности методом поляризационных измерений составов на масляной основе с добавлением противокоррозионных добавок Cortec VpCI-369, Cortec VpCI-368 D, по отношению к углеродистой стали Ст3.

Методика эксперимента. Для исследований масляных композиций использовали нефтяное масло индустриальное (И-20А). Концентрация противокоррозионных добавок в масляных композициях составляла 3 - 10 мас. %. Исследования проводили на образцах из углеродистой стали Ст3 с составом, масс. %: С – 0,20; Cu – 0,23; Mn – 0,51; P – 0,04; S – 0,05; Cr – 0,32; Ni – 0,21; Si – 0,15; Fe – 98,29.

Для нанесения покрытия стальные образцы погружали в ванну консервации на 10 сек., затем их закрепляли на подвесе вертикально и оставляли в естественной атмосфере на сутки для стекания избытка композиции и формирования защитной пленки [2].

Поляризационные измерения проводили с использованием потенциостата IPC-Pro MF в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 0,66 мВ/с в электрохимической ячейке.

Экспериментальные результаты. Электрохимические исследования позволяют дать экспресс-оценку защитных свойств исследуемых масляных композиций [3-5]. На рисунке 1 приведены результаты поляризационных измерений электрода из низкоуглеродистой стали с покрытием композициями на основе Cortec VpCI-368 D в И-20А в 0,5 М растворе NaCl, измеренные после 15-минутной экспозиции.

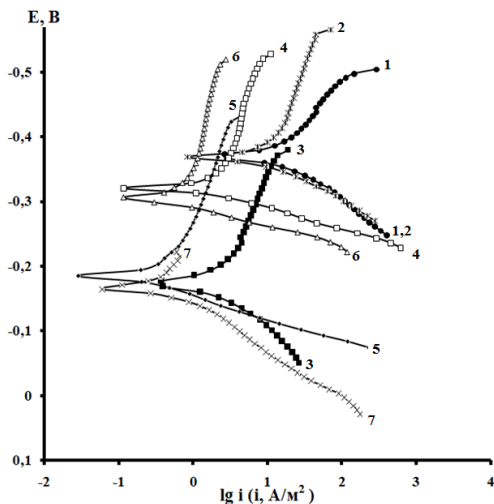


Рис. 1 Поляризационные кривые стали Ст3, покрытой защитными композициями, в 0,5 М растворе NaCl: 1 – покрытие отсутствует, 2 – И-20А; (3-7) И-20А с Cortec VpCI-368 D, масс. % 3 - 100; 4 - 3; 5 - 5; 6 - 7; 7 – 10

Стационарный потенциал коррозии ($E_{кор}$) стального электрода в отсутствие покрытия составляет $-0,36$ В, а значение плотности тока коррозии в фоновом растворе ($i_{кор}$) - $11 \cdot A/m^2$. Наклон тафелевского участка анодной поляризационной кривой близок к 56 мВ (рисунок 1, таблица 2), что соответствует значению $2,3 RT/F$, (где R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; F – постоянная Фарадея), характерному для анодной ионизации железа в слабокислых хлоридных средах в отсутствии пассивации. С нанесением пленки свежего индустриального масла И-20А $E_{кор}$ увеличивается до $-0,37$ В, а $i_{кор}$ - снижается до $8,7 \cdot A/m^2$. Также можно отметить, что на анодной поляризационной кривой значение наклона тафелевского участка сохраняется близким к 60 мВ. Защитное действие такого покрытия (Z) составляет 21 %, что нельзя назвать достаточным. Ингибирование масла Cortec VpCI-368D позволит снизить токи коррозии и, соответственно, повысить защитную эффективность масляной пленки (рисунок 1, таблица 2).

Таблица 1 – Результаты электрохимических испытаний композиций на основе И-20 А и Cortec VpCI -368 на углеродистой стали Ст3

Состав покрытия	$-E_{кор}, В$	$i_{кор}, А/м^2$	$b_k, В$	$b_a, В$	Z %
Без покрытия	0,36	11	0,102	0,056	-
И-20А	0,37	8,7	0,155	0,065	21
VpCI 368	0,17	1,2	0,090	0,058	89
3% VpCI 368 в И-20А	0,31	1,32	0,272	0,034	89
5% VpCI 368 в И-20А	0,18	0,44	0,195	0,050	96
7% VpCI 368 в И-20А	0,29	0,45	0,384	0,263	96
10% VpCI 368 в И-20А	0,17	0,43	0,160	0,006	96

Установлено, что значения наклонов тафелевских участков на анодных поляризационных кривых масляных композиций практически не зависят от концентрации Cortec VCI -368D и близки к полученным для стального электрода без покрытия. Это позволяет предположить отсутствие изменения механизма анодной реакции при ингибировании масла. На катодных кривых наблюдается быстрый переход к предельному току по кислороду. Отмечена интересная особенность. Покрытие электрода композицией с 3 масс. % Cortec VpCI-368D проявляет практически такой же защитный эффект, как и покрытие индивидуальным Cortec VpCI-368D. Защитная эффективность композиций с 5-10 % добавки в И-20А достигает 96 %.

На (рисунке 2), представлены результаты с покрытиями, в состав которых входит противокоррозионная добавка Cortec VpCI-369. Композиция масла с Cortec VpCI-369 существенно снижают токи коррозии и, соответственно, повышают защитную эффективность покрытия (рисунок 2, таблица 2). При этом наблюдается замедление анодного процесса, особенно существенное в присутствии 7 - 10% добавки. На катодных кривых наблюдается быстрый переход к предельному току по кислороду.

Покрытие электрода композицией с 5 масс. % Cortec VpCI-369 проявляет практически такой же защитный эффект, как и покрытие индивидуальным (100 %-ным) Cortec VpCI-369. Защитная эффективность композиций с 7-10 % добавки в И-20А достигает 99 %.

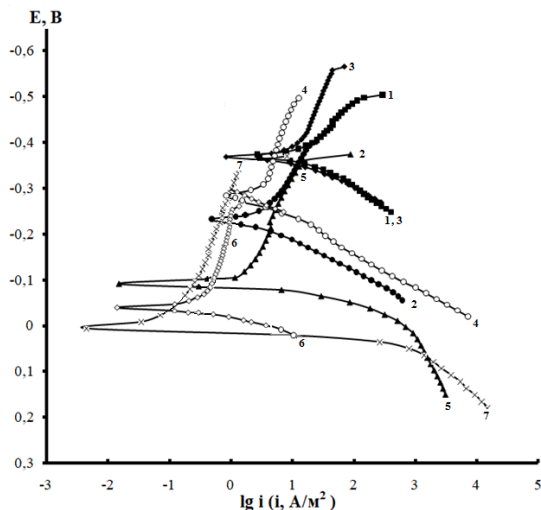


Рис. 2 Потенциодинамические поляризационные кривые на углеродистой стали, покрытой исследуемыми композициями в 0,5 М NaCl:

- (1) – без покрытия; (2) – VpCI-369;
 (3) - И-20А; С_{инт}: (4) - 3% в И20-А; (5) - 5% в И20-А;
 (6) - 7% в И20-А; (7) - 10% в И20-А

Таблица 2 – Защитные свойства исследуемых композиций по отношению к стали Ст3

Состав покрытия	-E _{кор} , В	i _{кор} , А/М ²	b _к , В	b _а , В	Z %
Без покрытия	0,36	11	0,102	0,056	-
И-20А	0,37	8,7	0,155	0,065	21
VpCI 369	0,23	1,58	0,082	0,063	85
3% VpCI 369 в И-20А	0,29	1,70	0,166	0,055	85
5% VpCI 369 в И-20А	0,10	1,58	0,142	0,052	85
7% VpCI 369 в И-20А	0,05	0,10	0,099	0,049	99
10% VpCI 369 в И-20А	0,01	0,10	0,079	0,051	99

На основе поляризационных кривых оценена защитная эффективность композиций индустриального масла И-20А с Cortec VpCI-368D и Cortec VpCI-369 (5-10%) при кратковременной экспозиции стального электрода с покрытием в 0,5 М растворе NaCl. Защитная эффективность составляет 96-99%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Koch G. et al. International measures of prevention, application, and economics of corrosion technologies study // *NACE International*. – 2016. P. 216
2. Knyazeva L.G., Tsygankova L.E., Dorokhov A.V., Kur'yato N.A. Protective efficiency of oil compositions with Cortec VpCI-368D// *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. 2021. V. 10. N. 2. Pp. 551-561.
3. Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д., Князева Л.Г. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. сообщение 2. Электрохимические исследования// *Практика противокоррозионной защиты*. 2005. № 4 (38). С. 49-55.
4. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д. Электрохимические аспекты ингибирования коррозии стали отработанными маслами// *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2013. Т. 18. № 5. С. 2294-2298.
5. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Таныгина Е.Д., Бернацкий П.Н., Пчельникова Т.И., Румянцев Ф.А. Кинетика электродных реакций на стали Ст3, покрытой масляными пленками, в хлоридных растворах// *Коррозия: материалы, защита*. 2004. № 2. С. 33-40.

УДК 929

Лычкина Ю.А.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЯКОВ АЛЕКСАНДРОВИЧ СЕВАСТЬЯНОВ

Начертательная геометрия - это раздел геометрии, в котором изучаются способы построения изображений на плоскости, а также методы решения пространственных задач на плоскости. Начертательная геометрия произошла из реальных потребностей человечества. Точные потребности естественных наук, технологий, промышленности и искусства способствовали развитию этой науки.

Французский геометр Гаспар Монж (1746-1818) признан основателем описания геометрии как науки [1]. Он опубликовал лекцию

по начертательной геометрии студентам Парижского технологического института. Один из учеников Г. Монжа - А. Бетанкур и К.И. Портье. Бетанкур получил хорошее образование в Королевской школе, Академии изящных искусств Мадрида и Национальной академии мостов и дорог Парижа. Основываясь на теории начертательной геометрии, он внес свой вклад в дальнейшую преподавательскую и инженерную деятельность. Как и его учитель, Августин Бетанкур, организатор и первый инспектор Института Корпуса инженерных путей сообщения (ИКИПСа), считал, что промышленный прогресс требует внедрения точных научных выводов и точных инструментов для научных исследований в производство. С 1815 году Карл Портье стал ведущим лектором по начертательной геометрии в ИКИПСа. В 1816 году в России был издан учебник на французском языке по начертательной геометрии К.И. Потье, который был переведен на русский язык его учеником Я.А. Севастьяновым [1].

История начертательной геометрии в России неразрывно связана с деятельностью Института инженеров путей сообщения, основанного в Санкт-Петербурге в 1809 году. Русская школа изобразительной геометрии также сформировалась под непосредственным влиянием института [4]. Когда курсы начертательной геометрии были введены в курсы других учебных заведений, Институт инженеров железнодорожного транспорта уже подготовил достаточно опытных и квалифицированных преподавателей, среди которых в первую очередь следует упомянуть Якова Александровича Севастьянова (1796-1849) [2].

Яков Александрович Севастьянов родился в аристократической семье в Санкт-Петербурге 22 сентября 1796 года. Его отец, Александр Федорович Севастьянов (1771-1824), был ординарным академиком отделения зоологии Российской академии наук, членом многих научных обществ в России и за рубежом, педагогом, переводчиком и поэтом. Я.А. Севастьянов получил хорошее семейное воспитание и начальное образование, поступил в Санкт-Петербургскую гимназию, а после окончания (1811) поступил в Санкт-Петербургскую академию инженеров путей сообщения, где впоследствии проработал до 1843 года. В то время курс обучения в колледже был рассчитан на четыре года, и все студенты были разделены на четыре бригады [5].

По результатам ежегодного экзамена был осуществлен перевод из одной бригады в другую и повышение в звании прапорщика и подпоручика. После поступления в Санкт-Петербургскую инженерную академию путей сообщения Яков Александрович Севастьянов по результатам вступительных экзаменов был сразу же зачислен в Третью

бригаду. В 1812 году он был произведен в прапорщики, а в феврале 1814 года - в подпоручики.

Я.А. Севастьянов обладал особыми способностями в точных науках и глубокими познаниями в литературе. В институте его знания в предметных областях математики и графики были развиты и расширены благодаря В.И. Висковатову (1779-1812), преподававший “чистую” математику и прикладную математику в институте, Томасу де Томону (1760-1813), профессору архитектуры и живописи и другим талантливым преподавателям. Яков Александрович Севастьянов окончил ИКИПС 20 августа 1814 года с “первым по успехам” и был произведен в поручики. Особого внимания заслуживает описание геометрии с ее приложениями, которое впервые в России преподается в ИКИПС. Яков Александрович был удостоен “высочайшего благоволения, объявленного ему в письме генерального инспектора института Бетанкура”, единовременной годовой выплаты, а затем произведен в капитаны инженеров (1817). В 1818 году Я.А. Севастьянов перевел работы К.И. Потье: “Приложение начертательной геометрии к рисованию” и “Начальные основания разрезки камней” [3].

Первая работа посвящена приложению начертательной геометрии к построению теней и перспективы, а вторая работа посвящена архитектурному искусству каменной кладки, которое очень распространено в инженерных сооружениях - каменных сводах, куполах, винтовых лестницах, оконных проемах.

За перевод этих книг Севастьянов был награжден орденом Святой Анны третьей степени. Совместная работа с Потье К.И. и дальнейшее направление творческой деятельности Севастьянова - он стал главой национальной школы начертательной геометрии в 1820-1840-х годах. С сентября 1814 года Яков Александрович был назначен преподавателем курса начертательной геометрии вместо Ф.И. Рерберг (1791-1871) [5].

В этот период начертательная геометрия преподавалась на французском языке, поэтому учебники и методическая литература по этому предмету также издавались на французском языке. При выполнении своих переводов с французского языка Яков Александрович разработал русскую терминологию и символику начертательной геометрии, которые практически без изменения используются до сих пор [1].

В 1819 году был опубликован на русском языке учебник «Начальные основания аналитической геометрии», написанный Яковом Александровичем, и явившийся развитием идей по приложению анализа к геометрии, изложенных академиком В.И. Висковатовым. Учебник был одобрен Императорской академией наук, автор награжден

орденом Святого Владимира 4 степени (1819 г.) и произведен в инженер-майоры (1820 г.).

Учебник включал в себя три части: прямая линия и плоскость, кривые поверхности, пересечение поверхностей, всего 186 страниц текста и 33 чертежа. Здесь Яков Александрович вводит понятия следов плоскостей, проецирующих плоскостей, решает метрические и позиционные задачи. В этой работе Севастьянов для пояснения ортогонального проецирования при изображении прямой и поверхностей второго порядка применяет фронтальную аксонометрию с левосторонней системой координат [3].

Я.А. Севастьянов разработал способ «наклонного проецирования» (впоследствии «вспомогательное проецирование») как один из способов преобразования ортогональных проекций.

В 1830 году была опубликована книга Севастьянова "Приложение начертательной геометрии к рисованию". Он изложил основные знания линейной перспективы с теоретической точки зрения, а также методы построения собственных теней различных поверхностей и падающих теней. За эту работу Севастьянов получил подарок на сумму 2000 рублей от императора Николая I.

В 1831 году был издан научный труд «Приложение начертательной геометрии к воздушной перспективе, к проекции карт и к гномонике», который был удостоен Императорской академией наук Демидовской премии (1833 г.).

В 1840 году издается труд Я.А. Севастьянова "Начальные основания плотничного искусства", расширяющий практическое применение теории геометрии чертежа к практике строительства деревянных конструкций. Эта книга сопровождается иллюстрациями, включая изображения соединений балок (разрезов) в ортогональной и аксонометрической проекциях, а также чертежи стропил, деревянных ферм и балочных конструкций [5].

Благодаря работам Я.А. Севастьянова начертательная геометрия широко использовалась во многих учебных заведениях России, ее применение в практических дисциплинах, таких как живопись, воздушная перспектива, картография, хронометраж и столярное дело, приобрело большое значение. Я.А. Севастьянов вложил в ее развитие около 30 лет творческой деятельности. Начертательная геометрия - фундаментальная наука, которая не утратила своего значения в техническом образовании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брыкова Л.В. Графическое образование в России: история и современность. Монография / Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2018. – 151 с.

2. Брыкова Л.В. Из истории сетевого взаимодействия учреждений образования в процессе формирования графической культуры / Достижения вузовской науки: от теории к практике: сборник материалов II Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2017. – 184 с., С. 71-76.

3. Севастьянов Я.А. Основания начертательной геометрии для употребления воспитанниками Института корпуса инженеров путей сообщения. СПб., 1821.

4. Тарасов Б.Ф. Роль Петербургского государственного университета путей сообщения в становлении и развитии в России начертательной геометрии как науки и учебной дисциплины. 1810 – 1940 гг. Дисс. д.т.н. в форме науч. докл.: 07.00.10 / Тарасов Борис Федорович. СПб.: ПГУПС, 1998. – 92 с.

5. Тарасов В.Ф. Яков Александрович Севастьянов. 1796-1849. Л.: Наука, 1990. – 189 с.

УДК 691.175.5/.8

*Мельниченко А.В., Посохов Р. Е., Мерзликina А.И.
Научный руководитель: Любушкин Р.А., канд. техн. наук
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ШЕРАХОВАТОСТИ НА ПОВЕРХНОСТЬ СВЕТОРАСSEИВАТЕЛЯ ИЗ ПОЛИКАРБОНАТА

В индустрии осветительной техники используются источники света разной конструкции и принципа действия от люминесцентных до ламп накаливания. С ростом прогресса все большую популярность на рынке осветительной техники приобретают светодиодные светильники, они представляют собой весьма доступные и долговечные источники света, обременённые некоторыми недостатками. К таковым относиться особенность светового пучка, который они создают. Дело в том, что

светодиоды генерируют узкий и направленный источник света, это в свою очередь требует, чтобы светильник был оснащён прозрачным (матовым) светорассеивателем, в противном случае такой светильник будет оказывать негативное воздействие на органы чувств тем самым снижая продуктивность находящихся в контакте людей.

В качестве материала рассеивателя помимо обычного стекла, свою нишу заняли и полимерные материалы, в осветительной технике наибольшее распространение получили: полиметилметакрилат (ПММА), полистирол, АБС-пластики и поликарбонат (ПК). Каждый из представленных полимеров обладает своими особенностями, так ПК в сравнении с перечисленными пластиками обладает небольшим сопротивлением к ударному разрушению [1, 2], благодаря чему его используют в осветительных приборах, расположенных в общественных местах, в конструкции автомобильных фар и антивандалных светильников.

Для придания оптически прозрачному материалу светорассеивающие свойства (получить изделие с матовым оттенком), согласно физической природе светорассеивания, необходимо создать оптически неоднородную среду [3], разумеется, без значительных потерь светопропускания. В настоящее время при производстве пластиковых рассеивателей существует два способа придания неоднородности:

-путем разработки полимерных композиционных материалов, содержащих специальный наполнитель (воск, стеклянные микрошарики) [4]

-или же путем придания определённой топографии поверхности изделия (шагрень, «колотый лёд» и тд.)

Производство поликарбонатных оптически непрозрачных светорассеивателей, в большинстве случаев сопровождается использованием специальных светорассеивающих марок, которые значительно дороже, или собственное смешение с заготовленным наполнителем.

В противовес существуют способы придать поверхности изделия шероховатость, которая поспособствует появлению светорассеивающих свойств. Такого рода методы представляют собой физическую или химическую (травление) обработку поверхности материалов [5], применяемых как правило с целью повысить адгезию перед склеиванием или окрашиванием. Достаточно простым с точки зрения реализации является метод струйно-абразивной обработки (САО), его часто используют для абразивной очистки, также хорошим примером служит процесс матирования стекла пескоструем.

Ведении CAO в производство рассеивателя, с экономической точки зрения, в долгосрочной перспективе будет дешевле чем постоянная закупка рассеивающих добавок или марок ПК. Основной расход при этом будет идти за счет пополнения абразива и ремонта изношенного оборудования.

В работе [6] достаточно подробно изучены физические модели взаимодействия частиц абразива с поверхностью синтетического полимерного материала, благодаря которым можно утверждать о эффективности применения струйной обработки, также в работе [6] представлены математические модели, которые помогут спрогнозировать величину износа и подходящие параметры CAO

Из всего многообразия абразивных материалов для обработки ПК наиболее подходящим является силикатный песок низкой фракции. Подбор оборудования, а именно компрессора и пескоструйного аппарата, осуществляется исходя из расчетных параметров CAO [7]. В процессе эксплуатации параметры варьируются с учетом технического задания. Серии испытаний показали достаточную эффективность метода струйной обработки, соответствующих теоретическим ожиданиям.

Из основных недостатков струйной обработки можно выделить ее экологический аспект, а именно в процессе CAO происходит активное пылевыведение, источником загрязнения служат как обрабатываемый материал, так и в главной степени частицы абразива. Песок является хрупким абразивном материалов, который разрушается после первого же цикла обработки, поэтому в качестве меры профилактики, загрязнения воздуха рабочей зоны, необходимо выделять для струйной обработки отдельное вентилируемое помещение или использовать закрытые пескоструйные аппараты, оператор должен располагать средствами индивидуальной защиты. Процесс можно автоматизировать, чтобы свести к минимуму контакт работников с пылью

Таким образом физическую модификацию поверхности рассеивателей можно рассматриваться в качестве альтернативы, созданию светорассеивающих марок ПК. В процессе CAO получается матовое пластмассовое изделия, с микрошероховатой поверхностью. Отлично справляющееся с рассеиванием светодиодного светового пучка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакнелл К.Б. Ударопрочные пластики. Л.: Химия, 1981, 328с.

2. Ключникова Н.В., Генев И., Мухачева В.Д. Защитные покрытия на основе модифицированных фенолформальдегидных композитов / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. 2. С. 91-97.

3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. М.: Наука, 1985. т.4, Оптика.

4. Циритов Ц. Б., Андреева Т. И., Вахтинская Т. Н., Кравченко Т. П., Лукашов Н. И. Композиционные материалы функционального назначения на основе поликарбоната для светодиодного освещения // Успехи в химии и химической технологии 2018. №6 С. 178-180

5. Шалкаукас М.И. Металлизация пластмасс 1983 42 с.

6. Юрченко В.И. Прогнозирование результатов ударно-абразивной обработки искусственных обувных материалов при низких температурах и принципы создания оборудования: дис. доктор техн. наук 2006 С. 101-102

7. Козлов Д. Ю. БЛАСТИНГ гид по высокоэффективной абразивоструйной очистке Е.: Издательство «Феникс», 2007. 148 с.

УДК 658.5.011

Мерзликина А.И., Копнина О.В., Щербаков А.С.

Научный руководитель: Ключникова Н.В., доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЫНКА ПОЛИМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ

В первой половине 2020 года в РФ возросли не только объёмы внутреннего производства полипропилена, но и объёмы импортируемой продукции различных марок. Как в начале пандемии коронавируса, так и некоторое время после наиболее востребованными оставались такие сегменты потребления, как упаковка и нетканые материалы, остальные же участники полипропиленового рынка находились в упадке.

За первые пять месяцев 2020 года российские производители полипропилена повысили долю выпуска различных марок продукта на 26% в соотношении с тем же периодом в 2019 году. По данным подсчётов, была достигнута отметка в 765,3 тыс. т. Основной прирост был обеспечен мощностями Тобольского комплекса СИБУР (168,6 тыс. т.) и «ЗапСибНефтехима» (193,1 тыс. т.), а также Омского «Полиома» (78,9 тыс. т.)

Совместно с этим увеличилась и доля импорта полипропилена на территорию России (возросла на 15%). В период с начала года по конец мая в страну было ввезено 85,3 тыс. т. специализированных марок.

Однако по словам ведущих экспертов индустрии, российские производители предпринимают попытки импортозамещения и стараются вывести на рынок те марки, которые до этого момента в России не производились.

Первые полгода 2020 года цены на отечественный марок полипропилен варьировались в пределах от 86500 до 91500 руб. за тонну. В дальнейшем тонна полипропилена торговалась уже по 86400 руб. Если же говорить, например, о продукции из Туркменистана или Азербайджана, то цена за тонну будет составлять – 77000-79000 руб. Однако далеко не многие российские переработчики согласны рассматривать туркменских или азербайджанских поставщиков, так как качество продукции на порядок ниже, чем у российских марок. По словам производителя перерабатывающей компании, вместе с низкой ценой исходного сырья мы получаем низкое качество готовой продукции.

Традиционные сегменты потребления полипропилена в РФ – товары народного потребления:

- тара и упаковка
- игрушки
- мебель
- хозтовары
- пленки и пленочные нити
- нетканые материалы труб
- автокомпоненты
- бытовая техника
- медицинские изделия

Как говорилось выше, сегмент ТНП (упаковка) во время пандемии показал довольно сильный прирост, пик подъёма которого пришёлся именно на начало ограничительных мер (конец апреля – начало мая 2020 года). Многие производители отмечали, что на первые полгода пришёлся огромный спрос на продукцию.

Сегмент БОПП-плёнок за этот период показал прирост около 12-17%. Это произошло по причине того, что всю пищевую продукцию в строгом порядке требовалось помещать в индивидуальную упаковку.

В том числе на 40% возросло и потребление нетканых материалов из-за резко увеличившегося спроса на средства индивидуальной защиты (одноразовые медицинские изделия). Производители отмечали:

спрос вырос настолько быстро, что не хватало ни производственных мощностей, ни самих материалов.

Несмотря на трудности, возникшие во время пандемии, внутренний рынок полимерной продукции развивался усиленными темпами. По мнению экспертов, вывод Тобольской промышленной площадки на проектную мощность и запуск предприятий «Лукойл» даст возможность полностью отказаться от импорта полиолефинового сырья на территорию РФ, а также позволит нашей стране стать крупнейшим экспортёром базовых полимеров.

На сегодняшний день, в рамках сложившейся политической и экономической ситуациях, российские производители полимерной продукции в ближайшем будущем будут вынуждены полностью перейти на отечественное сырьё и производство. Многие компании уже взяли курс на развитие российской промышленности.

Например, компания «Атлантис-Пак» - крупнейший производитель пластиковой упаковки запустила в Ростове-на-Дону завод по выпуску инновационной барьерной плёнки для пищевой продукции. Многослойная полимерная пленка (для упаковки в лотки с модифицированной атмосферой или под вакуумом) на 30 -50% тоньше аналогов, однако сохраняет все их барьерные и прочностные качества. Мощность завода - 5300 тонн пленки в год, что позволит снизить долю импорта на рынке с 25–30 до 15%.

СИБУР, в свою очередь, уже импортозаместил полимеры и БОПП-плёнки для производства упаковки, а также марки полиэтилена для упаковки снеков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключникова Н.В., Генов И., Кудина А.Е. Полимерное поверхностно-активное вещество для нефтедобывающей отрасли // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. №11. С. 99-104.

2. Бабичев А.А., Мешечкина Р.П. Стратегические направления развития экономики в России в условиях реализации политики импортозамещения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №3 С. 211-214.

3. Ванифатова М.М. Системы маркетинговой информации: современные мировые тенденции развития и особенности российского рынка // Маркетинг в России и за рубежом. 2020. №1(27). С. 57-67.

4. Пластик: индустрия переработки пластмасс // Полезные инвестиции. 2013. №9/1 (127). С. 30-32.

5. Каблов Е.Н. Композиты: сегодня и завтра // Металлы Евразии. 2015. №1. С. 36–39.

УДК 615.543

Мишина А.Ю., Еськов Е.С.

*Научный руководитель: Калмыкова Е.Н., д-р хим. наук, доц.
Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В СЕМЕНАХ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Бахчевые культуры – это группа сельскохозяйственных культур продовольственного, кормового и технического значения, относящиеся к семейству Тыквенные (*Cucurbitaceae*). К ним относят арбуз, дыню, тыкву и кабачок. Бахчевые культуры содержат большое количество кальция, магния, натрия, железа, фосфора, калия, витамина С, а также гидроксикоричных кислот.

Гидроксикоричные кислоты относятся к фенольным соединениям, у которых бензольное кольцо связано с карбоксильной группой через этиленовую связь. Основными кислотами, содержащимися в природных источниках являются п-кумаровая, кофейная, феруловая и синаповая. Тем не менее, содержание о-кумаровой и коричной кислоты также обнаружено, но в меньшей степени. В природе обычно встречаются гидроксикоричные кислоты, связанные с множеством других природных компонентов, таких как белки, лигнин, флавоноиды, глюкоза, хинная, яблочная и винная кислоты [1...2]. Следовательно, это может привести к образованию различных конъюгатов и производных (хлорогеновая, кафтаровая, розмариновая и цикориевая кислоты).

В жизнедеятельности растений гидроксикоричные кислоты играют достаточно важную роль. Они повышают устойчивость к вредителям и неблагоприятным факторам окружающей среды, принимают участие в биосинтезе флавоноидных гликозидов. Отмечено их участие в процессе фотосинтеза и дыхания растений, а также в метаболизме углеводов и липидов. Также гидроксикоричные кислоты оказывают влияние на ростовые характеристики растений и на их развитие, улучшают урожайность, повышают качество выращиваемой продукции, ускоряют созревание. Они воздействуют на цветение и формирование цветков многих культурных растений – декоративных, лекарственных, плодово-ягодных, овощных [3...4].

Целью работы явилось количественное определение суммы гидроксикоричных кислот в семенах тыквенных культур.

Объектами данного исследования служили образцы семян: тыква сорта «Кроха», кабачок сорта «Грибовский», дыня сорта «Радужная».

Определение количественного содержания суммы гидроксикоричных кислот в образцах дыни, тыквы и кабачка осуществляли спектрофотометрическим методом в пересчете на коричную кислоту. Первоначально вычислили ее удельный показатель поглощения при длине волны 325 нм, который составляет 0,6004 (таблица 1).

Таблица 1 – Определение удельного показателя коричной кислоты

Концентрация раствора коричной кислоты, %	Оптическая плотность (A)
1,25	0,6544
0,625	0,3234
0,3125	0,1720
0,15625	0,0920
0,078125	0,0527
0,039063	0,0185

В работе приведены результаты извлечения гидроксикоричных кислот из указанных образцов с использованием 4 способов.

Первоначально экстракцию осуществляли 80% этиловым спиртом в соотношении 10 мл экстрагента на 1 г измельченного сырья при температуре 80°C в течение 30 минут. Далее проводились эксперименты с изменением одного из параметров экстрагирования: продолжительность (30 минут и 60 минут), концентрация этилового спирта (80% и 50%) и температура (80°C и 60°C).

Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометре UV-1800, при длине волне 325 нм, в кювете 1 см. В качестве раствора сравнения применялся 80% и 50% этиловый спирт соответственно. Полученные значения оптической плотности исследуемых экстрактов, представлены в (таблице 2).

Таблица 2 – Оптические плотности (А) анализируемых растворов в зависимости от способа экстрагирования

Образец	1 способ 80% спирт 30 минут 80°C	2 способ 80% спирт 60 минут 80°C	3 способ 50% спирт 30 минут 80°C	4 способ 80% спирт 30 минут 60°C
Дыня	0,1372	0,0400	0,0695	0,1164
Тыква	0,1539	0,0824	0,0823	0,1352
Кабачок	0,0680	0,0910	0,0455	0,1073

Содержание суммы гидроксикоричных кислот (X, %) в семенах бахчевых культур в пересчете на коричную кислоту вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A \cdot V_1 \cdot 100\%}{E_{1\text{см}}^{1\%} \cdot m \cdot (100 - W)} \quad (1)$$

где А – оптическая плотность исследуемого раствора;

V_1 – объем мерной колбы, используемой для разведения извлечения, мл;

$E_{1\text{см}}^{1\%}$ – удельный показатель поглощения коричной кислоты, при 325 нм;

m – масса навески анализируемого сырья, г;

W – влажность, %.

Количественное определение содержания суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на коричную кислоту, представлено в (таблице 3).

Таблица 3 – Результаты количественного определения суммы гидроксикоричных кислот в семенах бахчевых культур.

Способ экстрагирования	Исследуемый образец	Содержание суммы гидроксикоричных кислот, %
1 способ	Дыня	11,97
	Тыква	13,39
	Кабачок	5,99
2 способ	Дыня	3,49
	Тыква	7,17
	Кабачок	8,01
3 способ	Дыня	6,06
	Тыква	7,16
	Кабачок	4,01

4 способ	Дыня	10,15
	Тыква	11,76
	Кабачок	9,44

В результате проведенных исследований показано, что условия экстракции влияют на эффективность извлечения суммарной фракции гидроксикоричных кислот. Использование 80%-го спирта при нагревании до 80° С в течение получаса обеспечивает наиболее полное извлечение целевых веществ из семян дыни и тыквы. Для семян кабачка более эффективна температура 60° С, при этом сумма гидроксикоричных кислот не превышает 9,44%. Применение 50%-го этанола в качестве экстрагента менее эффективно даже при температуре 80° С и получасовом нагревании.

Использование метода спектрофотометрии позволило установить, что наибольшим суммарным содержанием гидроксикоричных кислот характеризуются семена тыквы (7,16% - 13,39%) за исключением экстрактов, полученных вторым способом, где самое высокое содержание отмечено для семян кабачка (8,01%).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Vinholes J. Hydroxycinnamic acids (HCAS): Structure, biological properties and health effects / J. Vinholes, M. Branca Silva, R. Luis Silva // *Advances in Medicine and Biology Edition*. – 2015. – V. 88. – Chapter 8. – P. 4-7.

2. Hydroxycinnamic Acids and Derivatives Formulations for Skin Damages and Disorders: A Review / M. Contardi, M. Lenzuni, F. Fiorentini // *Pharmaceutics*. – 2021. – V. 13(7). – 999 p

3. Роль фенольных соединений в растениях / Л.Д. Прусакова, В.И. Кефели, С.Л. Белопухов // *Агрехимия*. – 2008. – № 2. – С.86-89.

4. Макеева И.Ю. Физиолого-биохимические ответы *Solanum tuberosum* на действие кофейной кислоты / дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук: 03.01.05 / Макеева Инна Юрьевна. – Москва. 2017. – С. 11-17.

Мищенко Е.С., Сизунова А.А.

Научный руководитель: Карпов А.Б., ст. преп.

Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ СКИ-3

В настоящее время проблеме модификации синтетических каучуков с целью получения резиновых смесей с высоким уровнем когезионной прочности, то есть способностью противостоять механическому разрыву, уделяется все большее внимание. Из-за комбинации таких факторов, как отсутствие размещения производства натурального каучука на территории Российской Федерации, а также наличия широкой сырьевой базы для изготовления и модификации синтетических каучуков, разработка технологий получения синтетических каучуков, не уступающих по свойствам натуральному, стала важной задачей резиновой промышленности. Объектом исследования выбран синтетический цис-1,4-полиизопреновый каучук, который наиболее близок по свойствам к натуральному, однако резиновые смеси на его основе обладают пониженной когезионной прочностью,

Повышения прочностных свойств можно добиться путем введения в состав макромолекул каучука функциональных групп. Известна модификация с добавлением малеинового ангидрида (МА), данный способ позволяет улучшить прочностные свойства резиновых смесей [1]. В настоящей работе предлагается использование в качестве модификатора жирных кислот таллового масла (ЖКТМ), содержащие в своем составе непредельные кислоты C₁₈-C₂₀, которые будут присоединяться к α -метиленовому атому углерода полимера.

Новая технология заключается в прививке ЖКТМ в процессе окислительной деструкции. Окислительная деструкция позволяет ввести в структуру каучука карбоксильные, карбонильные, гидроксильные и эпоксидные группы. Перед проведением процесса в реакционную смесь вводились инициатор, перекись бензоила, и катализатор окисления, нафтенат кобальта. Реакции окислительной деструкции и прививки ЖКТМ проводились на протяжении 4-х часов при температуре 90-95°C в среде углеводородного растворителя, толуола, при этом отношение ЖКТМ:каучук составило 1:4. Для

сравнительного анализа по данной технологии приготовлен модификатор на основе малеинового ангидрида.

С целью оценки прочностных свойств приготовлены четыре резиновые смеси в соответствии с ГОСТ [2], рецептура которых отображена в (таблице 1). Стеариновая кислота служит пластификатором, а также в комплексе с оксидом цинка является активатором серной вулканизации. Ацетонанил Н представляет собой высокоэффективный стабилизатор, защищающий резиновую смесь от теплового и светоозонного старения. Технический углерод выступает в роли главного усиливающего наполнителя.

Таблица 1 – Состав резиновых смесей

Компоненты	Количество, мас. ч.
Каучук	100
Стеариновая кислота	1
Оксид цинка	5
Ацетонанил Н	0,5
Технический углерод П-803	40
ФОИ	5

Резиновые смеси готовились из СКИ-3 (смесь I), натурального каучука (смесь II), СКИ-3 с добавлением модификатора на основе МА (смесь III) и СКИ-3 с добавлением модификатора на основе ЖКТМ (смесь IV). Испытания для оценки когезионной прочности проводились на универсальной разрывной машине SHIMADZU AGS-X в соответствии с ГОСТ [3] при скорости нагружения 500 мм/мин. На (рисунках 1-2) приведены результаты эксперимента такие, как показатели временного сопротивления разрыву и максимального усилия, по которым можно судить о наличии лучших прочностных свойств у резиновой смеси, содержащей в своем составе модификатор на основе ЖКТМ.

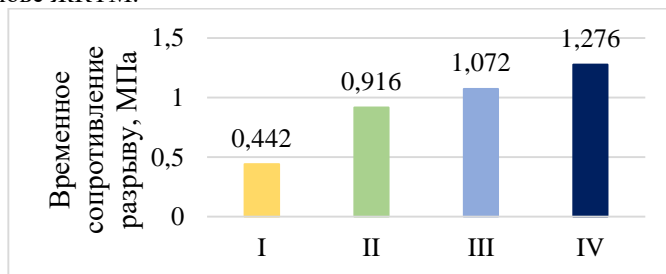


Рис.1 Показатели временного сопротивления разрыву

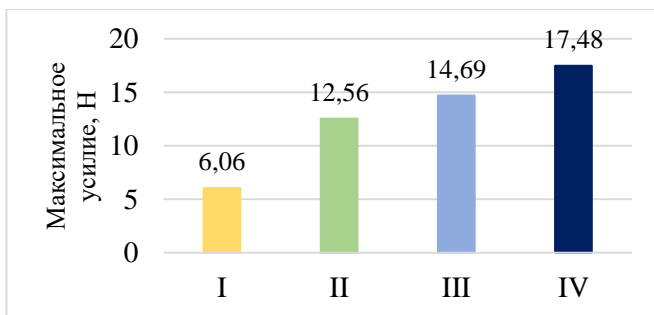


Рис.2 Показатели максимального усилия

Среди модифицирующих добавок наиболее перспективными для использования являются ЖКТМ. В настоящее время на территории России потребляется большое количество импортного натурального каучука, который можно заменить модифицированным СКИ-3. Показатели, полученные при анализе эффективности данной разработки, указывают на целесообразность ее использования при внедрении технологии в производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чернов К.А. Модификация каучука СКИ-3 и резиновых смесей на его основе полифункциональным кислородсодержащим олигоизопреном: дис. канд. тех. наук: 05.17.06 – КГТУ, Казань, 2005 – 145 с.
2. ГОСТ Р 54548-2011. Каучуки изопреновые (IR). Приготовление и испытание резиновых смесей. – Москва: Стандартинформ, 2013 – 11 с.

УДК 674.07

Мочалов Д.В.

*Научный руководитель: Краснова В.Ф., канд. техн. наук, доц.
Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола, Россия*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Методика проведения эксперимента. Адгезия – прилипание, связь между приведенными в контакт двумя любыми разнородными жидкими,

твердыми, кристаллическими или аморфными телами. Причина возникновения адгезионной связи – действие сил сцепления разнородных молекул, атомов, ионов, функциональных групп, находящихся в поверхности слоя соприкасающихся фаз. Интенсивность адгезии определяет прочность склеивания, сцепления лакокрасочного покрытия или другого полимерного покрытия с основой. Адгезия относится к поверхностным явлениям в отличие от когезии.

Когезия – это сцепление однородных молекул, атомов, ионов вещества в объеме тела. По характеру связи к когезии близка аутогезия, характеризующая связь однородных контактирующих молекул, атомов, тел. Если структура тела на границе раздела фаз оказывается такой же, как в любой точке объема системы, то аутогезионное взаимодействие становится равным когезионному. У вязких и жидких низкомолекулярных веществ аутогезия быстро достигает когезионной прочности, так как площадь контакта исчезает.

По характеру разрушения можно охарактеризовать силы адгезионного, когезионного и аутогезионного взаимодействия. Если разрушение происходит на границе разнородных тел, имеет место адгезионная связь; на границе однородных тел – аутогезионная связь; внутри объема тела – когезионная связь; по объему обоих взаимодействующих тел и адгезива – смешанная связь.

Измерение адгезии осуществляется при помощи специализированных приборов, которые позволяют на производственном этапе определить, как прочно изделия прикрепляются друг к другу после использования тех или иных методов скрепления [1].

Цель данной работы заключалась в определении адгезии лакокрасочного покрытия к подложке и вида адгезионной связи по характеру разрушения образца.

Определение адгезии производили на образцах из фанеры, мебельного щита, столярной плиты размером 50х50 мм, отделанных разными лакокрасочными материалами [2].

Для проведения испытаний использовали разрывную машину Р-10 (рисунок 1), металлические цилиндры (штифты) диаметром 19,8 ±0,1 мм, клей эпоксидный.

Подготовка образцов к испытанию приведена на (рисунке 1).

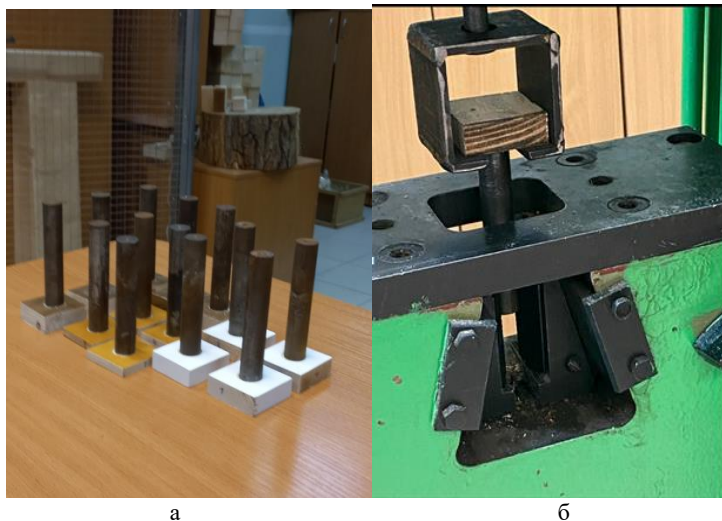


Рис. 1. Подготовка образцов к испытанию: а – образцы для испытания; б – разрывная машина Р-10

Результаты испытаний приведены в (таблице 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний адгезии методом штифтов

№ образца	Вид покрытия и подложки	Адгезия (σ) МПа	Разрушающая нагрузка (Р), Н	Вид и процент разрушения
1	Полиуретановый лак РТЛ-80 на лущеном шпоне (основа столярная плита)	0,13	40	Когезия - 100%
2		1,01	320	Когезия - 70%, Адгезия-30%
3		0,11	36	Когезия - 60%, Адгезия-40%
4		0,25	80	Когезия - 80%, Адгезия-20%
5		2,04	640	Когезия - 100%
6		1,53	480	Когезия - 100%
7		2,0	640	Когезия - 100%
8		1,66	520	Когезия - 100%
9		2,29	720	Когезия - 100%
Среднее		1,2	386,2	
1		0,13	40	Адгезия-96%, Когезия - 4%

2	Нитроцеллюлозный лак LEC19812 на фанере	0,13	40	Адгезия-100%
3		0,63	200	Адгезия-80%, Когезия - 20%
4		0,13	40	Адгезия-95%, Когезия - 5%
5		1,53	480	Адгезия-80%, Когезия - 20%
6		1,53	480	Адгезия-70%, Когезия - 30%
Среднее		0,7	213,3	
1	Нитроцеллюлозная эмаль НЦ-132 на мебельном щите	0,13	40	Адгезия-80%, Когезия - 20%
2		0,13	40	Адгезия-95%, Когезия - 5%
3		0,15	45	Адгезия-85%, Когезия - 15%
Среднее		0,14	41,67	

Адгезионная прочность различных лакокрасочных покрытий приведена на (рисунке 2).

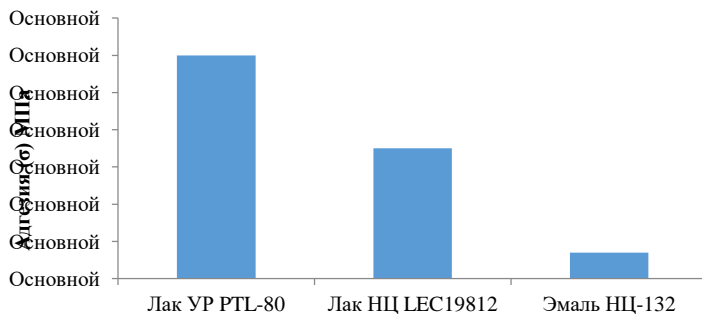


Рис. 2. Адгезионная прочность лакокрасочных покрытий

Адгезионная прочность у полиуретановых покрытий достаточно высокая, так как их формирование происходит в результате химической реакции, покрытия являются высокостойкими к воздействию химических реагентов, пищевых продуктов и других веществ. Более низкие значения адгезионной прочности у нитроцеллюлозных покрытий, образующихся в результате только физического процесса (улетучивание растворителей), покрытия низкостойкие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колесникова, А.А. Технология и применение полимеров в деревообработке / А.А. Колесникова, В.Ф. Краснова// – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. - 68 с.
2. ГОСТ 32299-2013 «Материалы лакокрасочные. Метод отрыва».

УДК 378.147

Обшарская С.А.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭЛЕМЕНТЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Процесс совершенствования производственной сферы постоянно предъявляет к системе образования все более новые требования в отношении подготовки высококвалифицированных специалистов, наделенных знаниями о новейших разработках в сфере технического моделирования, в том числе с использованием в нем элементов инженерной графики. Основной целью инженерной графики как начального этапа обучения студентов в различных учебных заведениях, является получение знаний и навыков, которые необходимы для создания и чтения чертежей, а также оформления технической и конструкторской документации [1]. Важная роль в условиях автоматизации принадлежит процессу оперирования с геометрическими параметрами выпускаемой продукции, что в свою очередь, требует от специалистов данной сферы глубоких знаний и навыков в области технического моделирования, которые не всегда могут быть на достаточном уровне. Рассматривая область технического моделирования как одного из видов технической деятельности, можно сказать, что это процесс воспроизведения объектов окружающей реальности в увеличенном и уменьшаемом масштабе посредством копирования объектов в соответствии со схемами, чертежами, без внесения существенных изменений [5, с.23].

Инженерная графика подразумевает геометрическое и проекционное черчение, выполняемое в соответствии с государственным стандартом Единой системы конструкторской

документации. Представим к рассмотрению технологии технического моделирования, в которых используются CAD/CAM- системы. Они позволяют осуществлять процесс проектирования деталей и сборочных единиц путем представления данного процесса в трехмерном пространстве. Системы CAD/CAM значительно облегчают работу с чертежами, графиками в сфере строительства и создания различного дизайна. Реализация работы, представленная в виде электронного формата, предоставляет возможность вносить корректировки, которые не получают отражения на макете в дальнейшем, и при выведении на печать будет уже виден лишь крайний вариант [3, с.121]. Существенным преимуществом использования данного вида систем является повышение продуктивности, выражающийся в том, что в условиях применения автоматизированных систем работы, люди могут переходить на следующий этап, сокращая сроки на выполнение той или иной задачи. Сам процесс выполнения задач по техническому моделированию машинами постоянно совершенствуется, и по итогу их работы мы имеем качественно разработанные графики, а также документы и модели [2].

По состоянию на сегодняшний день в сфере моделирования существует огромное количество графических программ, которые помогают специалистам создавать модели с высокой реалистичностью их представления. Проведение работ по моделированию, например, архитектурных объектов в курсе инженерной графики приводит к наиболее лучшему их пониманию студентами, вследствие повышения наглядности объектов. Образование геометрических форм на протяжении долгого времени является одним из базовых процессов проектирования. Множество фирм предпочитает использовать системы, которые отвечают высоким требованиям скорости работы, высокому уровню качества, а также простой, понятный и удобный для использования интерфейс, в сочетании с недорогой стоимостью.

Одной из самых универсальных и имеющих высокую популярность в сфере технического моделирования является использование программы AutoCAD, она применяется специалистами в самых различных сферах деятельности человека [4, с. 45]. С помощью данной программы специалисты имеют возможность создать три типа моделей трехмерных объектов. Каркасные модели представляют собой такие модели объектов, будто бы сформированные из проволоки, в них отсутствуют поверхности, ведь они представляют форму трехмерных объектов, выделяя их ребра. Поверхностные модели, исходя из названия, уже представляют информацию о той или иной поверхности, моделируя внешний вид объекта, с применением возможности

придания нужного цвета поверхности. Самый большой объем информации по части моделируемых объектов предоставляют именно твердотельные модели, при этом имеют масштабную реализацию на практике. Например, в целях формирования видов чертежей, или для анализа проектируемых конструкций и созданий презентаций.

Также, следующей немаловажной программой, применяемой в техническом моделировании, в которой содержатся элементы инженерной графики, можно назвать КОМПАС-3D [7, с.104]. Данная система позволяет пользоваться широким спектром возможностей формирования трехмерных моделей, даже самых замудренных конструкций и их составных частей. Проводя сборку нескольких деталей в сборочную единицу в режиме виртуального представления, можно на время убрать изображение целой детали, или же осуществить действия по проведению сложного разреза. В данной программе имеется четкая ассоциация объемных моделей и плоских чертежей, и любая корректировка модели предполагает изменение в само чертеже, образованном по данной модели. КОМПАС-3D является программой, которая предлагает большие возможности по выбору различного множества параметров, используемых при процессе объемного моделирования [6, с.15].

Техническое моделирование в программе Autodesk Inventor позволяет проводить оперативное и качественное трехмерное твердотельное моделирование деталей с высокой качественной составляющей, а также с возможностью задания большого множества параметров. Визуализация, полученная путем использования программы Autodesk Inventor может дать оценку всем особенностям и специфике конструкции находящейся в процессе разработки, представляя простым языком, который поймет человек, не имеющий большого опыта в моделировании и даже совсем не знающего данную отрасль. К преимуществам программы можно отнести:

- высокий уровень реалистичности изображений, которые создаются путем использования программы, что сравнимо с качествами, наделенными в отношении фотографии;

- возможность создать анимацию, представляющаяся посредством применения программного пакета, в итоге возрастает эффективность донесения конструкторской идеи до представителей производственных подразделений.

В ходе использования программы предоставляется возможность возведения точных цифровых моделей любого типа оборудования, которые позволяют с высоким уровнем точности и достоверности провести оценку эргономики и дизайнерских параметров модели, а

также имеется возможность просчитывания большого числа характеристик с проведением аналитической деятельности.

Освоение знаний в сфере инженерной графики позволяет овладеть правилами построения чертежей, научиться читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, а также грамотно применять полученные знания в ходе практической деятельности. Таким образом, применение в инженерном деле компьютерных технологий можно определить как социально-экономическую потребность, при этом графическое образование, полученное в ходе овладения инженерным делом, реализация которого осуществляется без использования информационных технологий, не может считаться современным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брыкова Л.В. Компьютерные технологии в преподавании инженерной графики в техническом вузе // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XIV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т. Т. 2. / Сост.: Е.Н. Иванцова, В. М. Уваров [и др.]. – Губкин; Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2021. – 822 с. С.306-308

2. Брыкова Л.В. Теория и технология технического творчества в профессиональном техническом образовании // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4 т. Т. 4. / Сост.: В.Н. Рощупкина, В.М. Уваров [и др.]. – Губкин; Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2018. – 462 с. С.27-30.

3. Жураев, Т.Х. Разработка модульной системы предмета "Инженерная графика" со связью с геометрическим моделированием и САД технологиями / Т.Х. Жураев, Ш. Ф. Киямов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — С. 771-773. — URL: <https://moluch.ru/archive/110/26846/> (дата обращения: 28.04.2022).

4. Инженерная графика. Курс лекций: учебное пособие / Л.А. Феоктистова, Т.В. Рзаева, М.М. Гимадеев: под редакцией И.П. Талиповой – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института К(П)ФУ, 2018 – 172с.

5. Каминский А.И. Трехмерное моделирование в изучении инженерной графики // Academy. 2018. – №4 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trehmernoe-modelirovanie-v-izuchenii-inzhenernoy-grafiki> (дата обращения: 28.04.2022).

6. Королев А.Л. Компьютерное моделирование / А.Л. Королев. М.: БИНОМ. ЛЗ, 2018. – 230 с.

7. Оганесов, О.А. Инженерная графика. Справочные материалы: учебное пособие: Ч.1 / О.А. Оганесов, Н.Н. Кузенева; под ред. О.А. Оганесова. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МАДИ, 2019 – 94с.

УДК 666.94:621.926

Озеров И.А., Кравченко В.М.

Научный руководитель: Боровская О.Ю.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПЛОЩАДЬ СФЕРЫ

Геометрия появилась как наука в IV–III веке до н.э., существовали традиции, созданы методики решения задач, важные достижения и большое количество научных школ.

Исследуя становление геометрии, невозможно не упомянуть Евклида. В III–II веках до н.э. центром научного эллинистического мира являлась Александрия. Здесь были написаны «Начала», которые впоследствии, на протяжении более двух тысячелетий, являлись практически единственным руководством по геометрии для ученых как западного, так и восточного мира. Евклид заложил в основу своего труда строгую логику, в основе лежали аксиомы, из которых выводились все частные случаи. «Начала» оказали неоценимое влияние не только на геометрию, но и на все разделы математики, сформировав каноничную схему, подчиненную жесткой логике [1].

О «Началах» восхищенно отзывался Джероламо Кардано, Бенедикт Спиноза при написании своего труда «Этика» вдохновлялся ими и даже, как и Евклид, завершал каждое свое доказательство буквами Q.E.D., что и требовалось доказать. Исаак Ньютон в своем труде «Математические начала натуральной философии» заимствовал заглавие и построение «Начал» [1].

Совершенство сферической формы издавна привлекало внимание мыслителей и учёных, которые с помощью сфер пытались объяснить гармонию окружающего мира. Древнегреческий учёный Пифагор вместе с шарообразной Землёй в центре Вселенной ввёл окружающую Землю удалённую хрустальную сферу, к которой прикреплены звёзды, и семь более близких вращающихся хрустальных

сфер, к которым прикреплены Солнце, Луна и пять известных к тому времени планет (исключая Землю).

Со школы известно, что площадь сферы $S=4\pi R^2$, но давайте разберемся как связаны площадь сферы и площадь четырех кругов (рисунок 1).

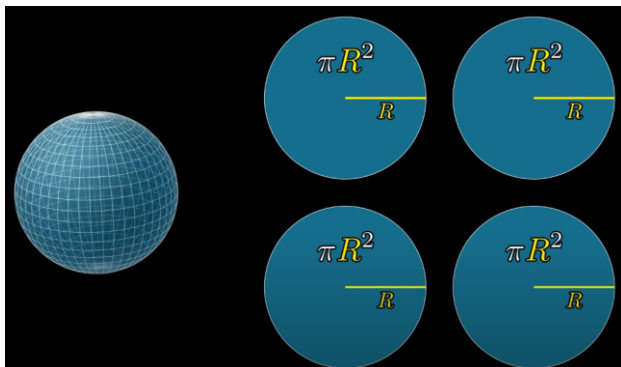


Рис. 1 Взаимосвязь площадей сферы и четырех ее проекций

Рассмотрим ситуацию под таким углом, чтобы стало очевидно, как четыре круга умещаются на сфере. Покажем, что площадь поверхности сферы равна площади цилиндра того же радиуса и той же высоты, без учета оснований, то есть его боковой поверхности.

Его длинная сторона равна длине окружности основания т.е $2\pi R$, а короткая, высоте сферы $2R$, следовательно, площадь равна $4\pi R^2$. Рассмотрим, как взаимосвязаны 4 круга с радиусом R . Каждый из них можно преобразовать в треугольник с той же площадью и уместить на уместившееся из цилиндра прямоугольник я к этому еще вернусь но вот вопрос каким образом цилиндр связан со сферой. Как видно из (рисунок 2) аппроксимируем сферу, покрывая ее множеством маленьких прямоугольников и проецируем их на стенки цилиндра того же радиуса, что и сфера, площадь проекции каждого прямоугольника на цилиндр совпадает с площадью этого прямоугольника.

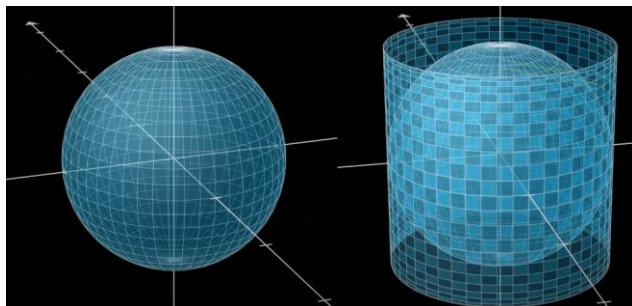


Рис. 2 Аппроксимация сферы

Тут необходимо учитывать два фактора: пусть сторона прямоугольника которая лежит вдоль сферы будет его шириной, а та что параллельна долготе высотой. Ширина проекции больше ширины самого прямоугольника и чем ближе к полюсам, тем сильнее разница, ведь проецировать приходится на большее расстояние, а вот вблизи экватора разница почти нулевая. В тоже время, так как каждый прямоугольник находится под углом к оси Z , высота их проекции становится меньше. Следовательно, у полюсов, где прямоугольники сильно наклонены, высота проекции будет значительно меньше, а для прямоугольников, расположенных ближе к экватору, искажение минимально. Эффект увеличения высоты и уменьшения ширины полностью друг друга компенсируют, докажем это.

Разделим сферу пополам, всем элементам присвоим имена. Обозначим, радиус сферы R , а дистанцию между неким отдельно взятым прямоугольником и осью Z обозначим D . Остается вопрос как именно ее изменять до верхней или нижней части прямоугольника, ведь расстояние будет разное, однако чем меньше прямоугольники тем меньше эта разница. Если прямоугольники маленькие на сколько это возможно тогда и этой разницей можно пренебречь и аппроксимация будет точнее. Но для удобства возьмем D как расстояние до нижней части прямоугольника. Теперь рассмотрим, что происходит при проецировании, возьмем два треугольника, основание первого совпадает с основанием прямоугольника на сфере, а вершина лежит на той же высоте на оси Z т.е длина стороны равна D . Второй треугольник увеличенная версия, его вершина совпадает с вершиной первого треугольника, а основание на цилиндре, следовательно, его сторона равна R (рисунок 3).

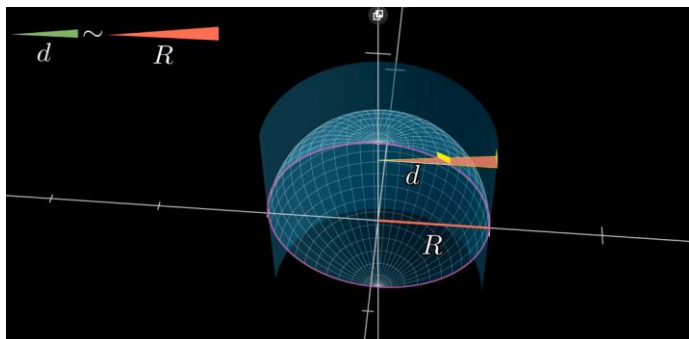


Рис. 3 Подобие треугольников

Соотношение оснований треугольников равно R/D . Рассмотрим на сколько уменьшается высота при проецировании, посмотрим на двумерном изображении, возле проекции построим прямоугольный треугольник, тогда высота прямоугольника будет его гипотенузой, а проекция катетом (рисунок 4).

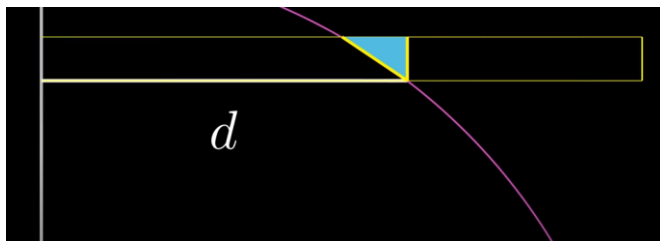


Рис. 4 Малый треугольник

Радиус и прямая D образуют еще один треугольник. В нашем случае эти треугольники подобны, также в том, как меняется их форма прослеживается четкая взаимозависимость. Назовем один угол α а второй β , как и в любом треугольнике, сумма трех углов дает 180° (рисунок 5).

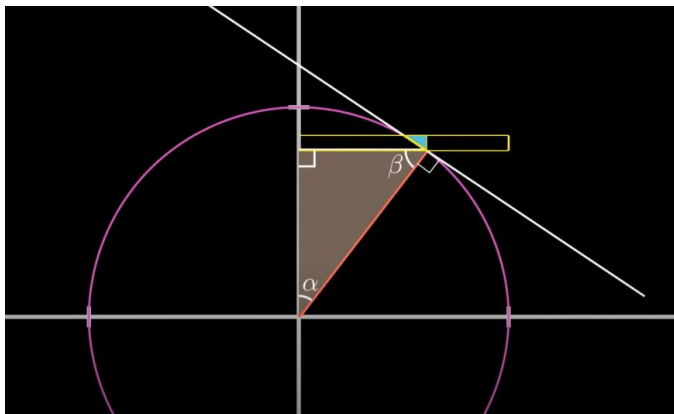


Рис. 5 Взаимосвязь треугольников

Теперь посмотрим на меньший треугольник и попробуем найти его углы. Заметим что один угол прямой, т.к. радиус перпендикулярен касательной, следовательно +угол β + угол 90° образуют прямую, делаем вывод что последний угол равен α , констатировав подобие двух треугольников. Высота прямоугольника и его проекции на цилиндр соотносятся так же, как гипотенуза и один из катетов, исходя из подобия с большим треугольником, это соотношение равно π/D , это доказывает, что при проекции прямоугольника на цилиндр ширина увеличивается на столько же, насколько уменьшается высота, из-за возрастающего угла наклона.

Использование прямоугольников это всего лишь аппроксимация, но не стоит забывать, что чем они меньше, тем ближе их площадь к истине площади поверхности сферы. При этом площадь сферы боковой поверхности цилиндра, составленной из одинаковых прямоугольников всегда равны, следовательно, обе аппроксимации стремятся к одному и тому же значению.

Чтобы лучше понять, как взаимосвязаны площади четырех кругов и прямоугольник, полученный из сферы, необходимо преобразовать круги в треугольники, с помощью интегрирования. Если их "развернуть" подобным образом, они образуют треугольник с основанием $2\pi R$ и высотой R (рисунок б).

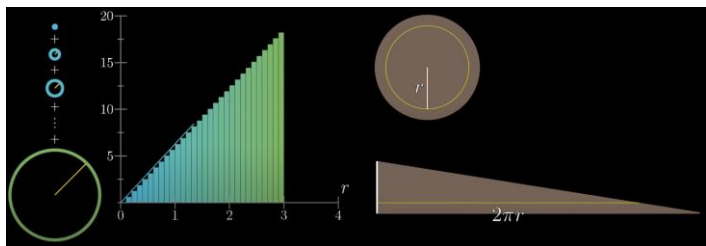


Рис. 6 Интегрирование круга

Сумма площадей, развернутых данным методом кругов равна площади сферы, развернутой в прямоугольник, который в каком-то смысле является развернутой сферой (рисунок 7).

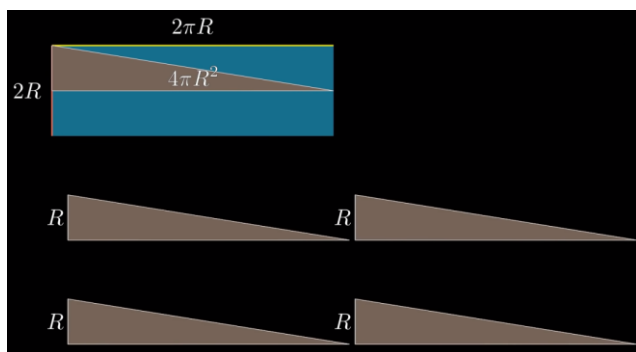


Рис. 7 Сравнение площади четырех кругов и сферы

Данное доказательство является частным случаем более общего правила. Если взять любую выпуклую фигуру и посчитать среднюю площадь всех ее проекций, то есть при всех возможных положениях фигуры в трехмерном пространстве то это среднее будет равно 1:4 площади фигуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смилга В.П. Как начиналась геометрия / Научно-популярный физико-математический журнал для школьников и студентов "Квант". - 1992 - № 2 - С. 10-17.

2. Боровская О.Ю., Саенко А.А. Инженерная графика "как азбука конструирования" / сборник: наукоёмкие технологии и инновации. Материалы международной научно-практической конференции,

посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. с. 15-18.

3. Антипина Н.А., Буркова С.П., Долотова Р.Г., Нехорошева Ю.Г. Инженерная графика: учебное пособие для иностранных студентов/; Томский политехнический университет. Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 165 с.

4. Готман Э.Г., Скопец З.А. Задача одна – решение разные: Геометрические задачи: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 2000. – 224 с.

5. Беккер Г.М. Геометрическое черчение / М.: Книга по Требованию, 2013. –136 с

УДК 666.94:621.926

Озеров И.А., Кравченко В.М.

Научный руководитель: Боровская О.Ю.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЛЕНТА МЁБИУСА И ВПИСАННЫЙ В НЕЁ КВАДРАТ

Геометрия появилась как наука в IV–III веке до н.э., существовали традиции, созданы методики решения задач, важные достижения и большое количество научных школ.

Исследуя становление геометрии, невозможно не упомянуть Евклида. В III–II веках до н.э. центром научного эллинистического мира являлась Александрия. Здесь были написаны «Начала», которые впоследствии, на протяжении более двух тысячелетий, являлись практически единственным руководством по геометрии для ученых как западного, так и восточного мира. Евклид заложил в основу своего труда строгую логику, в основе лежали аксиомы, из которых выводились все частные случаи. «Начала» оказали неоценимое влияние не только на геометрию, но и на все разделы математики, сформировав каноничную схему, подчиненную жесткой логике [1].

О «Началах» восхищенно отзывался Джероламо Кардано, Бенедикт Спиноза при написании своего труда «Этика» вдохновлялся ими и даже, как и Евклид, завершал каждое свое доказательство буквами Q.E.D., что и требовалось доказать. Исаак Ньютон в своем труде «Математические начала натуральной философии» заимствовал заглавие и построение «Начал» [1].

Лента Мёбиуса (лист Мёбиуса, петля Мёбиуса) — топологический объект, простейшая неориентируемая поверхность с краем,

односторонняя при вложении в обычное трёхмерное евклидово пространство .

Считается, что лента Мёбиуса была открыта независимо немецкими математиками Августом Фердинандом Мёбиусом и Иоганном Бенедиктом Листингом в 1858 году, хотя похожая структура изображена на римской мозаике III века нашей эры.

Модель ленты Мёбиуса можно легко сделать: надо взять достаточно длинную бумажную полоску и склеить противоположные концы полоски в кольцо, предварительно перевернув один из них. В трёхмерном евклидовом пространстве существуют два типа полос Мёбиуса в зависимости от направления закручивания: правые и левые. Эйлерова характеристика листа Мёбиуса равна нулю.

В математике существует гипотеза о вписанном квадрате. Возьмём замкнутый контур, то есть непредсказуемо петляющую кривую, которая завершается в той же точке где началась. Всегда ли можно найти на контуре такие четыре точки, которые будут образовывать квадрат? В случае, окружности, например, найти вписанный квадрат довольно легко, их может быть бесконечно много. Если взять эллипс, то особых проблем тоже не возникает.

Но вопрос в том, можно ли вписать хотя бы один квадрат в абсолютно любой замкнутый контур?

Задача довольно интересная, особенно учитывая, что у неё всё ещё нет решения.

Современная математика не может ни подтвердить, ни опровергнуть существование контура в которой нельзя было вписать квадрат. Если упростить условия задачи и заменить квадрат на любой прямоугольник проблема всё равно будет не из лёгких, но у неё появится решение (рис. 1).

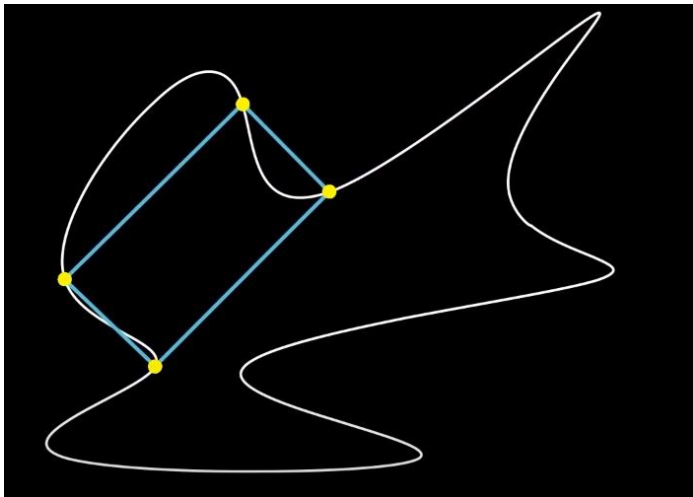


Рис. 1 Прямоугольник на замкнутой кривой

Суть подхода в том, чтобы работать не с отдельными точками на контуре, а с парами точек. Здесь пригодится одно из свойств прямоугольника обозначим вершины фигуры: А, В, С и D. Тогда длина АС равна длине ВD. А их точка пересечения — это середина как первого, так и второго отрезка. Если мы возьмем две пары точек, образующих отрезки, АС и ВD и докажем, что они пересекаются точно посередине, при этом длина АС равна длине ВD, мы докажем, что эти точки образуют прямоугольник.

Продemonстрируем что для любого замкнутого контура всегда можно найти две пары точек, которые образуют отрезки одинаковой длины и пересекаются ровно посередине. Здесь нам поможет функция двух переменных которыми будут две точки на контуре, а решением функции будет одна точка в трёхмерном пространстве. Из её координат можно узнать длину отрезка и положения его центра.

Расположим контур на плоскости (X, Y) , в трёхмерном пространстве выберем две точки, середину отрезка между ними назовём М, это точка также лежит на плоскости (X, Y) . Длину отрезка назовем D, теперь отметим ещё одну точку на расстоянии D от точки М по оси Z, с помощью пары точек на плоскости мы рисуем точку в трёхмерном пространстве (рисунок 2). Прделав то же самое со всеми возможными парами точек, контура мы получим некую поверхность над плоскостью (рисунок 3).

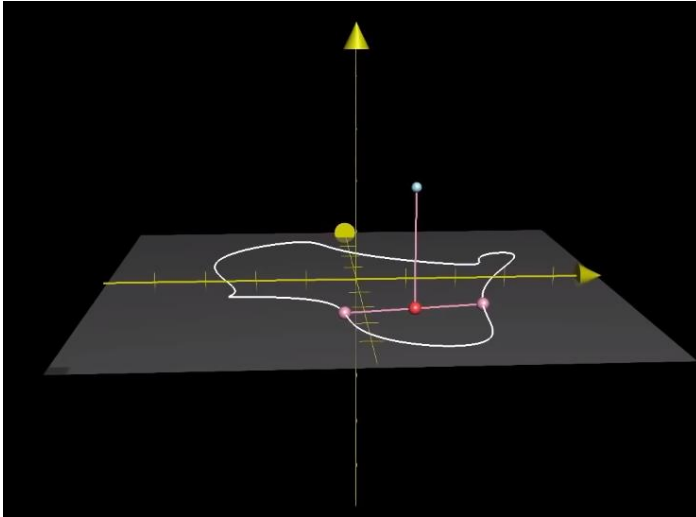


Рис. 2 Контур на поверхности (X,Y)

Чем ближе друг к другу выбранные точки на контуре, тем ниже точка на графике, ведь по условию, её высота равна длине отрезка между парой выбранных точек. Центр этого отрезка также становится к ним всё ближе, стоит также учесть что две точки на контуре могут совпадать, тогда функция выглядит как $f(x,x)=x$.

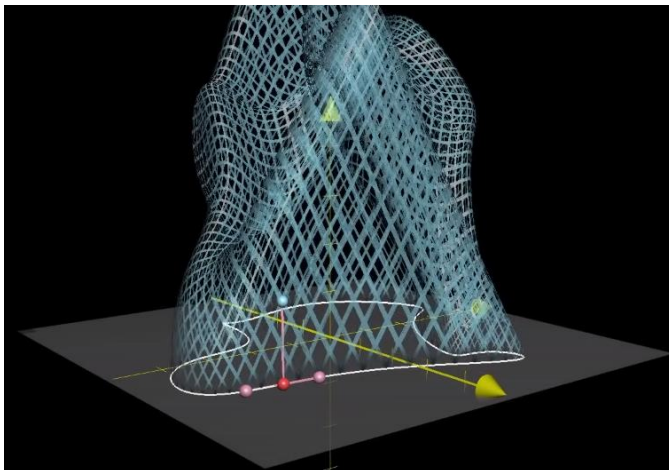


Рис. 3 Построение поверхности над плоскостью

Другой важный момент, наша функция непрерывна, если изменить положение пары точек значение функции тоже изменится и не будет ни единого разрыва. Наша цель показать, что у функции есть коллизия, то есть двум разным парам точек на контуре соответствует одна и та же точка в трехмерном пространстве. Такое может произойти в единственном случае если две пары точек образуют отрезки одинаковой длины и с общим центром.

Поэтому в нашем случае найти, вписанный прямоугольник, значит доказать, что эта поверхность где-то себя пересекает (рисунок 4).

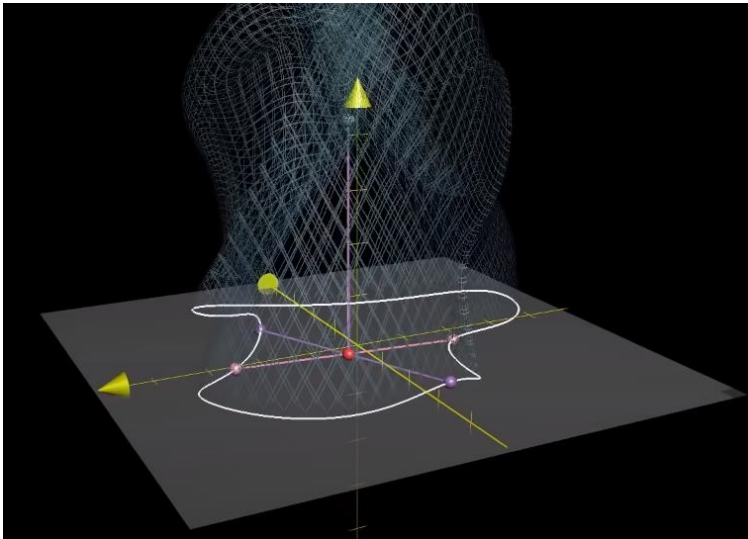


Рис. 4 Коллизия функции

Мы же найдём такую двумерную поверхность, которая будет похожим образом представлять все пары точек контура. Когда же мы изучим свойства этой поверхности, нам станет ясно, что построенный подобным образом график просто обязан пересекать сам себя. Рассуждая о паре точек, мы можем иметь в виду упорядоченную пару где (A, B) не равно (B, A) , в этом случае, нам будет важно какая точка стоит первой. Также мы можем говорить про неупорядоченную пару, где (A, B) равно (B, A) , то есть важно лишь положение точек, а не их порядок, нас интересует именно не упорядоченные пары

Но чтобы добраться до них, придётся сперва изучить упорядоченные. Для начала разрежем наш контур в какой-нибудь точке

А. Чтобы нам было удобнее, представим, что это интервал от нуля до единицы. Теперь каждой точке с контура соответствует определённое число на этом интервале, кроме той, что находится в месте разреза, она одновременно и начало, и конец интервала (рисунок 5).

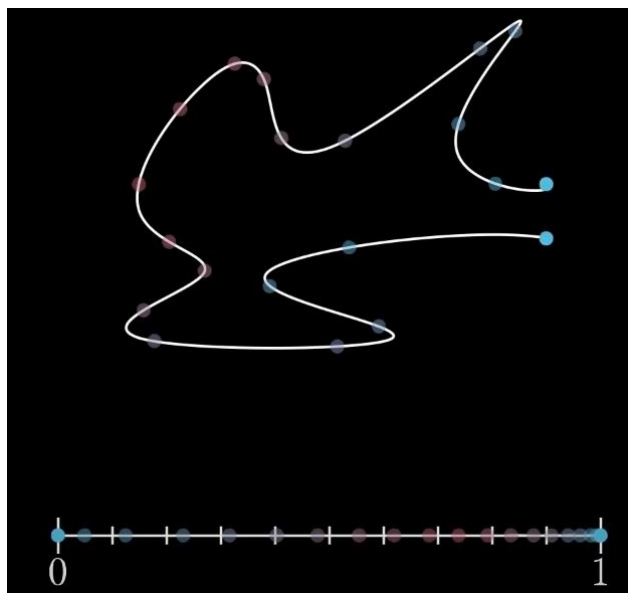


Рис. 5 Построение интервала

Данный метод выпрямления хорош тем, что теперь каждой паре точек соответствует определённая пара чисел. Добавим второй такой же интервал — это будет ось Y теперь наши пары чисел — это координаты одной точки внутри единичного квадрата. Получается, что каждая точка внутри этого квадрата соответствует определённой паре точек на контуре, ведь координаты заданы по осям X , Y которые представляют собой развернутый контур. Наша основная задача найти поверхность, которая представляла бы множество всех точек на контуре и наш квадрат первый шаг на этом пути.

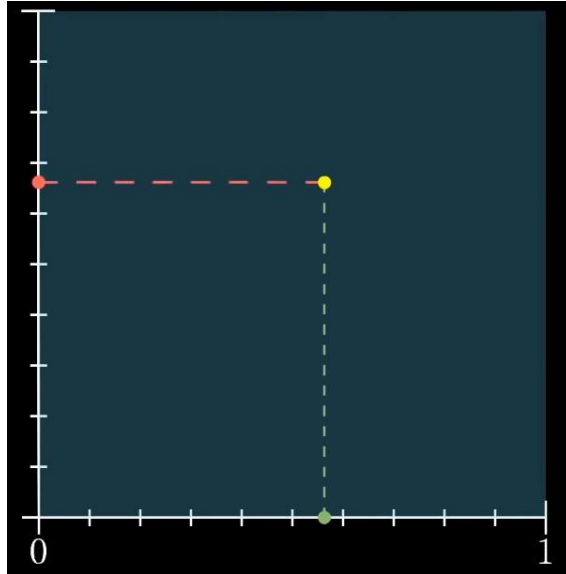


Рис. 6 Построение единичного квадрата

Но есть проблема, что нам делать с краями квадрата, точки 1 и 0 на интервале соответствует одной и той же точке контура и их необходимо соединить. Все точки на левой стороне квадрата относятся к тем же парам на контуре, что и точки на правой стороне. Чтобы избежать дублирования, необходимо как-то объединить левую и правую стороны квадрата. Отметим края стрелками, чтобы запомнить их направление, точно также необходимо соединить нижнюю сторону с верхней, так как координаты 0,1 по оси Y представляют одну и ту же точку на контуре. Сначала свернём квадрат так, чтобы склеить правый и левый края получим цилиндр, а затем соединим его концы, которые были верхней и нижней стороной, получится тор (рисунок 7).

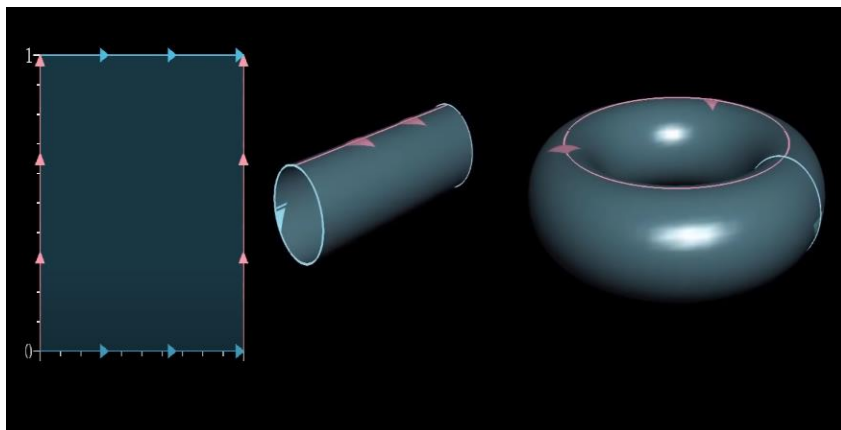


Рис. 7 Построение тора

Каждая отдельная точка на поверхности тора соответствует какой-то уникальной паре точек на контуре. Следовательно, каждая уникальная пара точек на контуре соответствует своей конкретной точке на торе, между тором и контурам такая же связь, как между плоскостью (X,Y) и парами точек на числовой прямой. Главное свойство этого соответствия в том, что оно обоюдно непрерывно, если сместить точку на торе, это соответствует такому же смещению на контуре и наоборот. Если тор — это фигура для упорядоченных пар на контуре, то какая будет у неупорядоченных?

Если мы считаем, что (A, B) и (B, A) ибо это разные пары точек, то мы получаем два отрезка с одинаковой длиной и общей серединой, то есть, в контуре всегда можно найти прямоугольник, если считать любой отрезок прямоугольником. Необходимо каким-то образом доработать метод представленный выше, под неупорядоченные пары точек. Нам необходимо показать, что пара точек (X,Y) представляет собой тоже самое, что пара точек (Y,X) . Соединим вместе те точки, которым соответствуют одинаковые пары. Для этого необходимо сложить квадрат по диагонали. Обратим внимание на отмеченную пунктиром диагональ, здесь лежат все пары точек вида (X,X) , каждая из которых по сути, просто одна точка образующая пару с собой (рисунок 8).

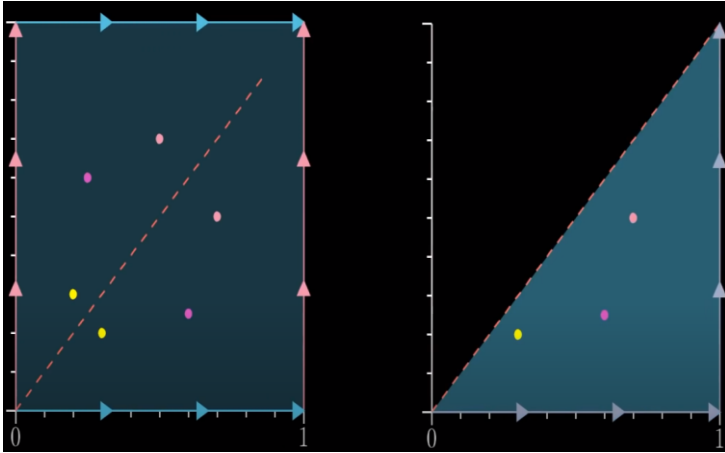


Рис. 8 Преобразование квадрата

Соединим нижнюю сторону с правой, начало горизонтального отрезка должно совпадать с началом вертикального, а конец горизонтального с концом вертикального. Необходимо сделать ещё один разрез по диагонали потом надо соединить всё обратно. Особое внимание необходимо уделить ориентации стрелок, чтобы соединить то, что мы разрезали. Нельзя просто сложить края свернув всё в обычной цилиндр, плоскость необходимо перекрутить в пространстве, в итоге получится лента Мебиуса.

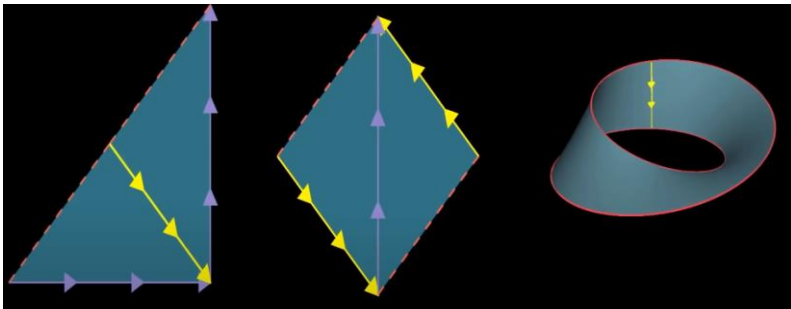


Рис. 9 Построение ленты Мебиуса

Обратим внимание на выделенный красным край ленты, на нём лежат все точки с координатами (X,X) , то есть пары из одинаковых точек. Между лентой Мебиуса и неупорядоченными парами на контуре такая же связь, что между плоскостью (X,Y) и парами на числовой

прямой. Доказав, что есть взаимно однозначное соответствие между неупорядоченными парами точек на контуре и отдельными точками на ленте Мебиуса можно решить проблему вписанного прямоугольника.

Мы сделали своеобразный график в трёхмерном пространстве, где контур лежал на плоскости (X, Y) , у каждой пары точек на плоскости (X, Y) мы искали среднюю точку M и длину отрезка D , а затем брали ещё одну точку на расстоянии D вверх от точки M . Итак мы знаем что для каждой пары точек на контуре есть своя точка на ленте Мебиуса, а значит мы можем найти соответствие между каждой точкой ленты Мебиуса и каждой точкой нашего трехмерного графика. Выбираем точку на ленте, находим соответствующую ей пару на контуре и подставляем её в функцию. Чем ближе друг другу точки на контуре, тем ближе к контуру точка на графике. В особых случаях когда пары образуются из одинаковых точек, то есть имеет вид (X, X) решение функций лежит прямо на контуре.

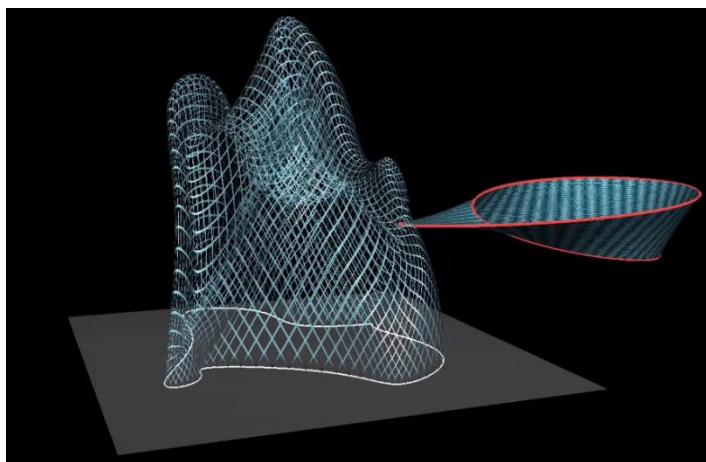


Рис. 10 Соединение ленты Мебиуса и контура

Красной каймой на ленте Мебиуса были обозначены точки, соответствующие парам вида (X, X) , то есть, чтобы отобразить ленту Мебиуса на эту поверхность нам надо соединить кайму ленты с контуром. Но учитывая специфическую форму ленты Мебиуса, мы не сможем соединить край ленты с двумерной поверхностью так, чтобы лента не пересекла саму себя.

Мы знаем, что каждая точка на ленте соответствует пара точек на контуре если лента пересекает саму себя при отображении, значит

есть по меньшей мере две таких пары точек которым соответствуют одна и та же точка на ленте, а это значит, что эти пары точек образуют отрезки одинаковой длины, которые пересекают друг друга точно по центру, иными словами они образуют прямоугольник. Край ленты Мебиуса невозможно соединить с плоскостью так, чтобы она себя не пересекала, у нас всё получилось.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смилга В.П. Как начиналась геометрия / Научно-популярный физико-математический журнал для школьников и студентов "Квант". - 1992 - № 2 - С. 10-17.

2. Боровская О.Ю., Саенко А.А. Инженерная графика "как азбука конструирования" / сборник: наукоёмкие технологии и инновации. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. с. 15-18.

3. Антипина Н.А., Буркова С.П., Долотова Р.Г., Нехорошева Ю.Г. Инженерная графика: учебное пособие для иностранных студентов;/ Томский политехнический университет. Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 165 с.

4. Готман Э.Г., Скопец З.А. Задача одна – решение разные: Геометрические задачи: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 2000. – 224 с.

5. Беккер Г.М. Геометрическое черчение / М.: Книга по Требованию, 2013. –136 с

УДК 004.852

Пересыпкина И.Г.

*Научный руководитель: Поляков В.М., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ DROPOUT И BATCH NORMALIZATION НА ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ

Целью научного исследования является эмпирическое исследование влияния dropout и batch normalization на глубокое обучение.

Задачами научного исследования для достижения поставленной цели являются:

Анализ существующих методов решения обобщения нейронной сети, в том числе регуляризации;

Разработка моделей с разной архитектурой для оценки различной производительности dropout и batch normalization;

Сравнительный анализ результатов исследования влияния dropout и batch normalization на глубокое обучение;

Основная проблема машинного обучения заключается в том, что мы должны хорошо работать с новыми, ранее неизвестными входными данными, а не только с теми, на которых обучалась наша модель. Способность хорошо работать с ранее незамеченными входными данными называется обобщением [1].

Изложение основного материала

Регуляризация — это любая модификация, которую мы вносим в алгоритм обучения, чтобы уменьшить его ошибку обобщения, но не ошибку обучения.

Учиться, а также обобщать новые примеры сложно, если обучения будет недостаточно, то модель будет плохо работать с обучающим набором данных и с новыми данными. Если же модель будет переобучена, то она будет хорошо работать с обучающим набором данных и плохо с новыми данными. В обоих случаях модель не является обобщенной [2].

Неподходящая модель имеет высокое смещение и низкую дисперсию. Независимо от конкретных образцов в обучающих данных, она не может изучить проблему. Модель переобучения имеет низкое смещение и высокую дисперсию. Модель слишком хорошо усваивает обучающие данные, и производительность сильно зависит от новых невидимых примеров или даже статистического шума, добавленного к примерам в наборе обучающих данных [3].

Каждый метод регуляризации подходит к проблеме по-своему, предлагая преимущества с точки зрения сочетания производительности обобщения, конфигурируемой и/или вычислительной сложности [4].

Известно, что batch normalization улучшает производительность модели, смягчает внутренний ковариантный сдвиг и применяет небольшой эффект регуляризации. Такие функциональные возможности batch normalization и эмпирические исследования, доказывающие ее эффективность, помогли укрепить использование batch normalization перед dropout. Dropout применяется между двумя последовательными слоями в сети. На каждой итерации отбрасывается определенный процент соединений (выбранных случайным образом), соединяющих два слоя.

Таким образом, использование рядом друг с другом слои dropout и слои batch normalization приводит к несогласованности между ними. При использовании моделей последовательности (RNN или LSTM), batch normalization не используется. Вместо этого в качестве альтернативы можно использовать нормализацию слоя или dropout [5].

Общая структура эксперимента

В настройках эксперимента будем добавлять либо batch normalization, либо слои dropout в сверточной архитектуре. Базовой моделью является модель CNN, построенная из четырех сверточных блоков. Каждая модель завершается одним полносвязным слоем, содержащим 100 единиц и активацию softmax.

После компиляции моделей будем обучать каждый вариант архитектуры на наборе данных Cifar100. Затем следует визуализировать различия в потерях при проверке между архитектурами с dropout, с batch normalization или без них.

Далее произведем проверку результатов, изменив расположение слоев dropout и batch normalization между свертками. Сначала мы размещаем слои batch normalization и dropout перед активациями, затем после активаций и, наконец, после максимального объединения слоев.

Варианты архитектур

В первом эксперименте будем размещать слои Batch norm и dropout перед функциями активации (рисунок 1). Это заставляет каждый блок ConvBlock (3x3, ReLU) принимать форму:

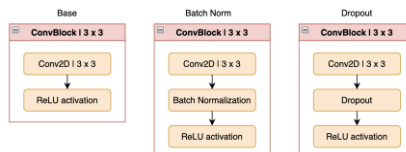


Рис. 1 Блоки слоев Batch norm и dropout перед функциями активации.

Во втором эксперименте будем размещать слои Batch norm и dropout после функций активации (рисунок 2). Это заставляет каждый блок ConvBlock (3x3, ReLU) принимать форму:

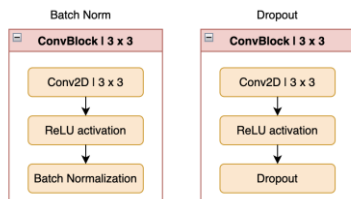


Рис. 2 Блоки слоев Batch norm и dropout после функций активации.

В третьем эксперименте будем размещать слои Batch norm и dropout после MaxPooling (рисунок 3). Это заставляет каждый блок ConvBlock (3x3, ReLU) принимать форму:

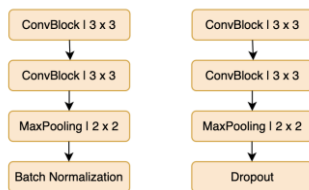


Рис. 3 Блоки слоев Batch norm и dropout после MaxPooling.

Результаты эксперимента

В глубоком обучении $loss$ — это значение, которое нейронная сеть пытается минимизировать: это расстояние между истиной и предсказаниями.

Auc обеспечивает совокупный показатель производительности по всем возможным пороговым значениям классификации. Модель ранжирует случайный положительный пример выше, чем случайный отрицательный пример [6].

Таблица – Данные по производительности модели

	acc	loss	auc	Training time (min)
CNN	0.29710	2.93128	0.94231	48.386667
CNN+BN before activation	0.38940	2.46242	0.96560	72.14163
CNN+D5 before activation	0.01080	4.78007	0.72299	26.53944

CNN+D3 before activation	0.02550	5.20626	0.8197	26.60904
CNN+D1 before activation	0.24379	3.12188	0.91265	63.11731
CNN+BN after activation	0.42340	2.31399	0.97118	69.89166
CNN+D5 after activation	0.01080	4.78006	0.72298	27.08851
CNN+D3 after activation	0.02549	5.20626	0.81974	26.95973
CNN+D1 after activation	0.24379	3.12188	0.91265	64.40114
CNN+BN after Maxpooling	0.41019	2.35223	0.96675	59.38565
CNN+D5 after Maxpooling	0.06440	4.20771	0.82292	52.08574
CNN+D3 after Maxpooling	0.21940	3.14697	0.88162	52.45629
CNN+D1 after Maxpooling	0.32429	2.73403	0.93743	52.31871

Сравнительный анализ трех этапов эксперимента

Все три эксперимента представлены на (рисунках 4, 5 и 6). Модели BN, по-видимому, уменьшают переоснащение по сравнению с другими моделями. Изучая историю обучения и проверки, эксперимент 2 со слоем BN показал лучшую производительность, за ней следует модель 1. Точность ее теста достигла примерно 0,5, тогда как точность других моделей была ниже. Точно так же потери для эксперимента 2 как для обучающих, так и для проверочных наборов данных были самыми низкими.

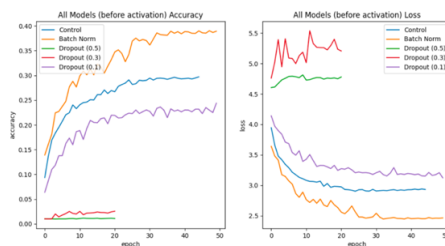


Рис. 4 Эксперимент 1, все модели после слоя активации

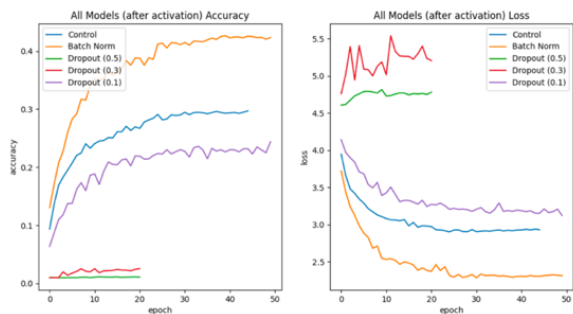


Рис. 5 Эксперимент 2, все модели до слоя активации.

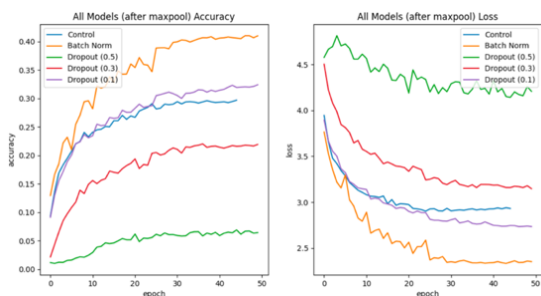


Рис. 6 Эксперимент 3, все модели после слоя MaxPooling.

В целом, модель с BN слоем работает довольно хорошо по сравнению с моделями D. Результат показывает, что в некоторых случаях слой отсева может работать лучше, чем BN. Хотя BN является продвинутой и сложной техникой, простой слой исключения также может в некоторых случаях дать аналогичные или даже лучшие результаты с данными изображения.

Было произведено эмпирическое исследование, в ходе которого разрабатывались модели с разной архитектурой для оценки различной производительности dropout и batch normalization. В ходе сравнительного анализа были зафиксированы две архитектуры наиболее приближенных к решению проблемы.

Таким образом, используя полученный стабильный шаблон архитектуры нейронной сети для решения проблемы обобщения и как метод регуляризации, можно достичь важнейшей цели – снизить и предотвратить обобщение, а также уменьшить переоснащение, обеспечить высокую производительность и точность для моделей нейронных сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series). Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2016. Vol. 7. Pp. 110-112.
2. How to Avoid Overfitting in Deep Learning Neural Networks [сайт]. – URL: <https://machinelearningmastery.com/introduction-to-regularization-to-reduce-overfitting-and-improve-generalization-error/> (дата обращения: 21.04.2022). – Текст: электронный.
3. Learning and Generalization, Neural Networks for Pattern Recognition (Advanced Texts in Econometrics (Paperback)). Christopher M. Bishop, 1995. Vol. 9. Pp. 266-267.
4. Модели глубоких нейронных сетей sequence-to-sequence на PyTorch (часть 1): [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/post/567142/> (дата обращения: 27.04.2022). – Текст: электронный.
5. Heuristics for Improving Generalization, Neural Smithing: Supervised Learning in Feedforward Artificial Neural Networks (A Bradford Book). Russell Reed, Robert J Marks II, 1999. Vol. 5. Pp. 266-269.
6. Identification of the Network State Based on the ART-2 Neural Network with a Hierarchical Memory Structure in Parallel Mode // Artificial Intelligence. Bukhanov, D.G., Polyakov, V.M., Panchenko M. RCAI 2021. Lecture Notes in Computer Science, Т. 12948. С. 31-40 https://doi.org/10.1007/978-3-030-86855-0_3

УДК 544.252.22

Пивень А.О., Зырянова П.И., Беляев В.Е.

*Научный руководитель: Орлова Т, канд. физ.-мат. наук
Национальный исследовательский университет ИТМО,
г. Санкт-Петербург, Россия*

НОВЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ХИРАЛЬНОГО НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

На данный момент широко известно, что в жидких кристаллах можно наблюдать различные ориентационные дефекты частично упорядоченного молекулярного поля. Жидкокристаллические структуры с такими дефектами обладают нетривиальными оптическими свойствами, благодаря которым находят самое разнообразное применение в оптике и фотонике. С другой стороны, такие дефекты

невозможно получить непрерывным преобразованием ориентационного поля жидкого кристалла, что открывает перспективы использования структур с ориентационными дефектами для записи и хранения информации на молекулярном уровне [1].

Ранее в тонких пленках фрустрированных хиральных нематических жидких кристаллов было продемонстрировано получение различных локализованных статичных дефектных структур путем оптически индуцированной переориентации жидкокристаллических молекул как структурированными, так и Гауссовыми световыми пучками [2, 3]. Недавний подход, основанный на светоиндуцированном управлении холестерической спиралью, позволяет создавать уникальные локализованные динамические вращающиеся структуры и несколько видов различных статических структур с помощью ультрафиолетового Гауссова пучка с мощностью всего в десятки нановатт [4]. Наше исследование направлено на детальное изучение взаимосвязи между ориентационной молекулярной упаковкой и поведением светоиндуцированных локализованных супрамолекулярных структур в тонких пленках фрустрированных хиральных нематиков при варьировании пространственно-временных характеристик Гауссова светового пучка.

Областью наших интересов является создание широкого спектра различных локализованных сложных структур в тонких пленках светочувствительного хирального нематического жидкого кристалла путем оптически индуцированных фотохимических превращений молекул хиральной легирующей добавки. Сфокусированное освещение области фрустрированного хирального жидкого кристалла гауссовым пучком с колоколообразным профилем интенсивности позволяет локально уменьшать шаг спирали хирального нематика и формировать топологически сложные локализованные дефектные статические и динамические структуры. Актуальность наших исследований обусловлена интенсивными научно-техническими разработками в области перестраиваемых дифракционных и геометрических оптических элементов, ячеек оптической памяти, устройств для структурирования световых пучков [5, 6], а также элементов транспортировки микро- и наночастиц [4, 7]. Полученные локализованные распределенные в пространстве двулучепреломляющие статические и динамические структуры могут быть использованы, например, для создания многофункционального материала с произвольным набором микроскопических линз или deflectоров; в качестве генераторов оптического вихря для

структурирования проходящих световых пучков; для создания перспективного многофункционального материала для мягкой роботики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ackerman, P. J. Two-dimensional skyrmions and other solitonic structures in confinement-frustrated chiral nematics / P. J. Ackerman, R. P. Trivedi, B. Senyuk, J. Lagemaat, I. I. Smalyukh // *Physical Review E*. 2014. № 9.
2. Smalyukh, I. I. Three-dimensional structure and multistable optical switching of triple-twisted particle-like excitations in anisotropic fluids / I. I. Smalyukh, Y. Lansac, N. A. Clark, R. P. Trivedi // *Nature Materials*. 2010. № 9. С. 139-145.
3. Loussert, C. Multiple chiral topological states in liquid crystals from unstructured light beams / C. Loussert, E. Brasselet // *Applies Physics Letters*. 2014. № 104.
4. Orlova, T. Revolving supramolecular chiral structures powered by light in nanomotor-doped liquid crystals / T. Orlova, F. Lancia, C. Lossert, S. Lamsaard, N. Katsonis, E. Brasselet // *Nature Nanotechnology*. 2018. № 13. С. 304-308.
5. Hess, A. J. Control of Light by Topological Solitons in Soft Chiral Birefringent Media / A. J. Hess, G. Poy, J. B. Tai, S. Zumer, I. I. Smalyukh // *Physical Review X*. 2020. № 10.
6. Ackerman, P. J. Optical generation of crystalline, quasicrystalline, and arbitrary arrays of torons in confined cholesteric liquid crystals for patterning of optical vortices in laser beams / P.J. Ackerman, Z. Qi, I.I. Smalyukh // *Physical Review E*. 2012. № 86.
7. Evans, J. S. Optical generation, templating, and polymerization of three-dimensional arrays of liquid-crystal defects deco-rated by plasmonic nanoparticles / J.S. Evans, P.J. Ackerman, D.J. Broer, J. Lagemaat, I.I. Smalyukh // *Physical Review E*. 2013. № 87.

Пономарева А.М.

*Научный руководитель: Гавришова Е.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ОЛИМПЕЙСКОГО ДВИЖЕНИЯ В ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ

Греческая цивилизация – одна из древнейших цивилизаций, оказавших огромное влияние на формирование мира. По сей день люди восхваляют её историю, изучают труды учёных, поэмы и Илиаду, в музеях выставляют греческие скульптуры, ходят к архитектурным объектам, и, естественно, особое внимание уделяют истории её возникновения и развития. Греки были одной из первых наций, у которых физические упражнения и спорт составляли повседневную жизнь [1].

Одной из важнейших частей образовательно-воспитательного комплекса в Греции являлся именно спорт. Безусловно, существенное значение имело то, что с развитием городов и улучшением условий жизни людей, появлялось всё больше возможностей для развития, но при этом и росло количество свободного времени у незанятого населения. И пусть в экономическом отношении Греция будет затем уступать Риму, да и некоторым другим эллинистическим или азиатским империям, ни один другой народ не смог приблизиться к высокому уровню развития физической культуры греков [2]. Греки жили по принципу многогранного физического обучения молодёжи, основами которого служили состязания, наличие стадионов и, естественно, постоянные тренировки. Стоит учитывать так же момент состязательности как между крупными городами, так и между отдельными людьми. Каждый спортсмен стремился прославиться своими достижениями и доказать, то именно он лучший из лучших. Если войны разделяли греков, то вот спорт и состязания их объединяли [2].

Так же, история греческой цивилизации напрямую связана с мифами и легендами. Греческая мифология и ныне является одной из самых интересных и разнообразных. Для греков бог – это непостижимая сила, принимающая человеку обличие и имеющая при этом человеческие слабости. Принцип формирования греческого язычества строится на постоянном контакте людей с богами, человек стремился всеми силами приблизиться к ним. Восприятие мира греков

происходило через призму созданных ими легенд. В греческой мифологии боги – это победители титанов, гигантов, владыки великой силы, поэтому побеждая в соревнованиях, совершенствуя своё тело, ощущая себя победителем, человек чувствовал сближение с богами, становился частью восхваляемого им же мира.

Самые первые достоверные упоминания о проведении Олимпийских игр относятся ещё к 776 г. до н.э.; была найдена мраморная плита, с высеченным на ней именем Олимпийского чемпиона в беге эллийского повара Короибоса. По найденным письменным произведениям древнегреческих историков (например, во второй оде поэта Пиндара) удалось установить, что зарождение Древних Олимпийских игр напрямую связано с именем одного из самых знаменитых героев-полубогов, великого царя Пелопса, спартанского законодателя Ликурга и эллинского царя Ифита, Геракла. Согласно мифу, сын Зевса в 1253 г. до н. э. попал на конюшню к эллинскому царю Авгию, который отдал приказ вычистить королевские конюшни за один день в обмен на лошадей. Применяв свою силу Геракл выполнил условие, но царь отказался от своего обещания, за что был убит вместе со своей семьёй. Геракл устроил в честь этого большие состязания, посвященные Зевсу, которые, если верить мифу, и положили начало Олимпийским играм.

Но есть и другая легенда, согласно которой основателем Игр назывался победитель гонки на колесницах, Пелопс, который, дабы увековечить свою победу, решил устраивать каждые 4 года соревнования.

Есть ещё несколько теорий и легенд возникновения Олимпийских игр, каждая из которых говорит о том, что Олимпийские игры были одним из главных мероприятий у греков и, можно сказать, священной традицией. О них писали поэты, о ней говорили историки, философы и ораторы, о ней слагали мифы и легенды. Само название пошло от города, где проводились игры, Олимпия. Пиндар посвятил Олимпии и играм многие из своих од. "Нет другой звезды благороднее солнца, дающей столько тепла и блеска в пустыне неба. Так и мы прославляем те, что из всех Игр благородней, - Олимпийские игры" писал поэт [1].

Город Олимпия находился в Северо-Западной части полуострова, в двадцати километрах от Ионического моря и в 27 километрах от Афин. Место для Олимпийского стадиона выбирали с учётом существующего рельефа, так как рядом находилась гора Кронос, то естественные трибуны могли вместить в себя до 40 тысяч человек.

На соревнованиях проводились состязания в различных видах спорта, но принимать участия в них могли исключительно мужчины,

даже в качестве зрителей женщин не допускали на арену. Участники выступали обнаженными или в набедренных повязках. Для защиты от солнца кожу смазывали маслом [3]. Это связано с несколькими факторами: во-первых, греки восхваляли красоту мужского тела; во-вторых, они считали, что так как выступая на соревнованиях спортсмен приближается к богу, то делать это он должен в своём первозданном виде, то есть обнажённым. Принимать участие могли лишь греки и мужчины, доказавшие, что прошли подготовку и готовы к соревнованиям. О победителях слагали песни и легенды, их имена знали все, чеканили на монетах

Виды спорта, представленные на Олимпийских играх, были чем-то схожи с нынешними: бег на различные дистанции, рукопашный бой, борьба, гонки на колесницах, пятиборье, метание копья, диска, прыжки в длину, панкратион. Также проводились соревнования трубачей и герольдов (глашатаев). Можно сказать, что в состязаниях участвовали не только спортсмены, но и спортивные комментаторы [4].

Не все виды состязаний в современном мире проходят также, как и в Древней Греции. Например, прыжки в длину у греков проходили с использованием груза («хальтер»), который благодаря размаху должен был увеличить длину прыжка спортсмена. Панкратион (pankration) – это вид особенно жесткого боя, в котором разрешалось всё, кроме укусов и выдавливания глаз. Суть этого состязания состояла в проявлении абсолютной силы, безусловном превосходстве победителя над проигравшим.

Развитие малого города наряду с градостроительным планированием территории в значительной степени зависит и от роли общественного центра, так как социальное развитие населённого пункта всегда происходит за счёт активности населения и уровня их благополучия. Местами социальной активности являются объекты досуговой сферы, улицы, скверы, «места встреч» и даже целые зоны, которые могут быть включены в структурный элемент городской среды. В малых городах проблема отсутствия общественных пространств стоит особенно остро и является наиболее сложной в реализации. Это дает возможность рассматривать общественное пространство как развивающуюся сеть на территории не только района проектирования, но и города в целом. В конце VI века до н. э. появился гоплитодром — бег в шлеме, со щитом и, возможно, с поножами [5].

Заклучение. Дальнейшее развитие Олимпийских игр напрямую связано с историей самой Греции. Но нет сомнений, что как Олимпийские игры в древности были показателем мужества, силы и здоровья греков, так и в современности они остаются одним из самых

престижных и высокопочитаемых соревнований всего мира [6]. Так становление физической культуры в Греции прошло сквозь века и имеет исторический отголосок в настоящем, что лишний раз доказывает, что спорт и его восприятие – исторически устойчивая единица общества [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чесноков, Н.Н. Олимпийские игры Древней Греции и зарождение современного олимпийского движения / Чесноков Н.Н., Мельникова Н.Ю. // Спорт, дух. ценности, культура. - М., 1997. - Вып. 1. - 20-30. с
2. Миронов В.Б. Древняя Греция / В. Б. Миронов. - Москва: Вече, 2006. – 25 с.
3. Адкинс Л., Адкинс Р. Древняя Греция. Энциклопедический справочник. М., 2008. - 471-473 с.
4. Смирнова А. Олимпийские игры: история, возрождение, современность / БиблиоЖУРНАЛ. 2021. – № 142– 1-2 с.
5. Соколов Г. И. Олимпия. М., 1980. – 120 с.
6. Дурыхин, Е.В. Становление физической культуры и спорта как средства оздоровления в историческом аспекте / Е.В. Дурыхин, И.А. Куликов, В.В. Кравцов // Здоровье, спорт, реабилитация. – Харьков. - № 2. – 2015. – С. 22 – 24.
7. Гавришова Е.В. Грачев А.С. Третьяков А.А. Роль эмоций в формировании у студентов мотивации к дополнительным физкультурно-оздоровительным занятиям / Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2019. № 11. С. 15-22.

УДК 929

Пыжова М.М.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В ЭПОХУ ВОЗРОЖДЕНИЯ

Начертательная геометрия является уникальным графическим языком человеческой культуры. Являясь одним из древнейших языков мира, она отличается своей лаконичностью, точностью и наглядностью. Родоначальником инженерных наук является французский математик и

общественный деятель, член Парижской академии наук Гаспар Монж, который в 1799 году выпустил свой фундаментальный труд «Начертательная геометрия», где он, объединив разобщённую информацию о способах изображения пространственных фигур, создал стройную научную систему. После опубликования новой науки Монжа, она начала быстро распространяться и становится достоянием высшей технической школы других стран. Так в России с 1-ой половины XIX века начертательная геометрия становится самостоятельной дисциплиной и вводится как обязательный предмет в высших учебных заведениях [1].

Однако развитие этой науки началось задолго до этого. Своё начало она берёт с древности периода палеолита (20 тысяч лет до н.э.). В наскальных рисунках человек по-своему пытался изобразить на плоском изображении объёмность. И с тех пор начертательная геометрия проходила различные этапы своего становления. Одним из таких этапов является эпоха Возрождения, её мы и рассмотрим более детально [3].

Эпоха Возрождения – одна из величайших культурно-исторических эпох, переломный для истории Европы этап между Средними веками и Новым временем, заложивший основы новой европейской культуры.

Возрождение возникло в Италии его зачатки появились ещё в XIII–XIV вв. Но твёрдо оно установилось с 20-х годов XV в., а к концу XV в. достигло своего наивысшего расцвета.

В эпоху Ренессанса произошло и новое развитие теории изображений. Бурное развитие архитектуры, живописи и скульптуры в Италии, Германии, Нидерландах создало условия для разработки теории перспективы на геометрической основе. Вводится целый ряд основных понятий: центральное проецирование, картинная плоскость, дистанция, главная точка, линия горизонта, дистанционные точки и т.д. [3].

Одним из первых, кто разработал основы перспективы, рассматривал построение теней, был итальянский ученый, теоретик искусства, архитектор эпохи Раннего Возрождения – Леон Баттиста Альберти (1404–1472). Он внес большой теоретический вклад в науку о восприятии и законы перспективы, сформулировал признаки совершенного произведения искусства, занимался изучением зрительной пирамиды и способностей тел изменять свой образ.

Свои научные взгляды об искусстве изображений Л.Б. Альберти изложил в 3-х трактатах. Первый трактат «О живописи» датируется 1436 годом. Первая часть этого трактата посвящена геометрии

перспективы. Здесь получили свое теоретическое выражение техники, используемые для отображения в картине реальных размеров объектов в пространстве. Автор разработал теорию зрительной пирамиды, в основе которой находится поверхность рассматриваемого объекта, через края которого проходят лучи, а затем сходятся в одной точке, в зрачке глаза наблюдателя, тем самым создается вершина зрительной пирамиды. Альберти изобрел приспособление для фиксации места сечения пирамиды, напоминающее сетку, которую художник размещает между собой и наблюдаемым объектом. Аналогичная идея была положена им в основу теории линейной перспективы. Свет являлся ключевым аспектом его теории [2].

Теория перспективы Альберти опиралась на математику, геометрию, оптику и ставила своей задачей создание образов природных тел. Принципы этой теории могут применяться только к предметам, видимым глазом. Когда же художник собирается изобразить иллюзорную композицию, ему требуется более эффективный метод. Таким образом, перспектива была ориентирована на окружающий человека мир.

В своём трактате «О живописи» Альберти описал следующий метод изображения перспективы: «Сначала там, где я должен сделать рисунок, я черчу четырехугольник с прямыми углами ... и принимаю его за открытое окно, откуда я разглядываю то, что на нем будет написано, и здесь же я определяю рост человека ... и делю рост этого человека на три части, каждую из которых я принимаю пропорциональной той мере, которая называется локтем» [5].

Флорентийский локоть (braccio) – это мера длины, равная 58,4 см., следовательно, по Альберти средний рост человека равнялся 175 см [2].

Такими «локтями» Л.Б. Альберти разделял нижнюю горизонтальную сторону четырехугольника на части. Далее внутри данного четырехугольника, в любом месте определял центральную точку, занимающую место, куда падает центральный луч. Затем следует расположить данную точку над нижней горизонтальной стороной четырехугольника не выше роста того человека, которого нужно изобразить, в связи с тем, что как зритель, так и видимые изображенные предметы тела кажутся находящимися на одном уровне. Таким образом, разместив центральную точку в выбранное место, Альберти проводит из нее прямые линии к каждому делению на нижней горизонтальной стороне четырехугольника. Данные проведенные прямые отображают изменения каждого поперечного протяжения, уходящего в бесконечность (рисунок 1) [5].

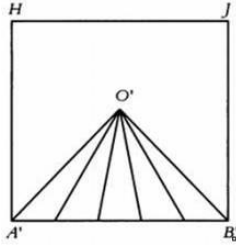


Рис. 1. Четырёхугольник Альберти

Картинная плоскость π' , на которой расположено «окно», не совпадает с плоскостью π , а параллельна ей. Поэтому предметы на картине по размеру не совпадают с реальными, а изображены в определенном масштабе (рисунок 2).

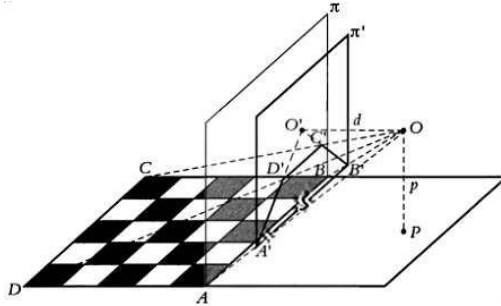


Рис. 2 Схема перспективы по Альберти

Художник выбирает масштаб, когда определяет, какой размер будет иметь изображение человека на картине. При пересечении воображаемой пирамиды с вершиной в точке зрения O и основанием $ABCD$ с картинной плоскостью, образуется трапеция $A'B'C'D'$. Проекцией точки O на картинную плоскость будет точка O' – центр перспективы [2].

Для изображения поперечных линий в перспективе Альберти предлагает следующий метод (рисунок 3): берем небольшую площадь, проводим на ней прямую линию и делим ее на части, равные тем, на которые разделена лежащая нижняя горизонтальная сторона четырёхугольника. Далее сверху ставим точку, на той же высоте от этой линии, на которой размещали в четырёхугольнике центральную точку над его нижней стороной, и из этой точки следует провести линии к каждому делению, обозначенному на 1-ой линии. Далее произвольно

устанавливаем расстояние глаза от картины и проводим перпендикулярную прямую, которая пересекает каждую встречную линию. Данная перпендикулярная прямая при пересечении с другими линиями дает последовательность всех поперечных протяжений. Следовательно, в картине все параллели являются обозначенными, то есть квадратные локти пола.

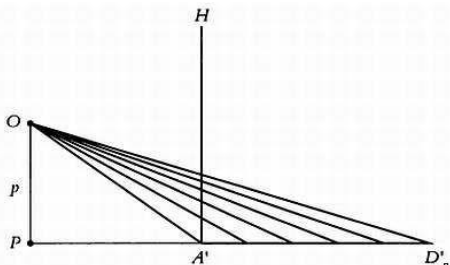


Рис.3. Вспомогательный рисунок для метода Альберти

Проведем отрезок $A'D'$ и разделим его на столько же частей, что и основание четырехугольника. Выберем точку P , в которую мы хотим поместить наблюдателя, и обозначим точку O на перпендикуляре, опущенном в точку P . Расстояние OP равно расстоянию между центром перспективы и основанием четырехугольника. Точки пересечения линии $A'H$ и лучей зрения, соединяющих точку O с отметками на отрезке $A'D'$, покажут, где будут проходить поперечные линии (рисунок 4.) [5]:

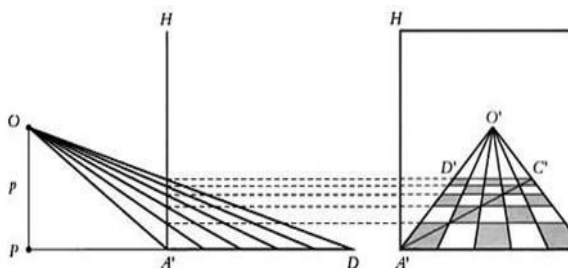


Рис.4. Перенос деления поперечных линий со вспомогательного рисунка на картину

Если необходимо, например, начертить квадратную плитку на полу, достаточно перенести полученные точки на картину (рис. 4). Альберти в качестве доказательства точности этого способа предлагает

провести диагональ одного из квадратов и убедиться, что ее продолжение совпадет с диагоналями соседних квадратов [5].

Таким образом, в эпоху Возрождения начертательная геометрия была объектом изучения многих великих учёных, был создан не один труд, способствовавший дальнейшему развитию данной науки. Значительный вклад внёс и поистине гениальный ученый-геометр Леон Баттиста Альберти, создав свою теорию перспективы и её основной закон: тела, имеющие одинаковые размеры и удаленные от зрителя на разное расстояние, изображаются неодинаковыми, чем дальше находится предмет, тем меньше будет на картине его изображение [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брыкова Л.В. Графическое образование в России: история и современность. Монография / Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2018. – 151 с.

2. Зрительные теории итальянского Возрождения // Творческий портал «Искусство жить»: [сайт]. – 2022. – URL: <https://art-life.biz/rus/files/glava-21.pdf> (дата обращения: 22.04.2022).

3. История развития начертательной геометрии / сост. Е.К. Торхова, Н.Ю. Кунгурцева; под ред. Е.К. Торховой. – Ижевск, 2012. – 14 с. – (Электронное учебное пособие).

4. История черчения [Электронный ресурс]: методические указания к изучению дисциплины «История черчения» для студентов бакалавриата заочной формы обучения направления подготовки 38.03.01 Экономика / М-во образования и науки РФ, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т, каф. начертательной геометрии и графики; сост. Т.А. Жилкина. – Москва: НИУ МГСУ, 2015. – Учебное сетевое электронное издание.

5. Франсиско Мартин Касальдеррей - Мир математики. Том 16. Обман чувств. Наука о перспективе. – 2014. – URL: https://royallib.com/book/kasalderrey_fransisko__martin/mir_matematiki_tom_16__obman_chuvstv_nauka_o_perspektive.html (дата обращения: 22.04.2022).

Резанов К.С., Протозанов Н.К.

*Научный руководитель: Шестаков Р.А., канд. техн. наук, доц.
РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва, Россия*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СПГ ПРИ КРУПНОТОННАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Конкурентоспособность СПГ по сравнению с сетевым Природным газом, сжиженным пропан-бутаном (СПБ) и нефтепродуктами совершенно очевидна. В тех случаях, когда строительство газопровода нецелесообразно, проблему газоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов можно решить, используя СПГ. Также природный газ в сжиженном виде можно с успехом использовать в качестве моторного топлива вместо нефтепродуктов, имея при этом существенные экономические и экологические преимущества [1-3].

Хранение сжиженного природного газа является одной из основных составляющих в общей схеме производства и потребления СПГ. Сжиженный природный газ, который производится на технологических линиях завода сжижения, поступает в специальные резервуары, предназначенные для его хранения, после чего с помощью насосов отгружается в транспортные средства (авто, ж/д цистерны, контейнеры-цистерны, танкеры) для отправки потребителям [4].

В настоящее время для хранения СПГ преимущественно используются двустенные изотермические резервуары, давление в которых составляет 100-115 кПа при соответствующей температуре насыщения [5]. Объем стальных надземных резервуарах составляет 10–100 тыс. м³, а железобетонных надземных и подземных объемом до 200 тыс. м³. Выбор этих резервуаров обусловлен их легкой доступностью для осмотра, быстрым периодом остывания после строительства, экономичным хранением малых и больших объемов.

Однако, учитывая, что температура насыщения СПГ при давлении хранения после сжижения на производстве, либо до регазификации значительно ниже температуры окружающей среды, например, для метана она не выше -162°С, будет происходить испарение продукта за счет внешнего теплопритока, интенсивность которого можно снизить с помощью создания эффективной тепловой изоляции резервуара [5].

В качестве наиболее эффективной обработки отпарных газов используются циклы реконденсации. Рассмотрим установку сжижения с помощью дроссельного цикла, в котором в качестве рабочего тела используется чистый метан (R50), дроссель-эффект которого выше, чем у воздуха или азота. Для такого цикла важно отметить, что нет необходимости в приготовлении специального рабочего хладагента. Важно отметить, что эффективность работы цикла реконденсации отпарных газов зависит от объемов испарения. Однако при увеличении слоя изоляции расход отпарного газа будет сокращаться, при этом будет также снижаться энергопотребление оборудования для ожижения, поэтому одной из важных задач является поиск оптимального значения слоя изоляции в сравнении с затратами на оборудование и электроэнергию.

Цель работы состоит в том, чтобы снизить количество образующегося отходящего газа до минимума. В работе рассматривается резервуар с двойной металлической стенкой с полной защитной оболочкой.

По итогам работы был проведен анализ рынка СПГ, а также выделены основные препятствия его развития, одним из которых является отсутствие прозрачной документации. Была предложена математическая модель, с помощью которой произведен расчет на основании данных, адаптированных под проект производства СПГ в Усть-Луге, и определены необходимые размеры теплоизоляции различных типов при изменении количества отпарных газов. Результат показан на (рисунке 1).

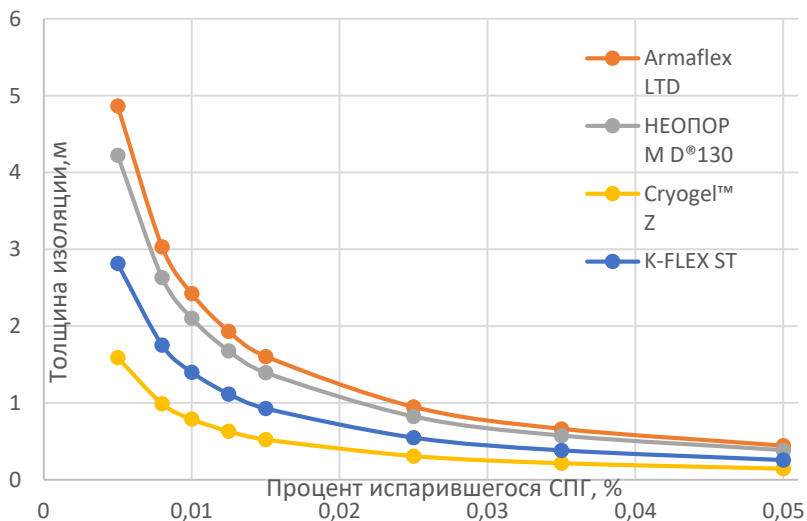


Рис. 1 Зависимость толщины изоляции от количества отпарного газа

А также для каждого производителя определены стоимости покрытия изоляцией, показанные в (таблице 1).

Таблица 1 - Стоимости теплоизоляции различных типов

Тип изоляционного покрытия	Стоимость 1 кубометра изоляции, тыс. руб.
НЕОПОР M D®130	62,963
K-FLEX ST	84,615
Armaflex LTD	80,000
Cryogel™Z	184,000

Для оценки эффективности работы изоляционных покрытий изотермического резервуара был проведен сравнительный анализ затрат на дополнительную изоляцию при возможном сокращении испарения хранящегося СПГ и затрат на оборудование для цикла ожижения отпарных газов в случае их полного возврата обратно в резервуар. В результате было установлено, что для выбранных типов изоляции окупаемость наступает уже на второй год, что подтверждает их эффективность применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комаров Д.Н., Шестаков Р.А. Анализ обеспечения промышленной безопасности в условиях применения альтернативных источников моторного топлива // Сборник избранных статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С.57-62.

2. Штанько Е.О., Комаров Д.Н., Шестаков Р.А., Хасанова Л.Р. Газомоторное топливо как современная альтернатива традиционным видам топлива (сравнительный анализ) // Магистральные и промышленные трубопроводы: проектирование, строительство, эксплуатация, ремонт: Научно-технический сборник №2. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. – 2018. – С.34-42.

3. Дергунов В.С., Шестаков Р.А. Сравнительный анализ дизельной, газодизельной и газовой модификаций седельного тягача для магистральных грузоперевозок // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2020. – № 4. – С.77-90. doi: 10.33285/2073-9028-2020-4(301)-77-90.

4. Рачевский Б.С. Производство и потребление компримированного и сжиженного природного газа CNG/LNG. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2018. – 356 с.

5. Рахманин А.И., Иванцова С.Г. Исследование теплового режима двустенных изотермических резервуаров с нарушенной тепловой изоляцией // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2012. – № 2. – С.30-34.

УДК 621.833.6

Ромашенко Н.А.

***Научный руководитель: Стативко Р.У., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО РОБОТА

Разработка волновых передач происходит в тех же направлениях, как и других передаточных механизмов: повышение долговечности, к.п.д., увеличение точности, снижение стоимости и т.п. Волновые зубчатые передачи содержат оригинальные узлы и детали (генератор, гибкое колесо), которые не встречались в известных ранее

передаточных механизмах. Методы сборки волновых зубчатых механизмов имеют много общего с другими типами механизмов.

Ошибки (погрешности) передачи классифицируются следующим образом:

1. Ошибки схемы передачи, возникающие при проектировании.

2. Ошибки размеров и формы звеньев, обусловленные конструированием, технологией и производством их изготовления, упругими деформациями в передаче, износом.

3. Ошибки, возникающие от случайных причин.

Учесть влияние каждого фактора ошибки на кинематическую погрешность волновой зубчатой передачи трудно и еще не разработана система выбора допусков и норм точностей для волновых зубчатых передач при их проектировании. Повышение кинематической точности передачи путем назначения жестких допусков на размеры и геометрическую форму деталей приводит к резкому повышению себестоимости и трудоемкости изготовления передачи.

В известных волновых зубчатых редукторах точность получают путем тщательного изготовления деталей, входящих в передачу, а также путем ужесточения несносности посадочных отверстий под подшипники для генератора и зубчатого колеса до 21-ого классов точности. Сборка волновых зубчатых редукторов производится без промежуточных регулировок и выставок одних деталей относительно других. Все зазоры и погрешности определяются жесткими допусками.

Рассмотрим метод сборки волнового зубчатого редуктора, позволяющий свести к минимуму влияние кинематического, геометрического и монтажного эксцентриситетов зубчатых колес, генератора волн, вала, подшипников, корпуса. Метод сборки соответствующим образом согласуется с конструкцией волнового зубчатого редуктора. Конструкция волнового зубчатого редуктора представляет собой блок, состоящий из трех основных узлов (рисунок 1).

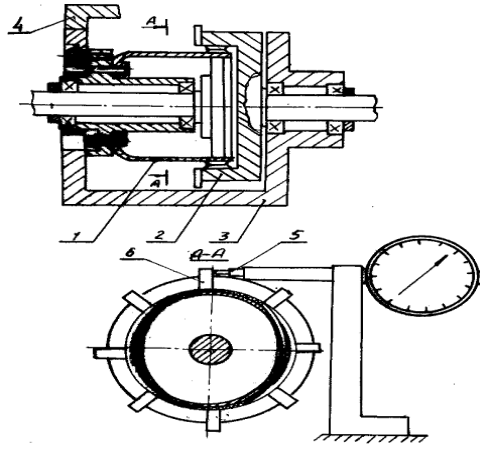


Рис. 1. Конструкция волнового зубчатого редуктора

Генератор волн вместе с гибким колесом представляет собой самостоятельный узел I, который определенным образом выставляется относительно зубчатого венца жесткого колеса 2. Узлы I и 2 крепятся в корпусе 3, которой накрывается крышкой 4. Для выставки генератора волн и гибкого колеса относительно оси вращения предлагается специальное приспособление (рисунок 2).

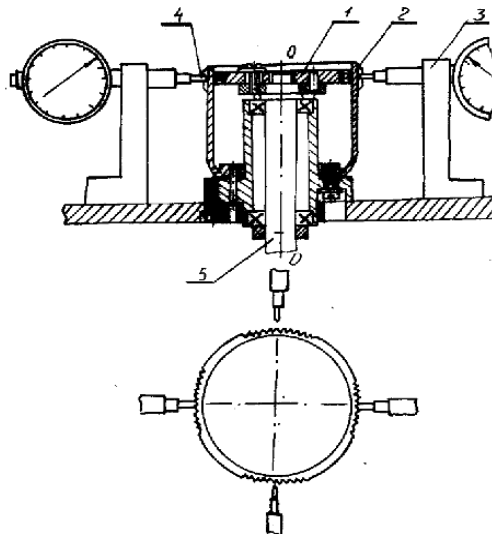


Рис. 2. Конструкция калибровочного устройства

В качестве базы для выставки зубчатого венца гибкого колеса 2 используем ось вращения 0-0. На кронштейне 3 устанавливаем индикатор 4, имеющий цену одного деления 0,001 мм. В ножку индикатора крепим модульный наконечник, конец которого устанавливаем относительно оси вращения 0-0 на расстоянии, равном расчетной величине половины диаметра делительной окружности жесткого колеса.

Производим предварительный натяг индикатора на величину 0,004-0,005 мм и шкалу индикатора устанавливаем на ноль. Гибкое колесо 2 и генератор волн I имеют возможность перемещаться в системе прямоугольных координат.

Вращая ось 5, поворачиваем генератор и вместе с тем деформируем гибкое колесо. Модульный наконечник индикатора вводим во впадины зубчатого венца гибкого колеса и замеряем показания стрелки индикатора. Для более точной выставки устанавливаем две пары диаметрально расположенных индикаторов. Это связано с тем, что нами выбрана схема, при которой гибкое колесо остановлено. Если после регулировки генератора и гибкого колеса стрелки индикаторов будут показывать отклонения в пределах допусков на радиальное биение E0 зубчатого венца гибкого колеса, то генератор и гибкое колесо заштифтовываем. Величина E0 зависит от степени точности, модуля, диаметра делительной окружности зубчатого колеса и определяется по таблицам норм кинематической точности. При этом считаем, что профиль генератора выполнен идеально. В противном случае погрешность будет складываться с погрешностью изготовления профиля генератора. В полученном самостоятельном узле генератор - гибкое колесо скомпенсирована погрешность геометрического и монтажного эксцентриситетов генератора, подшипников и вала. Безусловно, желательно подшипники, вал и расточку под подшипники выполнять с достаточно высокой степенью точности.

Следует отметить, что погрешность зубчатого колеса от кинематического эксцентриситета, вносимого делительной цепью зубофрезерного станка, не компенсируется.

Отрегулированный узел 2 (генератор – гибкое колесо) устанавливаем относительно зубчатого венца жесткого колеса I, по торцу которого устанавливаем восемь упоров 6 так, чтобы они располагались по диаметральному осям с высокой точностью. Ножку индикатора 5 подводим к упору 6. Даем предварительное натяжение индикатора 0,004-0,005 мм и шкалу индикатора устанавливаем на ноль.

Вращая генератор, жесткое колесо I поворачиваем так, чтобы к ножке индикатора подводился упор за упором.

Узел 2 плавающий, что позволяет регулировать его относительно зубчатого венца жесткого колеса и тем самым выставлять венец гибкого зубчатого колеса относительно венца жесткого колеса до получения одинакового бокового зазора С во всех зонах зацепления. Одинаковый боковой зазор в зубчатом зацеплении будет при условии одинакового отклонения (показания) стрелки индикатора при соприкосновении с каждым из восьми упоров 6. После получения минимального отклонения бокового зазора во всех зонах зацепления узел 2 штифтуем с корпусом редуктора.

Как известно из литературы и практики, прикатка повышает кинематическую точность до 20-25 %. Прикатка уменьшает шероховатость боковых поверхностей зубьев. После прикатки узел 2 расштифовываем и выводим из зацепления с жестким колесом. Производим тщательную промывку зубьев колес и всех остальных деталей. После промывки операцию по выставке узла 2 относительно зубчатого венца жесткого колеса повторяем вновь по методу, описанному выше. По достижении одинакового бокового зазора С в зубчатом зацеплении узел 2 вновь штифтуем, но место штифтовки выбираем новое. Повторная операция выставки гибкого колеса относительно жесткого необходима потому, что после прикатки и промывки боковой зазор в зонах зацепления может стать неодинаковым за счет уменьшения шероховатости боковых поверхностей зубьев. Для устранения разности боковых зазоров в зубчатом зацеплении необходима повторная выставка гибкого колеса относительно жесткого.

Итак, изложенный метод компенсации погрешностей геометрического, монтажного и частично кинематического эксцентриситетов зубчатых колес, генератора волн, вала, подшипников может позволить во всех случаях значительно повысить кинематическую точность волнового зубчатого редуктора.

В существующих мелкомодульных $m = 0,2, 0,3$ мм волновых зубчатых редукторах с гибким колесом по четвертой степени точности и жестким по шестой степени точности максимальная кинематическая погрешность, измеренная непрерывным способом, равна 25...30". Применение метода компенсации геометрического, монтажного и частично кинематического эксцентриситетов зубчатых колес позволит получить меньшие значения кинематической погрешности (предположительно до 15...20").

Обеспечение заданной кинематической точности достигается при меньших производственных издержках, так как существенно снижаются требования к точности изготовления деталей. Правда, при этом несколько усложняется сборка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. П.Ф. Дунаев О.П. Леликов. Конструирование узлов и деталей машин» – Москва «высшая школа» 1985.
2. С.К. Тусюк О.Д. Егоров. Конструирование устройств робототехнических систем. Методические указания по выполнению курсовых проектов. – Тула 1986.
3. Д.В. Чернилевский. Волновые зубчатые передачи в промышленности – Москва 2000.

УДК 51-74

Саликов С.О., Боронтов Р.С.

*Научный руководитель: Тихонова О.В., канд. физ.-мат. наук, доц.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета,
г. Рязань, Россия*

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Современное строительство – это сложный процесс, в котором участвуют огромное число заинтересованных лиц: заказчик; финансовые и проектные организации; компании, осуществляющие контроль за возведением объектов; или предоставляющие строительную технику и автотранспортные ресурсы; поставщики строительных материалов и технического оснащения; генподрядные и субподрядные строительные-монтажные организации. Для того чтобы ввести строительный объект в эксплуатацию, следует осуществить скоординированную работу абсолютно всех участников строительства. Чтобы вся концепция строительства функционировала рационально и результативно, т.е. выдавала готовую продукцию – сооружения, инженерные коммуникации либо их комплексы высочайшего качества в установленные сроки, и с минимальными расходами трудовых, денежных и энергетических ресурсов, необходимо исследовать все особенности ее функционирования, выбирать наилучшие виды решений на всех этапах строительства.

Строительство проходит в различных климатических [1], геологических, экономических [2] условиях. Строительство в среде, осложненной внешними факторами, приводит к увеличению затрат и сроков возведения объектов. Перед инженером ставится задача поиска оптимального решения на основе принципов бережливого производства, позволяющих обеспечить эффективное использование людских и материальных ресурсов, повысить качество возводимых объектов, сократить сроки и минимизировать затраты на строительство [3].

Совершенствование информационных и математических технологий значительно расширяет возможности использования информационных ресурсов в сфере строительства [4]. Автоматизированные программные комплексы позволяют производить точные расчеты конструкций, составлять схемы процесса постройки объекта в виде чисел, графиков, таблиц и т.д., иными словами, демонстрировать строительство в виде модели, применяя для этого методологию математического моделирования. Внедрение средств вычислительной техники в сферу строительной индустрии позволяет осуществлять технико-экономические расчеты [5, 6], выбирать оптимальные решения при планировании и управлении строительными системами [7, 8].

Особое значение имеет применение методов математического моделирования на этапе проектирования, что позволяет значительно снизить объемы и сроки испытаний, обеспечить возведение объектов с высокими показателями качества, а также сократить затраты на проектирование строительного объекта. Методы математического моделирования позволяют спрогнозировать действия строительной системы в перспективе в условиях изменяющихся внешних воздействий.

В работе [7] предложено решение задачи оптимального раскроя арматурных стержней при производстве плит перекрытия на основе методов математического программирования. Расчет необходимого количества арматурных прутьев и план раскроя стержней для изготовления железобетонных изделий в заданном количестве произведен с использованием электронных таблиц Excel и пакета Mathcad. Предложенный алгоритм может быть внедрен в производство с целью минимизации остатков при раскрое арматурных стержней, что позволит повысить прибыль предприятия.

Методология моделирования в строительной индустрии постоянно совершенствуется. Однако разработать универсальную модель и единый метод решения строительных задач практически невозможно.

Но построение локальных моделей, описывающих основные черты того или иного класса объектов строительной отрасли, позволяет эффективно организовать процесс управления строительной системой или возведения строительного объекта [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашков А.А., Кожнов А.С., Сивиркина А.С. Вероятностные методы расчета разрушения высотных зданий в сейсмических районах // В сборнике: Новые технологии в учебном процессе и производстве. Материалы XV межвузовской научно-технической конференции, 2017. – С. 208-211.

2. Тихонова О.В., Осипенко А.В. Увеличение доходности строительной компании в условиях экономической нестабильности // Системные технологии. – 2016. – №2(19). – С. 52-58.

3. Зуева Е.С., Корягина Н.В., Тихонова О.В. Оптимизация расхода арматурных стержней – один из принципов бережливого производства // В книге: Новые технологии в учебном процессе и производстве. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции. – Рязань, 2020. – С. 472-474.

4. Саликов Р.И., Гречушкина Н.В. Компьютерная визуализация строительных объектов // В книге: Новые технологии в учебном процессе и производстве. Материалы XIX Международной научно-технической конференции. – Рязань, 2021. – С. 208-210.

5. Дорохин М.М., Засимова В.А., Гречушкина Н.В. Использование прикладных программных комплексов при решении задачи теплотехнического расчета многослойной ограждающей конструкции // В сборнике: СНК-2020. – Москва, 2020. – С. 530-535.

6. Перепёлкин К.А., Гречушкина Н.В. Создание трехмерной модели строительного объекта по данным 3D сканирования // В сборнике: Образование. Транспорт. Инновации. Строительство. Сборник материалов IV Национальной научно-практической конференции. – Омск, 2021. – С. 704-707.

7. Тихонова О.В., Плаксин А.В., Зорина К.И. Решение задачи оптимального раскрытия арматурных стержней при производстве плит перекрытия // Системные технологии. – 2016. – №2 (19). – С. 59-63.

8. Антошкин В.А., Демкин А.А., Осипенко А.В., Тихонова О.В. Выбор оптимальной планировки многоквартирного дома с использованием программных сред MATHCAD и PASCAL // Новые технологии в учебном процессе и производстве: материалы XIV

межвузовской научно-технической конференции, посвященной 60-летию института. – Рязань, 2016. – С.358-363.

9. Тихонова О.В., Чихачева О.А., Асаева Т.А., Миронова Е.И. Вариации математической модели оптимизации планировки многоквартирного дома с учетом системы дисконтирования // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 2 (103). – С. 914-921.

УДК 539.216.2

Стрелкова А.Е., Свириденко М.Е.

*Научный руководитель: Сахаров Ю.В., д-р техн. наук, доц.
Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

УТОЧНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА РАДИУСА КАНАЛА ПРОБОЯ ВЕРХНЕГО ЭЛЕКТРОДА ТОНКОПЛЕНОЧНОГО КОНДЕНСАТОРА (ТПК)

Быстрое развитие технологий и производства интегральных микросхем (ИМС) в последние десятилетия 20 столетия сопровождалось интенсивным развитием оборудования, технологических процессов получения и обработки новых материалов. Исторически первыми в технологиях ИМС использованы такие неорганические диэлектрические материалы, как диоксид кремния (SiO_2) и нитрид кремния (Si_3N_4), которые в настоящее время остаются в числе наиболее востребованных не только в ИМС, но также в технологиях микро-опто-электромеханических систем (МОЭМС), оптических и нанотехнологических устройств [1].

Одной из причин снижения надежности микроэлектронных устройств является пробой диэлектрической пленки. Пробой диэлектрических пленок имеет важное прикладное значение, поскольку в значительной степени определяет долговечность и работоспособность тонкопленочных приборов микроэлектронных устройств [2].

При пробое МДМ – систем наблюдается эффект «самозалечивания», заключающийся в том, что ТПК после пробоя не остается закороченным и способен вновь выдержать некоторое напряжение [2].

Явление «самозалечивания» связано с тем, что энергия, выделяющаяся при пробое, разрушает ВЭ на площади большей, чем канал пробоя в диэлектрике (рисунок 1). На рисунке 1 представлены каналы пробоя системы $\text{Al} - \text{PbTiO}_2 - \text{Al}$ [3].

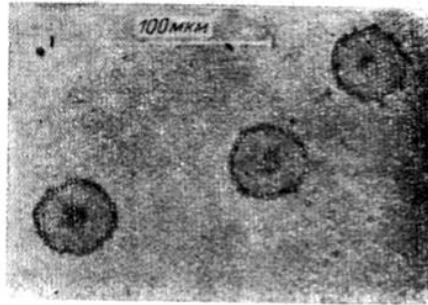


Рис. 1 Микрофотография пробоев Al – PbTiO₂ – Al

Из данных (рисунка 1) следует, что отношение внутреннего диаметра к внешнему составляет 0,3, т.е. диаметр канала пробоя в диэлектрике составляет приблизительно 30 % диаметра разрушения верхнего электрода.

Четко видны канал пробоя в диэлектрике и площадь разрушения в верхнем электроде. Формула, представленная в [2] не отражает энергию, идущую на разрушение в верхнем электроде.

В данной статье будет учитываться более точная формула баланса энергии при пробое ТПК:

$$\frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S \cdot U_{np}^2}{h_1 \cdot 2} = \pi \cdot r_1^2 \cdot h_1 \cdot \rho_1 \cdot H_1 + \pi \cdot r_2^2 \cdot h_2 \cdot \rho_2 \cdot H_2 .$$

В этом равенстве не учитывается $U_{ост}$, так как для оценки используется не конкретное значение U_{np} , а некоторая константа, близкая к реальному значению U_{np} исследуемых ТПК.

Расчет радиуса канала пробоя верхнего электрода производился по формуле:

$$r^2 = \frac{E - \pi \cdot r_1^2 \cdot h_1 \cdot \rho_1 \cdot H_1}{\pi \cdot h_2 \cdot \rho_2 \cdot H_2}, \quad (1)$$

где E – выделенная энергия в канале пробоя, $E = \frac{c \cdot U^2}{2} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S \cdot U_{np}^2}{h_1 \cdot 2}$;

U_{np} – напряжение пробоя ($U_{np} = 80$ В);

ε_0 – электрическая постоянная ($\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м);

ε – диэлектрическая проницаемость для SiO₂ ($\varepsilon = 5$);

S – площадь ТПК ($S = 1$ мм²);

r_1 – радиус канала пробоя диэлектрика (величина будет изменяться);

h_1 – толщина диэлектрика SiO_2 ($h_1 = 200$ нм);

h_2 – толщина верхнего электрода Al ($h_2 = 50$ нм);

H_1 – теплота сублимации SiO_2 ; ($H_1 = 135 \pm 5 \frac{\text{ккал}}{\text{г-атом}}$)

H_2 – теплота сублимации Al; ($H_2 = 75,5 \pm 1,5 \frac{\text{ккал}}{\text{г-атом}}$)

ρ_2 – плотность Al ($\rho_2 = 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³);

ρ_1 – плотность SiO_2 ($\rho_1 = 2,2 \cdot 10^3$ кг/м³).

Был проведен расчет радиуса отверстия в верхнем электроде при изменении радиуса канала диэлектрика при диэлектрической проницаемости равной 5 и напряжении пробоя 80 В. Данные этого расчета можно увидеть из зависимости, приведенной на (рисунке 2).

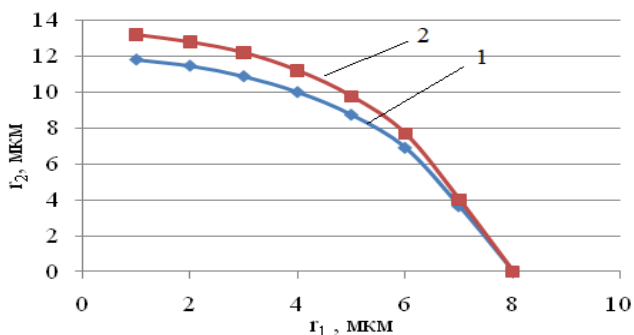


Рис. 2 Зависимость радиуса отверстия в ВЭ от радиуса канала диэлектрика: 1 – толщина ВЭ 50 нм; 2 – толщина ВЭ 40 нм

Так же были рассчитаны и экспериментально построены зависимость диаметра канала пробоя ВЭ от $U_{пр}$ и зависимость квадрата радиуса канала пробоя ВЭ от выделенной энергии в канале пробоя, результаты представлены на (рисунках 3 – 4).

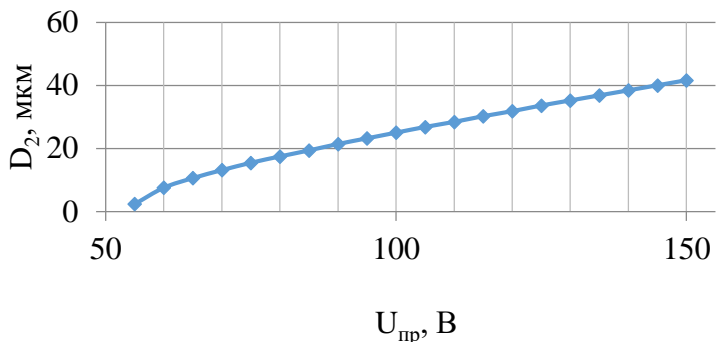


Рис. 3 Зависимость диаметра канала пробоя верхнего электрода от напряжения пробоя

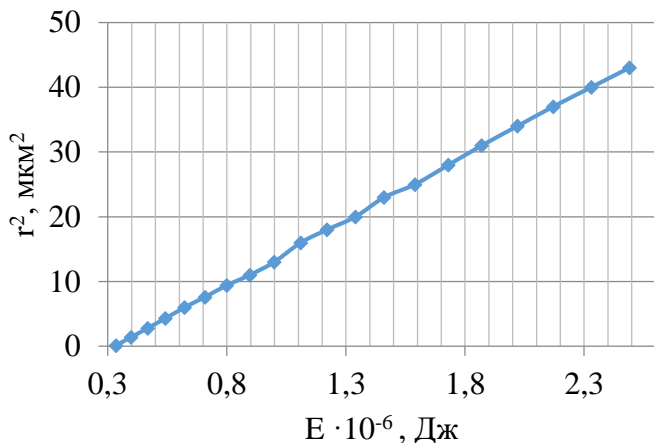


Рис. 4 Зависимость квадрата радиуса канала пробоя верхнего электрода от выделенной энергии в канале пробоя

Из данных зависимостей видно, что с увеличением напряжения пробоя, увеличивается диаметр канала пробоя верхнего электрода, это связано с тем, что выделяется большая энергия в канале пробоя, что подтверждает рисунок 3.

Из расчетных данных можно сделать следующие выводы:

- В данных условиях получения диэлектрика SiO_2 его диэлектрическая проницаемость равна 5;

- Для расчетов диаметра разрушения в верхнем электроде была уточнена формула [2], в которой не была учтена энергия, тратящаяся на

разрушение в верхнем электроде. Именно по уточненной формуле были сделаны расчеты и построены соответствующие зависимости;

– Из данных расчетных зависимостей видно, что при радиусе канала пробоя в диэлектрике больше 7 мкм выделенной энергии не хватает для разрушения верхнего электрода. Так же, из графика видно, что уже при радиусе канала в диэлектрике равного 7 мкм, не должен наблюдаться эффекта «самозалечивания», так как канал пробоя в SiO_2 больше, чем радиус разрушения в верхнем электроде;

– Еще можно увидеть, что чем тоньше будет верхний электрод, тем больше будет его радиус разрушения.

Далее для проводились эксперименты по пробую для определения минимальной толщины верхнего электрода, при которой не произойдет эффекта «самозалечивания», а также для сравнения расчетной и экспериментальной зависимости радиуса канала пробоя верхнего электрода от энергии, выделяющейся в канале пробоя.

Для построения экспериментальной зависимости радиуса канала пробоя верхнего электрода от энергии, выделяющейся в канале пробоя, использовали структуру $Al - SiO_2 - Al$ с толщиной диэлектрика 210 нм, и толщиной верхнего электрода 60 нм, на данной структуре 85 % ТПК годны к использованию, т.е ТПК, тангенс угла диэлектрических потерь которых меньше 0,01, так как для дальнейших исследований необходимы ТПК с хорошими изоляционными характеристиками. Данные по пробую графически представлены на (рисунке 5).

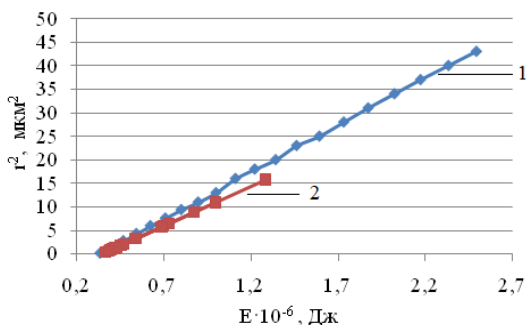


Рис. 5 Сравнение экспериментальной и расчетной зависимости квадрата радиуса канала пробоя ВЭ от выделенной энергии в канале пробоя: 1 – теория; 2 – эксперимент

Экспериментальная зависимость, а именно квадрат радиуса канала пробоя верхнего электрода, строилась по формуле (1), в данной

формуле использовались экспериментальные значения емкости, напряжения первого пробоя, толщины диэлектрика и верхнего электрода, а радиус канала разрушения диэлектрика использовалась как величина постоянная равная 5 мкм. Теоретическая кривая взята из рисунка 4.

Экспериментальная зависимость практически совпадает с теоретической, расхождение возможно связано с погрешностью измерения толщины верхнего электрода.

Работа выполнена коллективом научной лаборатории интегральной оптики и радиофотоники при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках соглашения №075-03-2020-237/1 от 05 марта 2020г. (внутренний номер проекта FEWM- 2020-0040). Экспериментальные результаты получены с использованием оборудования ЦКП «Импульс» (регистрационный номер 200568).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев В.Ю., Васильев В.Ю. Свойства и применение диэлектрических тонких пленок в технологиях микроэлектроники: учебное пособие // Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. С. 100.

2. Воробьев Г.А., Мухачев В.А Пробой тонких диэлектрических пленок// М.: «Сов. радио», 1977. С 72.

3. Воробьев Г.А., Похолков Ю.П., Королев Ю., Меркулов В.И. Физика диэлектриков (область сильных полей): Учебное пособие// Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2011. С. 245.

УДК 543.544.43

Талалаева Э.Р.

Научный руководитель: Калмыкова Е.Н., д-р хим. наук, доц.

Липецкий государственный технический университет,

г. Липецк, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ГЖХ

Незаменимыми факторами питания, которые обеспечивают потребности человека, являются эссенциальные жирные кислоты. Они не могут быть синтезированы организмом, поэтому в состав рациона

питания должны входить растительные масла и семена, богатые этими кислотами [1...3].

Кроме того, состав жирных кислот, входящих в триглицериды семян, представляет интерес с точки зрения выявления различий между семенами разного происхождения [4].

Объектами исследования являлись семена бахчевых сельскохозяйственных культур ФГБНУ Федерального научного центра имени И.Е. Мичурина: тыквы сорта «Кроха», кабачка сорта «Грибовский».

Анализ семян проведён в соответствии с ГОСТ 30418-96 «Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава», предусматривающего разделение и идентификацию метиловых эфиров жирных кислот с использованием газового хроматографа Agilent Plus 6890N и кварцевой колонкой Sigma-Aldrich SP-2560 с неподвижной жидкой фазой бисцианопрпил-полисилоксан [5]. В качестве подвижной фазы служил азот.

Хроматографирование осуществляли в градиенте температуры: начальная температура – 120 °С поддерживалась в течение 4 мин, затем программированный подъем температуры проводили со скоростью 3 °С/мин до 180 °С, и далее использовали изотермический режим в течение 40 мин. Затем был программированный подъем температуры со скоростью 3 °С/мин до 240 °С и изотермический режим в течение 25 мин. Результаты хроматографирования приведены в (таблицах 1 – 2).

Таблица 1 – Жирнокислотный состав семян тыквы сорта «Кроха»

Кислота	Время удерживания, мин	Площадь пика [pA·S]	Содержание, %
Миристиновая C14:0	35,40	120,35	0,18
Пальмитиновая C16:0	39,54	8555,31	12,42
Пальмитолеиновая C16:1	41,11	99,88	0,15
Маргариновая C18:1	42,01	76,96	0,11
Стеариновая C18:0	44,94	5115,16	7,42
Олеиновая C18:1	46,81	2,04·10 ⁴	29,58
Линолевая C18:2	50,09	3,35·10 ⁴	48,63
Арахидиновая C20:0	50,62	372,01	0,54
α-линолевая C18:2	53,69	81,54	0,12
Бегеновая C22:0	59,13	79,25	0,12
Цис-11,14,17-эйкозатриеновая C20:3	64,74	240,67	0,35
Цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая C22:6	80,84	69,48	0,1

Из приведенных данных видно, что семена тыквы содержат в наибольшем количестве линолевую кислоту (48,63%). Содержание олеиновой кислоты почти в 2 раза меньше, и составляет 29,58%. Еще в меньшем количестве отмечено содержание пальмитиновой и стеариновой кислот (12,42% и 7,42% соответственно).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав семян кабачка сорта «Грибовский»

Кислота	Время удерживания, мин	Площадь пика [pA·S]	Содержание, %
Миристиновая C14:0	35,42	81,74	0,13
Пальмитиновая C16:0	39,55	8853,70	13,51
Стеариновая C18:0	44,85	4042,00	6,17
Олеиновая C18:1	45,81	1,63·10 ⁴	24,94
Линолевая C18:2	50,09	3,52·10 ⁴	53,67
Арахидиновая C20:0	50,59	310,3	0,47
α –линоленовая C18:3	53,66	122,57	0,19
Бегеновая C22:0	59,09	98,50	0,15
Цис-11,14,17-эйкозатриеновая C20:3	64,64	177,68	0,27

Семена кабачка характеризуются более богатым жирнокислотным составом – дополнительным присутствием минорного компонента α – линоленовой кислоты, которое составляет всего 0,19%. Отмечено содержание линолевой кислоты в большем количестве, по сравнению с семенами тыквы, что составляет 53,67%. однако содержание олеиновой кислоты в 2 раза меньше (24,94%). Пальмитиновая и стеариновая кислоты присутствуют в количестве 13,51% и 6,17% соответственно.

Самыми распространёнными незаменимыми жирными кислотами, которые содержатся в семенах исследуемых культур, оказались линолевая и олеиновая. Также в достаточно больших количествах были обнаружены такие кислоты, как пальмитиновая и стеариновая. Самой важной жирной кислотой, содержащейся в семенах, является α – линоленовая (C18:3), которую идентифицировали только в составе семян кабачка [6...8]. В этой связи можно рекомендовать более широкое практическое использование семян кабачка в качестве сырьевого источника α – линоленовой кислоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: Учебник. - М.: Медицина, 1998. 188 с.
2. Тютюнников Б.Н. / Б.Н. Тютюнников, Химия жиров М.: изд. «Пищевая промышленность», 1966. 415-419 с.
3. О Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. // Р. О Брайен; пер. с англ. В.Д Широкова, Д.А.
4. Бабейкиной, Н.С. Селивановой, Н.В. Магды. СПб.: Профессия. - 2007. - С. 752.
5. ГОСТ31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. - М.: Стандартинформ, 2013. Введ.01.01.2014. 11 с.
6. Ушакова В.Н., Стабильность липидов пищевых продуктов/ В.Н.Ушакова // М.: Агропромиздат. 1988. 152-165 с.
7. Биохимия липидов и их роль в обмене веществ (сборник статей), М.: Наука. 1984. 168 с.
8. Горемыкина Н.В., Верещагин А.Л., Кошелев Ю.А. и др. // Химия растительного сырья. 2014. №4. 197 – 201 с.

УДК 929

Фаустова С.А.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ГАСПАР МОНЖ – УЧЕНЫЙ И ПОЛИТИК

Начертательная геометрия – это область геометрии, которая изучает построение пространственных фигур и изображение различных геометрических объектов на плоскости.

Начертательная геометрия как наука возникла в конце XVIII столетия. Повлиял на это французский деятель, ученый и математик Гаспар Монж, который выпустил курс лекций по начертательной геометрии для учеников Политехнического учебного заведения в Париже.

Гаспар Монж родился 10 мая 1746 года в Боне, Франция. Он был старшим ребенком в семье. Его отец, местный торговец, несмотря на бедность семьи, старался дать самое лучшее образование своим детям.

Свое первое образование Монж получил в городской школе ордена ораторианцев, а в 1762 году он поступил в Лионский колледж, где вскоре стал преподавателем физики. В 1764 году Гаспар с точностью составил план своего города. Он самостоятельно изобрел методы и приборы для измерения углов и черчения линий [2].

В период обучения в городе Леоне Гаспара приглашают присоединиться в орден и остаться педагогом в колледже, но, проявив выдающийся талант к математике и черчению поступает в инженерную школу в Мезьере. Однако там ему пришлось поступить на унтер-офицерское направление, которое готовило военных кондукторов. Данная ситуация не удовлетворяла Монжа, так как научные вопросы его интересовали больше.

Достижения в науке и уникальное решение одной из главных задач фортификации помогли ему в 1769 году стать ассистентом математики, а после и физики.

В 1798 году Гаспар Монж в книге «Geometrie Descriptive» свел в тонкую научную систему весь неполный разнообразный материал. Это стало основой исследований, которые позволили Европе получить геометрические знания Древней Греции. Его новая научная система привела к возможности выполнять на листе чертежной бумаги посредством планиметрических построений решение конструктивных задач стереометрии такими чертежными инструментами как циркуль и линейка. Гаспар определил смысл начертательной геометрии как науки, которое имеет важное практическое значение: «...точное изображение на чертеже, имеющем только два измерения трехмерных объектов», а также «...выводить из точного описания тел все, что следует из их формы и взаимного расположения...» [4].

В возрасте 43 лет Монжа застала Французская революция, которой он отдал половину жизни и все свои силы. Он вошел в состав первого революционного правительства, где восемь месяцев руководил морским министерством.

В отличие от многих сограждан, которые покинули страну, Монж все же продолжал научную и преподавательскую деятельность, участвовал в заседаниях Академии наук, охотно и добросовестно выполнял поручения новой власти.

Одной из основных задач было усиление морской границы. Монж организовал двенадцать школ во французских портах для подготовки специалистов в области гидрографии, одновременно являясь экзаменатором в морских школах. В августе 1792 г., учитывая его предрасположение революционным идеалам и знание морской дисциплины, Законодательное собрание назначило его министром

морских дел во Временном исполнительном совете нового правительства [5].

Флот, вверенный Монжу, оказался в тяжелом положении: не хватало солдат, боеприпасов и продуктов питания. Франция уже потерпела несколько неудач на море и вскоре ей предстояла война с Англией.

Несмотря на нехватку в казне, Монжу удалось частично пополнить пустой резерв и начать на берегах строительство необходимых укреплений. За шесть месяцев пребывания на посту президента Совета Безопасности он должен был принять два основных политических решения – подписать казнь Людовика XVI и объявить войну Англии. Однако он не обладал необходимым административным и военным опытом и был обременен работой министра, в апреле 1793 г. ушел в увольнение, чтобы продолжить работу во имя революции [2].

Совет социального спасения поручил Монжу создать производство стали, пороха, оружия и т.д. Его знания с успехом помогают справиться с поставленными задачами. Для создания селитры, требуемой для производства пороха, Монж открыл и в общих чертах изложил способы извлечения селитры из земли в хлевах и погребах. В Париже он создал новые литейные заводы, разработал методы выплавки стали, изменил методы изготовления ружей и организовал их производство до 1000 штук в сутки. В связи с кризисом в стране Монжу не платили ни за какую работу. Несмотря на это Гаспар часто приходил на работу рано утром, а уходил поздно вечером, питался только хлебом, потому что в стране не хватало еды. Однако даже при этом ему не удавалось избежать повторяющихся обвинений в неверности властям, поэтому в какой-то момент он был вынужден скрываться от преследований в течение двух месяцев. С 1794 года Монж уже не занимался непосредственно государственными административными делами, а посвятил себя научной и преподавательской деятельности [6].

Благодаря трудам Монжа начертательная геометрия начала распространяться по всему миру. Множество учебных заведений брали за образец созданную им систему графического образования. В конце XX века «Начертательная геометрия» как предмет был введен в учебные планы всех высших университетов России. Его имя внесено в список 72 великий ученых Франции и размещено на первом этаже Эйфелевой башни [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брыкова Л.В. Г. Монж – основатель начертательной геометрии? // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов X международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4 т. Т. 4. / Сост.: В.Н. Рошупкина, В.М. Уваров [и др.]. – Губкин: Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2017. – С. 36-39.
2. Демьянов В.П. Геометрия и 'Марсельеза. – Москва: Знание, 1986. – с.226.
3. Лукомская А.М. Перечень трудов и литературы о жизни и деятельности Гаспара Монжа / В кн.: Гаспар Монж. Начертательная геометрия. – М.: Изд. АН СССР 1947. — С.258-270.
4. Монж Г. Начертательная геометрия / Комментарии и редакция Д.И. Каргина – М.: Изд-во АН СССР, 1974. - С.291
5. Торхова Е.К., Агафонова Я.А., под ред. Е.К.Торховой. / Гаспар Монж – основоположник современной начертательной геометрии – Ижевск, 2012. – 14 с.: ил.- (Электронное учебно-методическое пособие)
6. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона [электронный ресурс] Российская универсальная энциклопедия. Ф.А. Брокгауз – И.А. Ефрон, 1890 – 1907

УДК 621.396.96

Федоров Н.А.

*Научный руководитель: Шостак А.С., д-р техн. наук, проф.
Томский государственный университет систем управления
радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАГРУЗКИ В ЗАДАЧАХ РАДИОВОЛНОВОГО КОНТРОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ДЛИННОЙ ЛИНИИ

Задача контроля однородных и неоднородных сред в радиоволновом диапазоне волн сохраняет свою актуальность. В качестве датчика сигнала зачастую используется линейный полуволновый вибратор. Теоретической основой метода является решение задачи о входном сопротивлении линейной антенны, расположенной над слоистым полупространством [1]. Практически задачу радиоволнового контроля решают путем измерения полного входного сопротивления линейной антенны $Z_{\Sigma} = Z_0 + \Delta Z$, где

Z_0 сопротивление антенны в свободном пространстве, ΔZ внесенное в антенну сопротивление за счет наличия полупространства с параметрами $T_2 \rightarrow \infty$, ϵ_2 - диэлектрическая проницаемость полупространства, (рисунок 1).

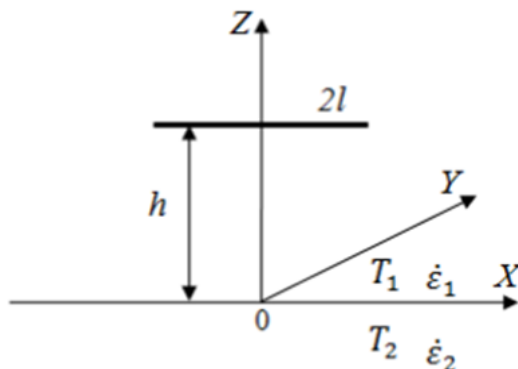


Рис. 1 Линейная антенна $2l$ на высоте h

Более перспективным является, при котором первоначально компенсируют первичное поле, в данном случае компенсируют сопротивление антенны в свободном пространстве - Z_0 . Для компенсации первичного поля используются различные методики [2, 3, 4]. Рассмотрим метод компенсации первичного поля с применением ферритового циркулятора [5]. Приведем расчетные данные задачи случая расположения линейной антенны ($2l$) над полупространством с диэлектрической проницаемостью равной $10 - 0,1 \times i$, (рисунок 2). Расчеты проведены для внесенного полупространством в антенну модуля $I\Delta Z(h)I$, активного $\text{Re}(\Delta Z(h))$ и реактивного $\text{Im}(\Delta Z(h))$ сопротивления.

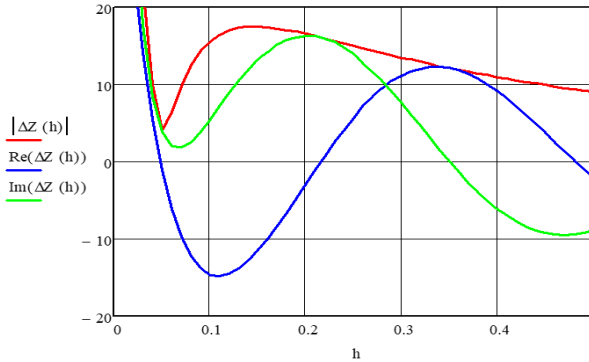


Рис. 2 Внесенное в антенну сопротивление от приведенной высоты h/λ ($\lambda=1\text{м}$)

Анализ поведения кривых на рис. 2 показывает, что кривая для модуля внесенного сопротивления $|\Delta Z(h)|$ в районе высоты $h/\lambda \sim 0,1$ имеет “немонотонный” характер. Размах амплитуды меньше, чем для кривой $\text{Re}(\Delta Z(h))$. Кривая реактивной составляющей внесенного сопротивления $\text{Im}(\Delta Z(h))$ приводит к такому результату.

Для случая использования такой антенны для измерения диэлектрической проницаемости желательно каким-то образом компенсировать реактивную часть внесенного полупространством сопротивления. Это можно видеть из приведенных на (рисунке 3) графиков. На рис. 3 верхняя штрихпунктирная кривая, как и на (рисунке 2) построена для модуля полного сопротивления $|\Delta Z(h)|$ над средой с параметрами $10 - 0,1 \times i$. Ниже ее расположена кривая для случая среды с параметрами $6 - 0,01 \times i$, ниже - кривая для среды с параметрами $10 - 0,1 \times i$, самая нижняя кривая (в окрестности высоты $h=0 < 1$ м) имеет параметры $16 - 0,6 \times i$.

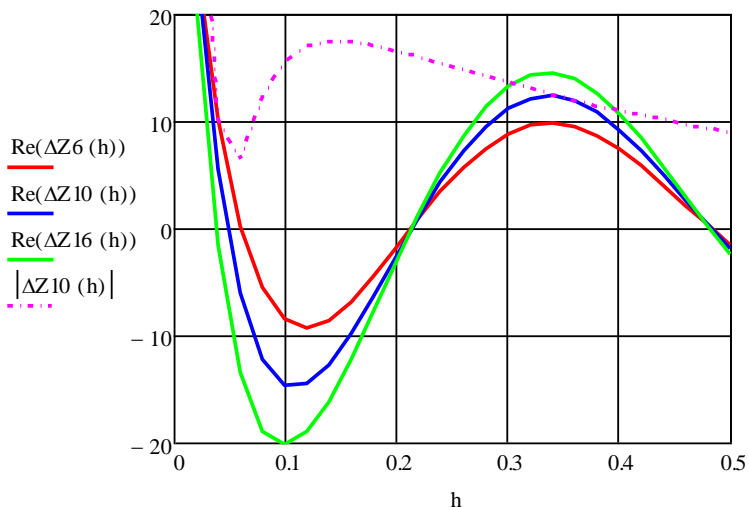


Рис. 3. Внесенное в антенну сопротивление от приведенной высоты h/λ ($\lambda=1\text{м}$) для различных значений электрических характеристик полупространства

Задача компенсации реактивной части сопротивления антенны решается разными путями. В работе [5] для рабочей высоты $h \sim 0.1\lambda$ скомпенсировать отрицательное активное сопротивление $\text{Re}(\Delta Z(h))$ за счет развязки ферритового вентиля (~ 20 дБ от сопротивления антенны в свободном пространстве -73 Ом). Реактивную часть предполагается компенсировать сосредоточенной реактивностью. Последнее является существенным недостатком этого метода. Следует также отметить, что реактивность в зависимости от h/λ может принимать положительные и отрицательные значения (индуктивный и емкостной характер).

В настоящей работе предлагается использовать свойства длинной линии для компенсации реактивного сопротивления комплексного сопротивления нагрузки (антенны). На (рисунке 3) дается физическая модель метода.

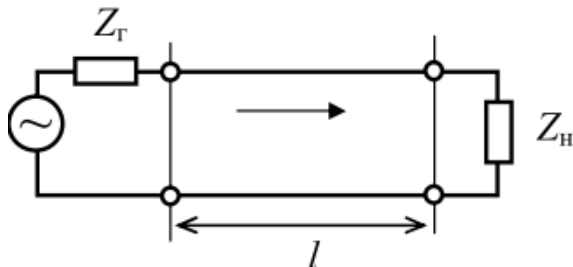


Рис. 4. Генератор ($Z_{Г}$), длинная линия (l), антенна ($Z_{Н}$).

Математическое описание работы длинной линии при различных нагрузках ($Z_{Н}$) возьмем из [6] в виде:

$$Z_{ВХ} = Z_{Н} \frac{\sin(\beta * l) + i \left(\frac{W}{Z_{Н}} \right) * \sin(\beta * l)}{\cos(\beta * l) + i \left(\frac{Z_{Н}}{W} \right) * \cos(\beta * l)}, \quad (1)$$

Где $Z_{ВХ}$ – сопротивление в точке с координатой l ; β – фазовый множитель - $2\pi/\lambda$; W – волновое сопротивление длинной линии.

Отметим [6], что реактивная составляющая сопротивления линейной антенны (полуволнового вибратора) заметно зависит от размеров поперечного сечения (a) и длины антенны ($2l$) – $2l/a$. Так при бесконечно большом отношении $2l/a$ $Z_{ВХ}$ антенны составляет $73,1+i42,5$. При отношении $2l/a=70,7$ $Z_{ВХ}$ антенны равно $73,1+i12$. Здесь сопротивления в омах. На рис.4 приведены в виде графиков расчетные зависимости для модуля $Z_{ВХ}(l)$ при различных значениях $Z_{Н}$: $Z_{Н1}=73$; $Z_{Н3}=73+10i$; $Z_{Н4}=73+20i$; $Z_{Н5}=73+30i$; $Z_{Н6}=73+40i$. По оси абсцисс отложено значение приведенной к длине волны λ точки отсчета l (в расчетах длина волны $\lambda = 1$ м).

Нагрузка $Z_{Н1} = 73$ соответствует волновому сопротивлению длинной линии, т.е. согласованному режиму в линии. На графике прямая линия по всей длине l .

Следует отметить, что с ростом реактивного сопротивления нагрузки (от 10 ом до 40 ом) возрастает амплитуда колебаний. В точках на линии $l \sim 0,22\lambda$ и $l \sim 0,47\lambda$ кривые для различных нагрузок пересекаются и значение модуля сопротивления при это почти равно сопротивлению при согласованной нагрузке (73 ом).

Похожие результаты имеют место и при отрицательных реактивностях в нагрузке, (рисунок 5).

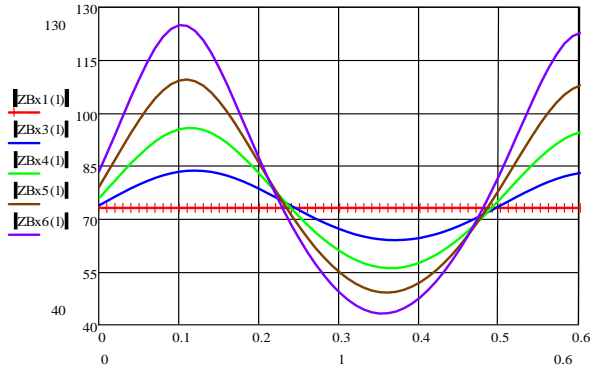


Рис.5. Модуль $Z_{BX}(l)$ при изменении реактивности в нагрузке от 0 до +40 ом.

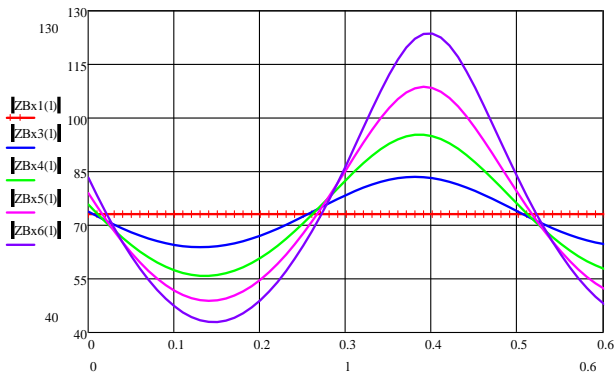


Рис.6. Модуль $Z_{BX}(l)$ при изменении реактивности в нагрузке от 0 до -40 ом.

Здесь приведены в виде графиков расчетные зависимости для модуля $Z_{BX}(l)$ при различных значениях Z_N : $Z_{N1} = 73$; $Z_{N3} = 73 - 10i$; $Z_{N4} = 73 - 20i$; $Z_{N5} = 73 - 30i$; $Z_{N6} = 73 - 40i$. Нагрузка $Z_{N1} = 73$ также соответствует волновому сопротивлению длинной линии, т.е. согласованному режиму в линии. При этом на графике прямая линия по всей длине l .

Места пересечения кривых (узлы) в данном случае располагаются на линии $l \sim 0.28\lambda$ и $l \sim 0.52\lambda$ кривые для различных нагрузок пересекаются и значение модуля сопротивления при это почти равно сопротивлению при согласованной нагрузке (73 ом).

Предложенный способ компенсации реактивной составляющей нагрузки позволяет лучше согласовать линию передачи и нагрузки. Это

может привести к следующим эффектам: увеличение мощности, передаваемой в нагрузку; увеличение электрической прочности линии; увеличение КПД линии; устранение вредного влияния отраженной волны на генератор; расширения рабочей полосы частот.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дума А.Р., Дорохов В.И., Шостак А.С. Радиоволновой метод контроля параметров диэлектрических материалов на основе измерения импеданса линейных антенн // Дефектоскопия. – 1986, №1. – С. 54-61;
2. Потекаев А.И., Парватов Г.Н., Шостак А.С., Абулкасымов М.М. Широкополосная диагностика неоднородных сред с помощью линейных антенн // Известия высших учебных заведений. Физика – 2018. Т.61. №7 (727). С. 35-39.
3. Абулкасымов М.М., Черныш Т.Г., Шостак А.С. Широкополосное зондирование неоднородных сред // Известия высших учебных заведений. Физика – 2017. Т. 60. №12-2. – С. 23-27
4. Потекаев А.И., Парватов Г.Н., Черныш Т.Г., Шостак А.С. Влияние неоднородных подстилающих сред на импеданс системы из параллельно расположенных линейных антенн // Известия высших учебных заведений. Физика – 2019. Т. 62. №1 (733). – С. 60-64;
5. Потекаев А.И., Парватов Г.Н., Горелкин И.И., Шостак А.С. Методика компенсации первичного поля в задачи радиоволновой диагностики сред с помощью линейных антенн // Известия высших учебных заведений. Физика - 2019. Т. 62. № 9 (741). - С. 180-184.
6. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд 2-е доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2006, 376 с.

УДК 544.723:546.302:547.458.5

Фуфаева В.А., Никитин К.С.

*Научный руководитель: Никифорова Т.Е., д-р хим. наук, проф.
Ивановский государственный химико-технологический университет,
г. Иваново, Россия*

СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ГИДРОГЕЛЕВЫМ БИОАДСОРБЕНТОМ ИЗ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Вода является основным ресурсом для технологических целей и поддержания жизни. Ее чистота имеет решающее значение для людей и

экосистемы в целом [1]. Однако в последние десятилетия на качество воды негативно влияет растущая антропогенная деятельность. Ионы тяжелых металлов относятся к наиболее распространенным загрязнителям, устранение которых возложено на передовой научно-технический потенциал. Особого внимания требует обработка сточных вод гальваники и нефтепереработки [2]. Адсорбционные методы лучше всего подходят для очистки воды от широкого спектра примесей, в том числе от тяжелых металлов. При этом биосорбция обозначается многими исследователями как передовой и перспективный метод очистки водных сред [3]. Кроме тяжелых металлов сточные воды могут содержать поверхностно-активные вещества, используемые для стабилизации постоянной концентрации тяжелых металлов в объеме раствора. Наличие поверхностно-активных веществ является сдерживающим фактором для широкого применения адсорбционной очистки сточных вод от тяжелых металлов [2, 3].

Целью данной работы являлось изучение сорбционных характеристик гидрогелевого хитозанового биоадсорбента по отношению к ионам меди в ходе ее извлечения из водных растворов, содержащих цвиттер-ионное поверхностно-активное вещество.

В работе объектом исследования являлся не модифицированный гидрогелевый хитозановый биоадсорбент, полученный из кислотного гидрогеля, в котором цепочки хитозана были дополнительно сшиты эпихлоргидрином. Методика получения гидрогелевого адсорбента на основе хитозана также подробно описана в работе [4]. В качестве модельных растворов, содержащих ионы тяжелых металлов, использовали растворы сульфата меди с различной концентрацией Cu(II) . При этом адсорбционные эксперименты проводились параллельно как из нестабилизированных растворов сульфата меди, так из стабилизированных растворов. В качестве стабилизатора концентрации ионов меди в объеме раствора был выбран цвиттер-ионный ПАВ додецилдиметиламин оксид (ДДАО), в количестве, равном критической концентрации мицеллообразования.

Поверхность гидрогелевого хитозанового адсорбента (рис.1) изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan VEGA 3 SBH.

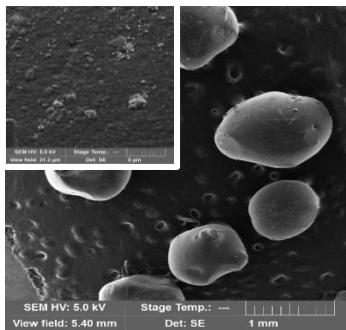


Рис. 1 Микрофотография поверхности гидрогелевого хитозанового адсорбента.

Видно, что гидрогелевый сорбент на основе хитозана обладает преимущественно гладкой поверхностью без видимых пористых каналов.

Получение экспериментальных изотерм адсорбции подробно описано в источниках [4-6].

Расчет адсорбционных характеристик гидрогелевого хитозанового биоадсорбента осуществляли в координатах Лэнгмюра (1) и ТОЗМ (2), используя экспериментальные изотермы адсорбции ионов меди.

$$\frac{C}{A} = \frac{1}{A_m} \cdot C + \frac{1}{A_m K_L} \quad (1)$$

$$\ln q_\tau = \ln V_{\Pi} - \frac{RT}{\beta E} \ln q_\tau \quad (2)$$

Изменение свободной энергии Гиббса процесса адсорбции, максимальную степень заполнения поверхности и полную адсорбцию рассчитывали по формулам 3, 4 и 5 соответственно:

$$\Delta G_a^0 = -RT \cdot \ln(K_L) \quad (3)$$

$$\theta = \frac{A}{A_m} \quad (4)$$

$$A_{\Pi} = A_m + C \cdot V_{\Pi} \quad (5)$$

Изотермы адсорбции ионов меди на гидрогелевом хитозановом адсорбенте показаны на рис. 2. Адсорбция ионов меди осуществлялась как из нестабилизированных ПАВом растворов, так и из растворов, содержащих додецилдиметиламин оксид в количестве равном

критической концентрации мицеллообразования (ККМ), что соответствует $2.1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

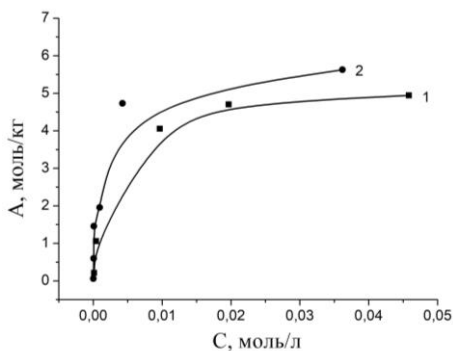


Рис. 2. Изотермы адсорбции ионов Cu(II) на хитозановом биоадсорбенте из растворов, не содержащих ПАВ (1) и из стабилизированных растворов (2).

Таблица – Адсорбционные константы и величины адсорбции ионов Cu(II). R^2 – коэффициент корреляции

ПАВ	θ	ΔG_a^0 , кДж/моль	Лэнгмюр			ТОЗМ			A_p , моль/кг
			A_m , моль/кг	K_L , л/моль	R^2	V_p , см ³ /г	E , кДж/моль	R^2	
-	0.97	-14.2	5.05	307.8	0.99	0.614	9.27	0.95	5.24
СМС	0.98	-14.6	5.78	368.7	0.99	0.629	9.98	0.93	6.07

Как следует из таблицы, экспериментальные изотермы хорошо описываются моделями Лэнгмюра и ТОЗМ. Основываясь на свободной энергии Гиббса, процесс адсорбции ионов тяжелых металлов является термодинамически самопроизвольным. Максимальная степень заполнения поверхности превышает 80%, что свидетельствует об эффективном использовании доступного сорбционного объема и практически полном отсутствии гидратации катионных активных центров. Обычно присутствие поверхностно-активных веществ отрицательно влияет на адсорбцию тяжелых металлов из-за одновременного хелатирования последних с органическими стабилизаторами. Однако в эксперименте было установлено, что присутствие в растворе электролита цвиттер-ионного ПАВ несколько увеличивает адсорбцию катионов активными центрами хитозана. Это может быть объяснено следующим образом. В присутствии ДДАО в

водном растворе электролита ионы меди присоединяются к его гидрофильным группам за счет р-р орбитальных взаимодействий между катионами и атомами кислорода. Благодаря мицеллам ПАВ ионы металлов равномерно распределяются в растворе. Адсорбция тяжелых металлов на активных центрах хитозана характеризуется высокими свободными энергиями адсорбции и участием эффективных электронодонорных аминок групп в вицинальном положении. Поэтому адсорбент «вытягивает» катионы из гидрофильных групп ПАВ и разрушает образовавшиеся ранее хелаты.

Таким образом, в работе получен гидрогелевый хитозановый биоадсорбент и испытан в адсорбции ионов тяжелых металлов из водных растворов электролитов, стабилизированных цвиттер-ионным поверхностно-активным веществом. Показано, что адсорбция тяжелых металлов из растворов, содержащих ДДАО в количестве, равном ККМ, несомненно возрастает, что может быть связано с отрывом катионов от гидрофильных групп мицелл и одновременным комплексообразованием ионов с амино- и гидроксильными группами хитозана. Судя по значениям характеристической энергии адсорбента, определенным по линейным координатам ТОЗМ, адсорбция Cu(II) посредством комплексообразования сохраняется как в нестабилизированных, так и в стабилизированных водных растворах электролитов. Таким образом, полученный сорбент на основе хитозана является перспективным сорбционным материалом для извлечения d-металлов из сточных вод различной природы для их глубокой очистки. В частности, в перспективе он может быть использован для концентрирования тяжелых металлов из сточных вод, например, предприятий по переработке углеводов/нефтепереработке и гальваники.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010).

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Chakraborty, R. Adsorption of heavy metal ions by various low-cost adsorbents: a review / R. Chakraborty, A. Asthana, A.K. Singh. – Текст: непосредственный // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. – 2022. – Т. 102. (N 2). – С. 342-379.

2. Zamora-Ledezma, C. Heavy metal water pollution: A fresh look about hazards, novel and conventional remediation methods / C. Zamora-Ledezma, D. Negrete-Bolagay. – Текст: непосредственный // Environmental Technology & Innovation. – 2021. – Т. 22. – С. 101504.

3. Arora, R. Adsorption of Heavy Metals—A Review / R. Arora. Текст: непосредственный // Materials Today: Proceedings. – 2019. – Т. 18. – С. 4745–4750.

4. Фуфаева, В.А. Извлечение ионов меди сорбентами на основе хитозана, модифицированными 2-этилимидазолатом никеля / В.А. Фуфаева, Т.Е. Никифорова. – Текст: непосредственный // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2022. – Т. 58, вып. 2. – С. 163–169

5. Филиппов, Д.В. Сорбция ионов тяжелых металлов из водных растворов мезопористым 2-этилимидазолатом никеля / Д.В. Филиппов, В.А. Фуфаева, М.В. Шепелев. – Текст: непосредственный // Журнал неорганической химии. 2022. – Т. 67, вып. 3. – С. 397-402.

6. Фуфаева, В.А. Высокоэффективное извлечение ионов меди (II) из водных растворов с использованием 2-этилимидазолата никеля / В.А. Фуфаева, Д.В. Филиппов. – Текст: непосредственный // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2021. Т. 64, вып. 5. – С. 24-29.

УДК 528.72

Харькова Ю.С.

Научный руководитель: Лепёшкина М.А., асс.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА AGISOFT METASHAPE

Современная фотограмметрия дает возможность определить по снимкам конкретного объекта его размеры, а также форму и различные сечения, которые выполняются в процессе фотосъемки, также можно определить пространственное положение в системе координат, которая была задана ранее, площади и объемы исследуемого объекта.

В данной работе описывается программный продукт – Agisoft Metashape, представлен анализ его основных характеристик. На основе цифровых снимков программа Agisoft Metashape позволяет реализовывать трехмерные модели высокого качества. Данные, полученные в результате проведения различных съемок, используются

в приложениях GIS, они могут быть использованы как документация культурного наследия, а также как визуальные эффекты.

Metashape обрабатывает снимки в видимом диапазоне RGB, термальные и мультиспектральные изображения, которые включают в себя снимки с многокамерных систем. Итогом обработки являются разного рода типы пространственных данных: плотные облака точек, текстурированные полигональные модели, ортофотопланы и цифровые модели местности (ЦММ). Специальные инструменты постобработки помогают убрать лишние артефакты на текстуре моделей, вычислить индексы растительности, вывести данные для автоматизированного управления сельскохозяйственной техникой и т.д. Распределенные вычисления на локальном кластере Metashape разрешают обрабатывать проекты, которые включают в себя 50 000 и более снимков. В то время как право обработки данных загруженных в облако допускает минимизировать затраты на аппаратные мощности. Совокупность способов цифровой фотограмметрии и технологий компьютерного зрения получает автоматизированную систему, которая легко управляется даже без знаний в области фотограмметрии, а также предоставляет систему инструментов оценки и контроля точности результатов, позволяющие специалистам добиться высокого качества работы.

Metashape позволяет пользователям решить такие основные задачи как: построение модели, ортофотоплана и ЦММ.

Основные функциональные возможности применения программы представлены на (рисунках 1-3).

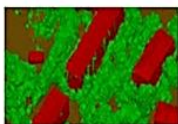


Фототриангуляция

Обработка различных типов снимков: аэрофотосъемка (надирная, перспективная), фотосъемка с близкого расстояния.

Автоматическая калибровка: различные типы камер (включая "рыбий глаз"), сферические и цилиндрические камеры.

Поддержка нескольких проектов с разными камерами.



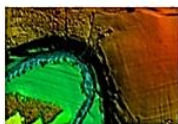
Работа с плотным облаком точек

Тщательно продуманное редактирование облака для наилучших результатов.

Классификация точек для точного восстановления геометрии.

Экспорт в .LAS для обработки в специализированных пакетах.

Мультиклассификация позволяет автоматически разделять точки облака Земля, Здания, Растительность, Дороги, Машины и Искусственные сооружения на классы.



Цифровая модель местности: экспорт ЦМР/ЦММ

Создание ЦМР или ЦММ – в зависимости от Ваших задач.

Привязка с помощью EXIF-файлов, логов полета, данных GNSS-приемника или опорных точек.

Поддержка систем координат в кодах EPSG: WGS84, UTM и т. д.



Экспорт геопривязанных ортофотопланов

Экспорт ортофотопланов в формате GeoTIFF – наиболее совместимым форматом с ГИС приложениями; в .XML – позволяет отобразить на Google Earth.

Экспорт по блокам для очень больших проектов.

Цветовая коррекция для однородной текстуры.

Рис. 1 Возможности ПО Agisoft Metashape



Измерения: расстояния, площади, объёмы

Встроенные инструменты для измерения расстояний, площадей и объёмов.

Благодаря огромному количеству поддерживаемых форматов, для высокоточных измерений результаты можно экспортировать во внешние пакеты. Например, ГИС Спутник.

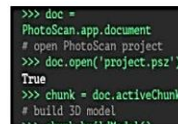


Опорные точки: высокоточные изыскания

Импорт опорных точек для контроля точности.

Автоматическое определение кодированных и некодированных марок для быстрого ввода опорных точек.

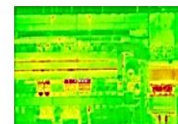
Инструмент «Масштабная линейка» для задания масштаба без данных привязки.



Скрипты на Python: настраивайте обработку под себя

В дополнение к пакетной обработке – способ автоматизировать процесс.

Скрипты Python помогут настроить: шаблоны параметров для нескольких одинаковых наборов данных; промежуточную обработку результатов контроля; и т. д.



Обработка RGB/NIR/инфракрасных/мультиспектральных изображений

Обработка RGB/NIR/инфракрасных/мультиспектральных изображений.

Быстрое построение на основе выбранного канала.

Построение мультikanального ортофотоплана для расчёта вегетационного индекса NDVI с помощью встроенных инструментов. Экспорт полученных результатов.

Рис. 2 Возможности ПО Agisoft Metashape



Построение и текстуризация 3D-моделей

Построение различных сцен: археологические объекты, артефакты, здания, интерьеры, люди и т.д.

Прямая загрузка на Sketchfab и экспорт в самые популярные форматы.

Фотореалистичные текстуры, поддержка HDR.

Построение моделей из карт глубины: создание полигональных моделей, основываясь на построении напрямую из карт глубины



4D моделирование динамических сцен

Обработка данных со множества камер для кинопроектов, игровой индустрии и т.д.

Создание основы для визуальных эффектов с помощью 3D моделей, реконструированных во времени.



Сшивка панорам

3D реконструкция сцены по данным, полученным из одной позиции с двух камер.

Сшивка панорамы 360° на основе снимков с одной камеры.



Распределённая и облачная обработка

Распределенные расчеты в кластере с использованием мощности нескольких узлов для обработки огромных массивов данных в одном проекте.

Возможность хранить и обрабатывать ваши проекты в облаке.

Рис. 3 Возможности ПО Agisoft Metashape

Работа в программе Metashape включает следующие основные этапы:

1. Загрузка снимков в Metashape.

В начале работы пользователю необходимо определить какие снимки будут использоваться в качестве исходных при построении трехмерных данных. Сами снимки не загружаются в Metashape до тех пор, пока они не потребуются для процесса обработки, то есть пользователь, нажимая «Добавить снимки», только отмечает те снимки, которые будут использоваться в дальнейшем.

2. Отождествления связующих точек.

На данном этапе используют всю цветовую палитру изображений, не сокращая ее до 8-ми бит. Точки облака, ортофотоплан и текстура также могут быть экспортированы с сохранением исходных цветов. При этом формат экспорта должен поддерживать не 8-ми битные цвета.

3. Обзор загруженных снимков и удаление ненужных.

4. Выравнивание снимков.

С помощью процесса выравнивания определяют элементы внешнего ориентирования камеры и уточняют элементы внутреннего ориентирования. Результаты данного этапа фиксируются в виде облака связующих точек.

5. Построение плотного облака точек.

Эта процедура происходит на основе карт глубины, который рассчитываются при помощи алгоритма плотной стереорекострукции.

Для каждого снимка благодаря фототриангуляции методом независимых связей формируются части внешнего, а также внутреннего ориентирования. Далее по полученным данным для пар перекрывающихся снимков вычисляются карты глубины. Так как один снимок перекрывается одновременно с несколькими соседними, то необходимо для каждого снимка рассчитать несколько карт глубины.

6. Построение трехмерной полигональной модели.

7. Текстурирование полигональной модели.

8. Построение тайловой (иерархической) модели.

9. Построение цифровой модели местности (ЦММ).

Цифровой моделью местности является 2.5D модель поверхности в виде регулярной сетки значений высоты. ЦММ в программе Metashape рассчитывается при помощи плотного облака точек, облака связующих точек или полигональной модели, а также на основании карт глубины.

10. Построение ортофотоплана.

Для образования ортофотоплана полигональной модели или ЦММ первичные снимки проектируются на поверхность, а дальше, в зависимости с отобранным типом проекции, изменяются в двухмерное изображение объекта съемки.

Применение исходных снимков разрешает производить конечное изображение высокого разрешения. Крайне часто ортофотоплан представляет собой нужным результатом обработки аэрофотосъемки, также ортофотоплан может быть выполнен в ситуации, если требуется детальный вид объекта.

Metashape разрешает использовать следующие типы проекций: географическая проекция, проекция на плоскость и цилиндрическая проекция. Географическая проекция обычно применяется при работе с данными аэрофотосъемки, так как допускает сориентировать ортофотоплан в выбранной системе координат. При проекции на плоскость ориентация плоскости в пространстве может быть задана случайно, что используется при моделировании фасадов зданий и других не площадных исследованиях. Цилиндрическая проекция удаляет сильные искажения при проецировании цилиндрических объектов.

11. Экспорт результатов.

Возможность экспорта результатов поддерживается программой Metashape, а именно, данных калибровки камер, связующих точек и плотных облаков точек, полигональных моделей. Вспомогательно могут быть произведены ортофотопланы, ЦММ (и ЦМР) и тайловые модели.

После завершения выравнивания снимков сразу могут быть экспортированы рассчитанные значения калибровок камер и также облако связующих точек. Все другие возможности экспорта могут стать доступными после окончания соответствующих этапов обработки.

При экспорте данных для блока, который не имел геопривязанность, объёмное расположение модели будет основываться координатной системой, заданной по умолчанию. Так модель может изображаться в отдельном редакторе, которая будет выглядеть иначе, чем в окне Metashape.

В ходе выполнения исследования, нами был изучен программный продукт Agisoft Metashape, который в настоящее время решает ряд наиболее важных задач в сфере фотограмметрии.

В рамках изучения программного продукта Agisoft Metashape и проведения анализа его основных характеристик было выявлено, что программное обеспечение, максимально раскрывает возможности фотограмметрии. Оно включает в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки, что позволяет получать результаты самой высокой точности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курбатова В.В. Геометризация МПИ в программной среде в Micromine на примере Наталкинского золоторудного месторождения / Курбатова В.В., Михайленко Г.Г., Перепелкин М.А., Ломакина Н.Е. // Вектор ГеоНаук – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 17-22 – DOI 10.24411/2619-0761-2020-10017.

2. Зарубин О.А. Использование многозональных космических снимков для целей геоинформационного мониторинга и анализа пространственных характеристик сельскохозяйственного землепользования / Зарубин О.А., Ларина А.В., Саулин В.А., Шабайкина В.А. // Вектор ГеоНаук – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 37-47 – DOI 10.24411/2619-0761-2020-10017.

3. Бугаевский Л.А., / Портнов А.М. Теория одиночных космических снимков. М., Недра, 2014. с.280.

4. Лобанов А. Я Аэрофототопография. М., 2018. 576 с.

5. Овсянников Р. П., Лысенко Ф. Ф. Фототопография. Ч. 2. Методы фототопографии. М., 2014. 300 с.

6. Новаковский Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. М, МГУ, 2017. с. 204.

7. Рыжакова Н.С., Шин Е.Р. Практический опыт выполнения комбинированной топографической съёмки при производстве

инженерно-геодезических изысканий / Геодезия и кадастр: ПРОИЗВОДСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ: сб. докл. Междун. научн-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021 – С. 55-59.

УДК 004.932.72`1

Черкасова А.Р.

Научный руководитель: Зувев С.В., канд. физ.-мат. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Проявление эмоций – одно из средств коммуникации. Считывание эмоций других людей является важным фактором взаимодействия. С развитием технологий становится перспективным интегрирование такой способности в систему «человек-машина».

Помимо человеко-компьютерного взаимодействия, распознавание эмоций также может быть применено и в других областях, таких как видеонаблюдение в системах безопасности или контроль состояния водителя.

Автоматизированный анализ эмоций можно использовать на рабочих местах, например, мониторинг колл-центра, а также для измерения и повышения качества обслуживания клиентов между филиалами, анализируя эмоции сотрудников или клиентов; изучения влияния маркетинговых кампаний с помощью анализа репутации бренда в точках продаж.

В мониторинге психического здоровья в здравоохранении распознавание настроений может применяться для анализа отзывов пациентов, состояния здоровья пациента, медицинских условий и улучшения лечения.

В задаче автоматического распознавания эмоций (выражений лица) обычно выделяется некий класс базовых эмоций, например, таких, как страх, гнев, радость, удивление, грусть, презрение. К базовым эмоциям в некоторых постановках задачи, также относят нейтральную эмоцию, иначе говоря, естественное выражение лица без каких-либо эмоциональных проявлений. Задача распознавания эмоций, в конечном счете, сводится к задаче машинного обучения, а именно классификации.

Для решения задачи существует множество подходов. Часть из них завязаны на использование нейронных сетей, обычно сверточных.

Такие сети отличаются от обычных ANN тем, что только последний слой полностью связан. Сверточные сети представляют собой особый вид ANN. В работе [1] было показано, что они хорошо работают в качестве средства для извлечения признаков при входных данных в виде изображений и также подходят для использования в реальном времени.

Для классификации и распознавания образов сеть обучается важнейшим их признакам, таким как геометрическое отображение точечной структуры изображения, относительное расположение важнейших элементов образа, компоненты преобразования Фурье и другие подобные факторы. В процессе обучения выделяются признаки, отличающие образы друг от друга, которые составляют базу принятия решений об отнесении образов к соответствующим классам [2].

В целом, алгоритм распознавания эмоций с помощью искусственного интеллекта основан на трех последовательных шагах:

1. Распознавание лиц на изображениях и видеокдрах
2. Предварительная обработка изображений [3]
3. Использование модели искусственного интеллекта для классификации эмоций

В работе для решения выше описанных задач реализуются следующие методы:

1. Каскадные классификаторы Хаара на основе признаков: он хорошо обнаруживает фронтальное лицо на изображении. По сравнению с другими детекторами лиц в режиме реального времени работает быстрее. Во многих работах именно этот метод используется для определения границ лица для последующей обработки [4, 5]. Несмотря на свою скорость, точность этого алгоритма зависит от выравнивания лица и поворота головы. Иногда встречаются ложные срабатывание. Поэтому также рассмотрится применение детектора SSD. Он имеет более сложную модель, но так как является модификацией YOLO методов, по скорости сравнительно быстрее, чем алгоритмы глубокого обучения, при этом не сильно уступая им в точности.

2. Для задачи распознавания самой эмоции будет использоваться сверточная нейронная сеть, которая принимает найденное изображения лица (48 * 48 пикселей) в качестве входных данных и предсказывает вероятности 7 эмоций в выходном слое.

В работе [6] рассматривалась архитектура нейронной сети, которая несмотря на то, что относительно мала, способно обеспечивать достаточную производительность классификации в наборе данных FER2013.

На рисунке 1 можно заметить, что центральный блок повторяется в дизайне 4 раза. Эта архитектура отличается от наиболее распространенной архитектуры CNN. Обычно такие архитектуры используют полностью связанные слои в конце, где находится большинство параметров. Кроме того, они имеют стандартные свертки. Современные архитектуры CNN, такие как Хсертюн, используют комбинацию двух наиболее успешных экспериментальных предположений в CNN: использование остаточных модулей и разделяемых по глубине свертков.

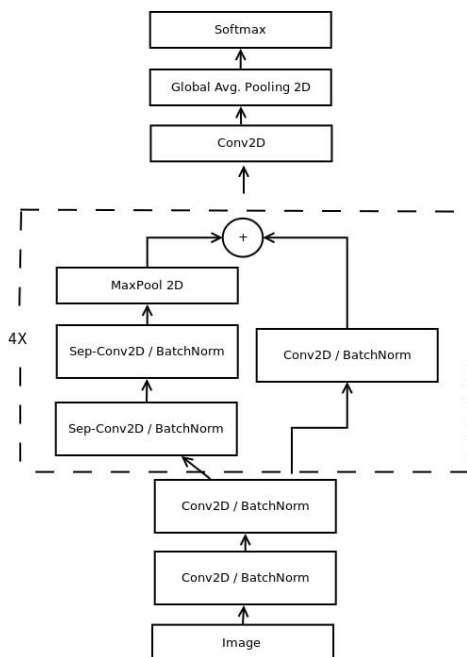


Рис. 1 Архитектура модели распознавания эмоций [6]

Существует распространенное несоответствие точности при тестировании в базах данных контролируемой среды по сравнению с базами данных дикой среды. Следовательно, трудно перевести хорошие результаты в контролируемых средах (CK +, JAFFE и т.д.) в неконтролируемые среды (SFEW, FER-2013 и т.д.). Например, модель, получающая высокую точность на одной базе, на другой имеет результаты гораздо хуже. В основном это связано с изменением положения головы и условиями освещения в реальных сценариях.

В работе были использованы наборы данных: CK+ [7] и FER2013, который можно найти в открытом доступе на платформе Kaggle.

Использованная модификация набора CK+ включает в себя около тысячи изображений лиц людей. Присутствуют как женщины, так и мужчины. Изображения имеют размер 48 x 48 пикселей, черно-белые.

Набор данных FER-2013, который был опубликован на Международной конференции по машинному обучению (ICML), состоит из 35 888 примеров. Он представляет собой изображения лиц в оттенках серого размером 48x48 с семью эмоциями - злостью, отвращением, страхом, радостью, нейтральностью, грустью и удивлением.

В результате было рассмотрено использование ряда методов машинного обучения для решения задачи распознавания эмоций. Применение SSD вместо широко используемого для детектирования лиц каскада Хаара, позволяет повысить точность обнаружения на ранних этапах до передачи частей изображения в классификатор для распознавания эмоций, обучение и тестирования проводилось на наборах данных CK+ и FER2013.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. J. Donahue, Y. Jia, O. Vinyals, J. Hoffman, N. Zhang, E. Tzeng, and T. Darrell, "Decaf: A deep convolutional activation feature for generic visual recognition," arXiv preprint arXiv: 1310.1531, 2013.

2. Осовский, С., Нейронные сети для обработки информации: пер. с пол. / С. Осовский. - Москва: Финансы и статистика, 2002. - 344 с. - ISBN 5-279-02567-4.

3. Волошина В.С. Рязанов Ю.Д. Анализ способов повышения резкости фотографий для отображения в парковочных мобильных приложениях // Университетская наука. 2021. №1 (11). С. 141-145.

4. Sina Mohseni, Gholamreza Ardeshir, Nilofar Zarei Facial Expression Recognition Based on Anatomical Structure of Human Face. JECEI, Vol. 2, No. 2, 2014.

5. Рюмина Е.В., Карпов А.А. Аналитический обзор методов распознавания эмоций по выражениям лица человека // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020. Т. 20. № 2. С. 163–176. doi: 10.17586/2226-1494-2020-20-2-163-176.

6. Arriaga, O. Real-time Convolutional Neural Networks for Emotion and Gender Classification / O. Arriaga, P.G. Plöger, M. Valdenegro [Электронный ресурс]. –

https://github.com/oarriaga/face_classification/blob/master/report.pdf
(01.05.2022).

7. СК+, [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.kaggle.com/datasets/shawon10/ckplus?resource=download>
(дата обращения: 15.04.2022).

УДК 7.012

Шкарина А.И.

*Научный руководитель: Башкатов И.А., д-р пед. наук, проф.
Липецкий государственный технический университет
г. Липецк, Россия*

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ КАК СИСТЕМА ПРОПОРЦИОНИРОВАНИЯ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ

Человек в все времена стремился окружать себя эстетичными вещами. В какой-то момент люди начали задаваться вопросом, что является основой прекрасного? Почему один предмет является красивым, а другой нет? Древние греки считали, что основа – прекрасного-это гармония. Трудно не согласиться, ведь беспорядочность, несоразмерность и бесформенность производит на нас неприятное впечатление. А то, что смотрится гармонично, безусловно воспринимается как нечто эстетичное, красивое и вызывает чувство радости.

Произведения искусства, как правило создаются по законам гармонии. Пропорции являются основой гармонизации в изобразительном искусстве. Ведь гармония пропорций-это одно из главных критериев красоты, притягивает взгляд, что бы это не было.

Если обратить внимания на высказывания великих художников, то можно заметить, что они говорят о пропорциях, а именно золотом сечении. Н.П. Крымов опровергал ту мысль, что искусство – это просто творчество, порыв настроения, что в нем ничего нельзя объяснить. Он утверждал, что можно доказать почему картина хорошая или плохая. По мнению художника, есть в композиции закон, когда в картине нельзя ничего убрать или добавить, это математика. Виолле-ле-Дюк говорил, что форма, которую нельзя объяснить-не будет красивой. Существует надпись на входе саксонской школы, в которой говорилось, что люди не знающие геометрии, не допускаются. Пока мозг не производит математические измерения, произведение не будет казаться красивым и

идеальным, не произойдут эти эмоции восторженности. Эту работу наш мозг производит мгновенно, что мы ее даже не замечаем.

В эпоху Возрождения художники нашли закономерность, между математикой и идеальной картиной. Сделали вывод, что у картины есть определённые точки, которые приковывают внимание зрителя. Целое всегда состоит из частей и эти части разной величины находятся в определенном соотношении друг к другу и к целому. И совершенством целого и есть принцип золотого сечения. Многие мыслители всех времён пытались разгадать тайну золотого сечения и связывали его с всеобщей гармонией. У немецкого математика 17 века было высказывание, и его суть была что у геометрии есть главные сокровища золотое сечение и теорема Пифагора и если первое знает любой школьник, то второе известно мало кому. Даже русский поэт А.С. Пушкин задумался, а реально ли проверить гармонию с помощью математики?

Золотое сечение использовалась великими мастерами прошлого и не даром, ведь их работы стали настоящим произведением искусства. Это то, на чем держится весь рисунок, это основа работы. Если не пользоваться правильным соотношением пропорции в искусстве, то работа не будет гармоничной и в итоге получится очень далекой от природы.

Во все времена людей волнуют проблемы гармонии, поиск идеального и прекрасного. Принцип золотого сечения было известно еще в древнем Египте при строительстве пирамид, но оно не потеряло своей актуальности и в наше время. Согласно теоретическому анализу литературы, без данной пропорции сложно обойтись в любой сфере искусства. Она активно применяется в живописи, фотографиях, геометрии, архитектуре и др. Приведем самый распространённый пример. На просторах интернета очень много разных фото, которое не вызывают не у кого интереса. Фотографии делает каждый, будь это на смартфон или профессиональный фотоаппарат, но сделать гармоничный снимок, применяя математические отношения золотой пропорции, сможет далеко не каждый. Из этого можно делать вывод, что золотая пропорция не теряет актуальности, даже в самых обычных вещах 21 века.

1. Золотое сечение.

Как уже было выше сказано художники эпохи возрождения выяснили, что существуют некие центры, которые приковывают наше внимание. Так как найти эти центры при «изготовлении» своего произведения? Ответ прост, в основе этих зрительных центров находится принцип золотого сечения.

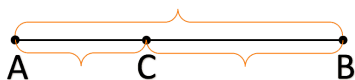


Рис 1. Наглядный пример золотого сечения

Золотое сечение – пропорциональное соотношение 2х величин. Более понятным языком, это пропорция продолжающая саму себя. Например, берём отрезок АВ и делим точкой С, то золотое сечение будет, когда отрезок относится к большему так как больший отрезок относится к целому (рисунок 1).

2. Пропорции золотого сечения в применении.

Возникает вопрос, как же использовать данную пропорцию на практике? Правило золотого сечения на плоскости проявляется делением ее на части четырьмя линиями-две вертикальные и две из них горизонтальные. Расположены они определённым образом по пропорции (рисунок 2)

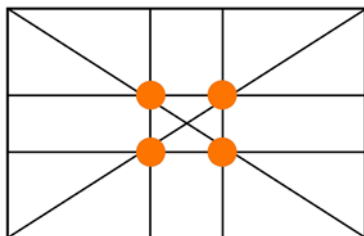


Рис 2. Схема зрительных центров

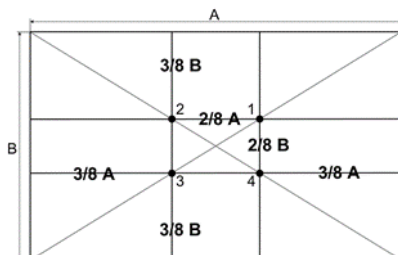


Рис 3. Детальное построение схемы зрительных центров

То, что будет находиться на этих линиях, очень важно для восприимчивости нашего глаза. Картину, которая нарисована согласно

золотого сечения будет восприниматься как идеальная, красивая и правильная (рисунок 2).

При расположении важных элементов на картине, надо помнить и учитывать эти линии, тогда работа в целом будет производить гармоничное впечатление. Также на пересечении линий золотого сечения находятся важные зрительные центры, которые располагаются на расстоянии около $5/8$ и $3/8$ от краев изображения. Учёные доказали, что человек обычно всегда концентрирует на них своё внимание.

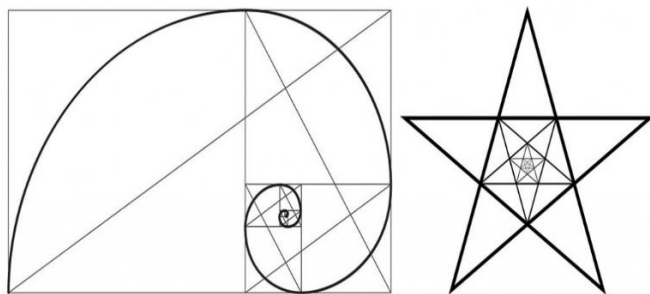


Рис 4. Золотое сечение в спирали и вписанных пятиугольниках

Использование золотой пропорции этим не ограничивается. Специалисты творческой профессии используют геометрические фигуры, основанные на этом же принципе (Треугольники, звёзды, спирали).

Такое соотношение выглядит лучше всего, потому что то, что лежит в основе пропорций золотого сечения, зрительно воспринимается как совершенный. Такое соотношение пропорций придумала сама природа. Поэтому она получила ещё название божественная пропорция.

Если посмотреть на картину Левитана И. И., то можно заметить, что при ее написании использовалась данная пропорция. Лес помещён в центре золотого сечения, а луна с отражением на ее линии.



Рис 5. Картина Левитана И. И «Сумерки. Луна»

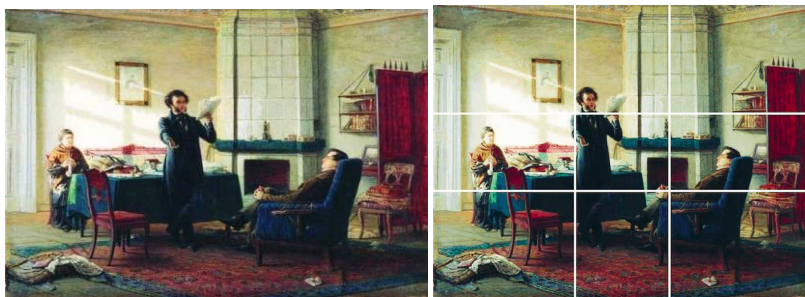


Рис 6. Картина Ге Н. Н «Александр Сергеевич Пушкин в селе Михайловском»

Следующий пример картина Ге Н.Н «Александр Сергеевич Пушкин в селе Михайловском». Фигура поэта расположена именно на линии золотого сечения.

И в завершение поговорим о самом известном фаворите золотого сечения Леонардо да Винчи. При написании своих картин он использовал золотой принцип.

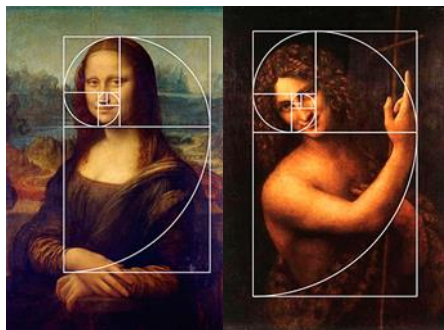


Рис 7. Картина Леонардо да Винчи

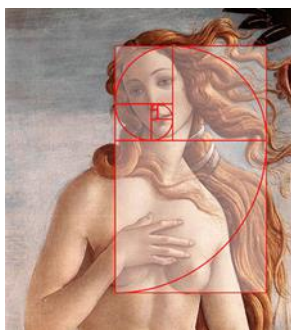


Рис.8 Боттичелли Рождение Венеры

Без принципа золотого сечения также не обошлись шедевры известного современника да Винчи – Боттичелли. Многие считают, что его Венера не была бы так идеальна без золотой пропорции. Из этого можно сделать вывод, что великие художники при написании своих картин обязательно используют золотую пропорцию, что бы картина выглядела гармоничной, а художник верно доносил до зрителя идею.

Можно сделать вывод, что в наше время без принципа золотого сечения не обойдется ни один деятель изобразительного искусства. Будь это фотография, скульптура, живопись или архитектура. Золотая пропорция-это основа всего, то на чем держится работа, и то, что помогает донести зрителю желаемое. Пока наш мозг производит автоматически математические вычисления, нам кажется это нечто прекрасным. Только таким образом работа будет иметь эстетичный и непревзойдённый вид.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крупина Н.А., Аманов Т., Айтенов А. Золотое сечение-красота и гармония окружающего нас мира, исл. раб., Энгельс, 2019
2. Зырянова Я.В., Золотое сечение в живописи, конкурс учеб. исслед. и проек. работ, Пермь, 2012.
3. Волошинов А.В. Математика и искусство - Просвещение, Москва, 1992 - с.335.
4. Гриценко Е. Математика и искусство, Карталы, 2018.

УДК 598.2+591.9 (571.15)

Штехман А.И.

*Научный руководитель: Важов С.В., канд. биол. наук, доц.
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет
им. В.М. Шукшина, г. Бийск, Россия*

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЧЁРНОГО КОРШУНА *MILVUS MIGRANS* В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Чёрный коршун *Milvus migrans* (Boddaert, 1783) – хищная птица семейства ястребиных, одна из самых многочисленных, узнаваемых и доступных для наблюдения видов пернатых хищников в Алтайском крае. Коршун обычен как в дикой природе, так и в населённых пунктах, потому что смог адаптироваться к возрастающему антропогенному прессу. Сейчас он представляет практически неотъемлемую частицу преобразованного хозяйственной деятельностью ландшафта. Выраженный процесс синантропизации коршуна проявился в значительной неравномерности его территориального распространения: имеет место концентрация его популяций в границах населённых пунктов и поблизости от них [1]. Однако, несмотря на это, в литературе встречаются только единичные сведения об его экологии и биологии в поселениях Алтая. Между тем, именно чёрный коршун представляет особый интерес для орнитологов, поскольку наблюдается интенсивный процесс его синантропизации и урбанизации. Урбанизованная среда – это не только селитебная территория, но и часть природы, где человек размещает жилые и промышленные постройки, сооружения, используемые в хозяйстве, а также места утилизации отходов жизнедеятельности, прежде всего полигоны бытовых отходов.

С целью изучения экологии и биологии чёрного коршуна в условиях интенсивных антропогенных воздействий нами в 2020–2021 гг. проведены исследования на юго-востоке Алтайского края в окрестностях г. Бийска и на его территории на основе общепринятых методик [2,3]. Проанализированы также доступные литературные и другие сведения за разные годы. Следует отметить, что благоприятным фактором для обитания коршуна является расположение города непосредственно у крупного водотока с обширной поймой – реки Бия. Сложность рельефа речной долины этой реки отражается в разнообразии микроклимата, почв и природных сообществ: пойменных и суходольных лугов, сосновых боров и пойменных лесов, что обеспечивает пернатого хищника объектами гнездования и кормовыми ресурсами.

Места обитания чёрного коршуна – лесистая местность, чаще с наличием водоёмов. Присутствие древостоя создаёт субстрат для устройства гнёзд, а открытые пространства способствуют успешной охоте паре взрослых птиц с потомством.

Приречный сосновый бор, как один из основных гнездовых биотопов чёрного коршуна, подвержен интенсивному природопользованию. Значительная его часть поделена просеками, разграничивающими лес на хозяйственные квадраты. Ширина просек составляет 4–5 м, на многих из них пропаханы противопожарные канавы, на отдельных проложены грунтовые дороги. Основная противопожарная 40-метровая полоса пересекает боровую ленту у с. Малоутренёво восточнее Бийска. Через бор также проходят несколько автодорог, с грунтовым и асфальтовым покрытием.

В бийском бору ведутся всесезонные лесохозяйственные работы. Сплошных рубок не практикуется, но выборочно вырубается многочисленные старые сосны, зачастую с гнездовыми постройками, что способствует разреженности бора с сомкнутостью крон не более 0,3. Разреженность леса создаёт плохие условия для гнездования коршуна, поскольку он приспособлен к сравнительно густому лесу. На лесных участках, где ведутся рубки, не отмечено ни одного вновь построенного гнезда, а сохранившиеся старые гнездовые постройки, как правило, пустуют. Естественных внутренних опушек в бору нет, все они представляют собой сплошные зарастающие вырубки.

Широкий диапазон возможностей обитания и питания чёрного коршуна создает предпосылки для заселения этим хищником селитебной зоны. Городские улицы, территории промышленных объектов, парки и скверы, зелёные зоны, хозяйственно-бытовые свалки, а также окраины поселений являются гнездовыми и кормовыми

биотопами. В городских окрестностях Бийска основными местами гнездования коршуна являются поймы рек Бия, Катунь и других водотоков, колочные леса и полезащитные лесные полосы на землях сельскохозяйственного назначения, древесные насаждения вблизи полигона бытовых отходов, сосновый бор, представляющий собой полосу леса шириной 4–6 км вдоль русла Бии. Основу древостоя в бору составляет сосна обыкновенная *Pinus silvestris*, местами встречаются берёзы – повислая *Betula pendula* и белая *B. alba*, а также осина обыкновенная *Populus tremula*, увеличивая численность к опушкам. Развитый подлесок встречается не повсеместно. В его основе находится клён *Acer sp.*, калина красная *Viburnum opulus*, рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia*, боярышник кроваво-красный *Crataegus sanguinea*, а также вторичная берёзовая поросль и молодой сосняк [4,5,6].

Коршун предпочитает одни и те же места гнездования, занимает одно и то же гнездо несколько лет подряд. Сооружает новые гнёзда редко. На гнездовом участке может быть до семи гнёзд с интервалом 30–50 м. Пустующие гнёзда, не занятые кладкой, используются для отдыха и кормёжки. Границами гнездового участка обычно служат какие-либо естественные рубежи.

Прилёт коршуна в окрестности Бийска отмечается в конце последней декады марта. Первыми занимают гнездовые участки поблизости с городским полигоном бытовых отходов, где птицы формируют скопления до 450 особей [4,7]. Коршуны заселяют эти участки на 3–5–й день после прилёта и через 5–7 дней все подходящие для гнездования территории занимают целиком. По мере таяния снега и освобождения местности, достаточной для охоты, птицы начинают проникать в другие биотопы. После полигона отходов, в конце первой декады апреля, вся долина Катунь заселяется коршунами. Птицы держатся парами около гнёзд. Одновременно коршуны занимают долину Бии, приречный бор у города и соседние колки. Образование пар отмечается сразу после прилёта коршунов. Вероятно, чаще всего, это происходит на полигоне бытовых отходов.

В городской черте города Бийска, ранее орнитологами установлены четыре гнездовых участка чёрных коршунов [8]. Три из них – приурочены к древесным насаждениям по обочинам транспортных коммуникаций и один – ко двору многоэтажного жилого дома. Нами наблюдались ещё три участка – на территории педагогического университета, где на тополях расположены 2 гнёзда, на аллее у центрального универсама – где гнездо построено на берёзе и на правом берегу Бии, где имеется многолетнее гнездо коршуна на тополе

у ограждения спортивного стадиона. Успешное размножение птиц здесь установлено в 2020–2021 гг., а также ранее.

Начало гнездостроения происходит на 7–10-й день после прилёта коршуна, постройка гнезда может занимать 11–14 дней. В основном гнёзда располагаются на высоте от 5 до 20 м, что зависит от особенностей гнездовых деревьев, наибольшая высота характерна для гнёзд в сосновом бору, а наименьшая – в разреженных колках. По способу размещения чуть больше половины гнёзд располагаются в развилке ствола, меньшая их часть – в основании боковых сучьев [7,9].

Гнёзда коршун строит из веток и прутьев деревьев и кустарников, нередко добавляя антропогенные материалы (проволоку, куски шлангов и обрезки древесных реек). Характерной чертой построек коршуна является обильная выстилка лотка и всей поверхности гнезда разнообразными антропогенными материалами. Это могут быть тряпки, бинты, бумага, полиэтиленовые пакеты, вагин, свалывшаяся шерсть животных и куски шкур, проволока и т.п. Иногда птицы приносят в гнездо комки сырой глины, земли, волос и помёт домашних животных, перья, травяную ветошь. Это служит отличительным признаком гнездовых построек коршуна от гнёзд большинства других соколообразных.

Ещё одной особенностью гнёзд коршунов является наличие в них разлагающихся пищевых остатков, неприятный запах иногда чувствуется даже с земли [3]. В занятом птицами гнезде могут находиться свежие зелёные веточки.

Размеры гнёзд сильно различаются в зависимости от продолжительности использования, поскольку при каждом новом гнездовании сооружение достраивается, добавляется свежий материал для выстилки лотка. Наружный диаметр вновь построенных гнёзд составляет 35–50, обычно около 45 см, старых – 70–130, в среднем около 90 см. Высота вновь построенных гнёзд – 15–40, обычно около 25 см, старых – 40–50 см. Диаметр лотка – 25–40, в среднем около 30 см, глубина лотка 1–7 см [1, 7].

Откладка яиц происходит с конца второй декады апреля до конца мая. Самые ранние сроки начала откладки яиц – 18 апреля; наиболее поздние сроки начала кладки – 27 мая. Таким образом, период откладки яиц у разных пар равен приблизительно 40 дням. Число яиц в кладке коршуна, как правило, белых с рыжими или коричневыми пятнами, насчитывается от 1 до 4. Размеры яиц составляют 53,3–62,6×40,6–46,1 мм. Самка начинает насиживание с первого яйца. Показатели отхода яиц могут быть разными в зависимости от внешних условий. Основным разорителем гнёзд коршуна и похитителем яиц является серая ворона,

яйца могут быть также неоплодотворёнными, раздавленными самкой, в некоторых случаях птенцы задыхаются. Масса яиц перед вылуплением составляет от 43,76 до 58,06 г, вылупившиеся птенцы до первого кормления имеют массу 33,48–48,92 г, что почти на 20 % ниже массы яиц перед вылуплением [5, 7].

Насиживание кладки продолжается от 31 до 39 суток. Первые птенцы появляются на свет 19–20 мая, массовое их вылупление приходится на начало июня, самое позднее – отмечается в начале июля. Процесс вылупления конкретного птенца продолжается около двух суток. Количество птенцов в гнёздах может быть от 1 до 3. Пуховой наряд первых птенцов до недельного возраста – рыжевато-бурый, затем через 2–3 суток он становится тёмно-коричневым. К 2-х недельному возрасту у птенцов наблюдаются первые трубки маховых перьев размером 1–2 мм. Ещё через неделю птенцы начинают очень быстро оперяться и полностью покрываются пером при достижении возраста 40–45 суток [3, 7].

Вылупившиеся первыми птенцы всего на несколько суток ранее, существенно опережают младших в развитии, становятся крупными и сильными. Поэтому основная часть корма достается именно им. В этом случае младшие птенцы выживают только при возможности их обильного кормления естественной пищей. Летальных конфликтов между птенцами не наблюдалось, хотя старшие птенцы клюют младших, когда те выпрашивают у них корм [1, 7].

Условия кормления напрямую влияют на возраст, в котором птенцы покидают гнездо. При добыче родителями млекопитающих и птиц вылет птенцов отмечается в 42–45-дневном возрасте, а при преобладании в пищевом рационе антропогенных, иногда гниющих кормов – вылет происходит позже примерно на 2 недели. Основной вылет молодых отмечается в середине июля. К этому времени слётки имеют массу от 0,8 до 1 кг [6, 7].

После вылета выводки до 2-х недель держатся на гнездовых участках, где их родители подкармливают, затем к середине августа большинство молодых перемещается к полигону бытовых отходов и обитают там до отлёта. Стаи коршунов формируются после того, как птенцы встанут на крыло. Начало отлёта птиц по времени, предположительно, зависит от исчезновения основных кормов [5, 7].

Осенняя кочёвка коршунов начинается в конце августа и продолжается до конца сентября, но птицы могут задерживаться и на более длительный срок. Летят коршуны стаями – от небольших (20) до крупных (300) особей [7].

Известен единственный случай зимовки коршуна на территории Алтайского края, где пернатого хищника наблюдали вблизи райцентра Кытманово в зимний сезон 2021–2022 гг. Птицу часто видели на сельской свалке бытовых отходов или возле неё до 16 марта 2022 года. Успешной зимовке коршуна способствовала достаточно тёплая зима, когда в Кытмановском районе за весь зимний период отмечено только 3 дня с дневной температурой ниже минус 20 °С, а в декабре и январе отмечались даже дни с положительной температурой [10].

В рационе коршуна обычны естественные и антропогенные корма. В природной среде обитания при охоте на млекопитающих, пресмыкающихся и птиц, коршун медленно парит на не большой высоте, используя активный поиск [7]. Добычу хватает лапами у самой земли. В случае преследования птиц в угон, особенно слётков, ловит их лапами в воздухе. Рыбу хватает также лапами с поверхности воды, иногда делает за ней броски, погружаясь в воду. Насекомых отлавливает лапами в воздухе над деревьями, изредка подбирает клювом с поверхности почвы. В урбанизированной среде коршуны активной охоте предпочитают пассивное собирательство. В медленном полёте низко над землёй птицы высматривает неподвижную добычу или ходят по поверхности полигона бытовых отходов, вынимая из субстрата пищевые отбросы, на скотных дворах подбирают насекомых и личинок, коршуны могут сидеть и на ближайших деревьях, высматривают синантропных грызунов и хватают их.

Основную долю в питании хищника в окрестностях бийского полигона бытовых отходов, а также в поймах рек Бия и Катунь, составляют отбросы, в бору по Бие – птицы, в лесостепных и лугово-степных низкогорьях (среднее течение рек Песчаная, Ануй и Чарыш) – серые и водяные полёвки, реже – рыба, алтайские цокоры, птицы. Преобладание птиц в спектре питания чёрного коршуна бывает связано, в первую очередь, с низкой численностью мелких млекопитающих, чаще – вследствие депрессии грызунов и высокой численности птиц в охотничьем биотопе. Основная часть птиц в питании коршуна в таких случаях приходится на синантропные виды. Максимальное количество жертв, также, как и в естественной среде, приходится на врановых (до половины рациона), преобладает сизый голубь (четвертая часть и более).

По итогам исследования пищевого рациона коршуна в антропогенной среде обитания можно сказать о том, что эта птица выполняет роль регулятора численности отдельных синантропных видов, в первую очередь, серой вороны, грача, сизого голубя, домового и полевого воробьёв, серой крысы, у которых в селитебном ландшафте

немного других врагов. Останки этих видов жертв в остатках пищи и погадках хищника, систематически находили на присадах, под гнёздами и в самих гнёздах [6, 7].

Несмотря на относительно низкий успех размножения, по сравнению с другими видами хищных птиц, чёрный коршун остается на Алтае самым обычным видом соколообразных и состояние его популяции в настоящее время не вызывает опасений. Основным лимитирующим фактором может быть массовая гибель от поражения электротоком на опорах птицепасных ЛЭП, известны единичные случаи отстрела коршуна (очевидно, без какого-либо смысла), а также гибели птиц под колесами автомобилей.

Коршун занимает важное место в экосистемах лесостепи, на берегах водоёмов и водотоков. Существенную часть его рациона составляют переносчики опасных заболеваний человека и животных. Учитывая это, чёрного коршуна следует признать полезной птицей. С высокой долей вероятности этот хищник гнездится во многих других селитебных ландшафтах региона. Это предопределяет необходимость дальнейшего изучения распространения коршуна на Алтае.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Важов В.М., Яськов М.И., Черемисин А.А. К вопросу о гнездовании чёрного коршуна в селитебных ландшафтах Алтайского края на примере г. Бийска // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 8. С. 69–73.

2. Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука, 1949. 283 с.

3. Карякин И.В. Пернатые хищники (методические рекомендации по изучению соколообразных и совообразных). Нижний Новгород, 2004. 351 с.

4. Бахтин Р.Ф., Важов С.В., Макаров А.В. Экология синантропной популяции чёрного коршуна в окрестностях Бийска, Алтайский край, Россия // Пернатые хищники и их охрана. 2010. № 20. С. 68–83.

5. Важов В.М., Черемисин А.А., Фефелова А.Ю. Некоторые данные о гнездовании чёрного коршуна (*Milvus migrans*) в селитебных ландшафтах Алтая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12 (часть 8). С. 1442–1445.

6. Бахтин Р.Ф., Важов С.В. К изучению синантропизации чёрного коршуна (*Milvus migrans* Bodd.) // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 3–2. С. 7–9.

7. Бахтин Р.Ф. Чёрный коршун в антропогенных ландшафтах: монография. Бийск, 2013. 123 с.

8. Бахтин Р.Ф., Важов С.В., Ирисова Н.Л. О гнездовании чёрного коршуна в городах Алтайского края // Алтайский зоологический журнал. 2015. № 9. С. 39–41.

9. Важов В.М., Бахтин Р.Ф., Черемисин А.А. Чёрный коршун *Milvus migrans* в Алтайском крае и Республике Алтай // Русский орнитологический журнал. 2019. Т. 28 (1813). С. 3944–3957.

10. Эбель А.Л. О зимовке чёрного коршуна *Milvus migrans* в Алтайском крае // Русский орнитологический журнал 2022. Т. 31 (2176). С. 1455–1457.

УДК 665.58:687.55

Шудегова М.Д., Краснова Ю.В.

Научный руководитель: Бутова С.Н., д-р биол. наук, проф., акад.РАЕН
Московский государственный университет пищевых производств,
г. Москва, Россия

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В последнее время популярность приобретает натуральная и органическая косметика, производителей которой становится больше с каждым днем.

Тенденция на «натуральность» в косметике пришла из пищевой индустрии. Органические продукты питания, выращенные в экологически благоприятных условиях, без применения удобрений, гормонов, генных модификаций ассоциируются со здоровьем, полезностью и бережным отношением к окружающей среде. Совершенствование техник сельскохозяйственного производства, достижения биохимии, проверенные столетиями рецепты народной медицины послужили основой формирования нового вида продукции – натуральной и органической косметики [3].

Общепринято называть натуральной косметикой, которая содержит хотя бы некоторую долю ингредиентов растительного происхождения. Органической же называется только та косметика, которая прошла сертификацию. Наиболее известными системами косметической сертификации в мире на сегодняшний день являются Ecocert, Cosmo, Cosmebio, BDIH, NaTrue, ICEA, OFC, ACO, Soil Association, USDA. Требования каждой из этих систем отличны друг от друга, однако они

сходны: наличие определенного процента ингредиентов растительного происхождения, запрет применения химических удобрений при выращивании сырья, биоразлагаемая упаковка, минимальный углеродный след при производстве косметики, отсутствие тестирования на животных и т.д. [1, 2].

По данным различных исследований, рынок натуральной и органической косметики неуклонно растет и в России, и во всём мире [4, 5]. При создании новой продукции важно определить ожидания потребителей. Для изучения предпочтений потребителей в области натуральной, органической косметики был проведен социологический опрос в форме анкетирования. Анкетирование было проведено в апреле 2021 года среди 52 респондентов различного пола и возраста, проживающих в г. Москва. Респондентам были предложены вопросы закрытого типа, среди ответов можно было выбрать как один, так и несколько вариантов. Далее, при обработке полученных данных использовались такие методы научного исследования, как описание, анализ, измерение, сравнение, синтез, логический метод.

Основная цель опроса – анализ предпочтений потребителей на рынке косметических средств с учетом ценности продукта (натуральная и органическая косметика) посредством соответствующей методологии.

Для решения цели были поставлены следующие задачи:

- определить основные факторы, которыми руководствуются потребители при выборе косметики, в том числе натуральной, органической;
- понять осведомленность потребителя в сфере натуральной, органической косметики;
- составить портрет потребителя натуральной, органической косметики;
- выявить предпочтительные каналы сбыта косметических средств.

В основном были опрошены женщины (67%). 64% респондентов находятся в возрасте 30-59 лет, 73% являются специалистами или начальниками отделов.

Важными факторами при выборе косметических средств для мужчин являются цена, запах и привлекательность упаковки (рис. 1). Женщины руководствуются в первую очередь эффективностью косметического средства, наличием положительных отзывов. 19 из 35 (54,3%) опрошенных женщин отметили важность наличия натуральных ингредиентов в составе. Самыми непопулярными критериями как среди женщин, так и среди мужчин оказались: производитель

(отечественный/зарубежный), органический процесс производства, престижность марки, наличие экологического сертификата.

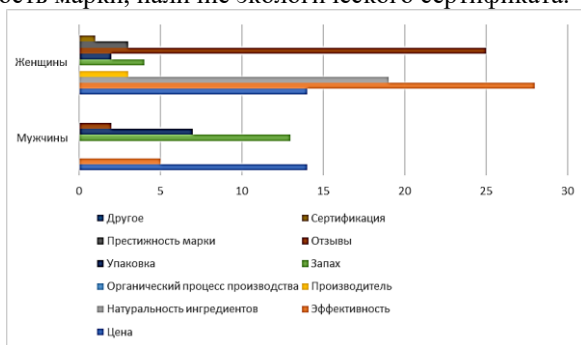


Рис. 1 Результаты анкетирования по вопросу: «Какие факторы для Вас наиболее важны при выборе косметических средств?»

Женщины, в отличие от мужчин, натуральность косметики определяют, читая и анализируя состав (71,4% опрошенных женщин). Дизайн упаковки и крупные надписи являются важным критерием как для женщин, так и для мужчин. Интересно отметить, что 47,1% мужчин-респондентов считают «натуральность» запаха признаком того, что перед ними натуральное косметическое средство.

Данные, представленные на рисунке 2, показывают, что большинство опрошенных считает, что натуральность состава должна быть более присуща средствам по уходу за телом (37 респондентов) и кожей лица (40 респондентов). 15 женщин также ответили, что хотели бы видеть натуральный состав в декоративной косметике.

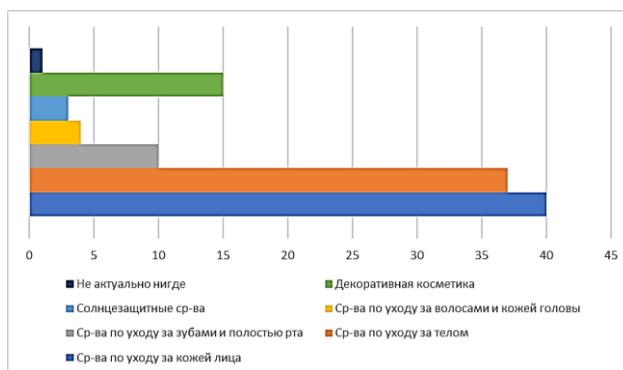


Рис. 2 Результаты анкетирования по вопросу: «Как Вы считаете, в каких косметических средствах наиболее актуален натуральный состав?»

Подавляющее большинство респондентов (81%) не различают термины «натуральная» и «органическая» косметика.

Самыми опасными компонентами в косметике, по мнению респондентов, являются: парабены, силиконы, сульфаты. Чуть менее 30% опрошенных вообще не считают ни один из перечисленных компонентов небезопасным, а 25% опрошенных назвали небезопасными все перечисленные компоненты.

Результаты ответа на вопрос «Какой крем для рук Вы бы выбрали?» показали, что большее доверие респонденты оказывают проверенным и лечебным активным компонентам.

В основном участники анкетирования не обращают внимание на то, тестировался ли продукт на животных (58%), для 33% это важно, но не влияет на выбор средства. Самыми осознанными в данном вопросе оказались лишь 5 респондентов (9% опрошенных).

Респонденты отдают предпочтение покупке косметических средств в парфюмерно-косметических сетях и в интернет-магазинах. Равное количество опрошенных выбрало варианты «фирменные магазины» и «супер/гипермаркет».

33% респондентов имеют аллергические реакции на косметические препараты. Большинство из них при ответе на вопрос о факторах, влияющих на выбор косметики, ответили, что в первую очередь обращают внимание на натуральность ингредиентов.

Косметикой среднего ценового сегмента и категории масс-маркет пользуется 62% и 44% респондентов соответственно. Люксовая и профессиональная косметика не столь популярна среди опрошенных (6% и 21% соответственно).

По результатам опроса можно сделать следующие выводы:

1. Портрет потребителя, который предпочитает натуральную косметику, выглядит следующим образом: женщина до 40 лет, проживающая в крупном городе, с высшим образованием, работающая, имеющая возможность покупать косметику среднего ценового сегмента. Подобный портрет является усредненным и требует более глубокого сегментирования, проведения дополнительных социологических исследований.

2. Большинство потребителей осознанно относятся к выбору косметических средств, обращают внимание на их состав, эффективность. Остается немалая доля покупателей, которые верят заманчивой упаковке и прочим маркетинговым уловкам.

3. Потребители считают, что натуральность ингредиентов особенно важна для средств по уходу за телом и кожей лица, в декоративной косметике, т.е., по-видимому, интуитивно выбираются те

средства, которые наносятся на кожу и на некоторое время остаются на ней.

4. Значительная часть респондентов не понимают разницы между натуральной и органической косметикой. В связи с ростом популярности данного сегмента рынка необходимо принятие единой системы идентификации «натуральности» того или иного продукта, его особой маркировки, во избежание возникновения недоверия к такой косметике в будущем.

5. Данные опроса показывают, что факт тестирования на животных не является критичным при выборе у респондентов. Такие показатели могут являться следствием того, что в России и странах СНГ тренд на заботу о животных только набирает свою популярность.

6. Основными каналами дистрибуции косметических средств являются парфюмерно-косметические сети и интернет-магазины. Как показал опрос, одним из определяющих факторов при выборе средства является наличие отзывов в сети интернет.

7. Доверие у потребителя вызывает наличие в составе косметического средства традиционных фитоэкстрактов, эффективность которых давно доказана.

Таким образом, сегменты рынка, связанные с производством и продажей косметических средств с использованием натуральных ингредиентов, сегодня переживают беспрецедентный подъем. Всё больше покупателей внимательно относятся к выбору косметических средств. Этому способствуют такие факторы, как тренд на экологичность, рост образованности потребителей, повышение общего уровня благосостояния населения, озабоченность вопросами сохранения здоровья и окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 30 вопросов специалистам по органической косметике, которые вы хотели задать. – Текст: электронный // Ресурс о красоте и здоровье с советами от мировых и российских экспертов: интернет-портал. – URL: <https://beautyhack.ru/krasota/30-voprosov-specialistam-po-organicheskoy-kosmetike-kotorye-vy-hoteli-zadat> (дата обращения 01.05.2021).

2. Ерзин, Д. Мифы и реальность натуральной косметики / Д. Ерзин. – Текст: электронный // Сырье и упаковка для косметики парфюмерии и бытовой химии: интернет-журнал. – 2014. - №6 (156). – URL: <https://cosmetic-industry.com/mify-i-realnost-naturalnoj-kosmetiki.html> (дата обращения 03.05.2021).

3. Плетнёв, М. Поверхностно-активные вещества с зеленым,

натуральным имиджем / М. Плетнёв. – Текст: электронный // Сырье и упаковка для косметики парфюмерии и бытовой химии: Интернет-журнал. – 2012. – №8 (135). – URL: <https://cosmetic-industry.com/poverxnostno-aktivnye-veshhestva-s-zelenym-naturalnym-imidzhem.html> (дата обращения 03.05.2021).

4. Рынок натуральной и органической косметики России растёт. – Текст: электронный // SPA management: Интернет-портал. – URL: <http://spamanagement.ru/practice/research/497-the-market-of-natural-cosmetics-in-russia-is-growing> (дата обращения 13.05.2021).

5. Чуракова, К. Краситься нельзя смывать. Российский рынок органической косметики к 2020 году может вырасти в 2 раза / К. Чуракова. – Текст: электронный // Новости экономики и финансов СПб, России и мира: Интернет-портал. – URL: https://www.dp.ru/a/2019/02/19/Krasitsja_nelzja_smivat (дата обращения 02.05.2021).

УДК 678.6

Щербаков А.С., Красножон Н.А., Мерзликина А.И.

Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СОТОВЫХ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ЛИСТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

На данный момент лидирующую позицию среди различных видов поликарбоната (ПК) занимает структурный (сотовый) поликарбонат, так как обладает рядом функций и особенностей: повышенной прочностью, жесткостью и ударопрочностью, хорошей тепло- и звукоизоляцией, огнестойкостью, привлекательным внешним видом, прозрачностью, а также равномерным рассеиванием света. Главная особенность - относительная легкость переработки путем экструзии и литьем под давлением [1-2].

Материал состоит из нескольких листов, соединенных перегородками, которые, в свою очередь, делают листы жесткими со стабильными размерами и высокими звуко- и теплоизоляционными свойствами. Сотовый поликарбонат – это листовый пластик с особой структурой (рис. 1). Он состоит из 2-х внешних пластин, между которыми возможно наличие внутренних более тонких пластин поликарбоната, соединенных внутренними продольными (Н-структура)

или диагональными (X-структура) ребрами жесткости, ориентированными в направлении длины листа. За счет этого лист обладает необычайной пластичностью, легкостью и одновременно прочностью. На современных экструдерах можно сделать лист с очень тонкими стенками (0,3-0,7 мм) без потери ударопрочных характеристик и в то же время с очень малым весом. Очевидно, что при малых толщинах 4-10 мм использовать диагональные перегородки не целесообразно.

Структура элементарной ячейки сотового листа из поликарбоната является основным параметром, который определяет физические и механические свойства листа [3]. К механическим свойствам относят: способность листа противостоять различным нагрузкам, стойкость к изгибу и стойкость к сдвигу. К физическим относят: теплопередачу, светопропускание, шумоизоляцию и удельный вес. Все эти параметры зависят между собой.

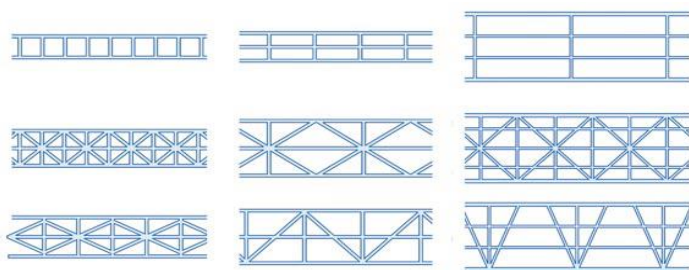


Рис. 1 Разновидности структур сотовых листов из поликарбоната

Свойства сотовых листов из поликарбоната зависят от структуры сот. Количество, толщина и расположение ребер в сотах существенно влияет на теплофизические, оптические, прочностные свойства листового поликарбоната.

Были проведены исследования сотовых листов из поликарбоната по комплексу параметров: напряженно-деформированное состояние [4], оптическое светопропускание, удельный вес. Были рассмотрены поликарбонатные листы толщиной 16 и 32 мм с различными видами сот.

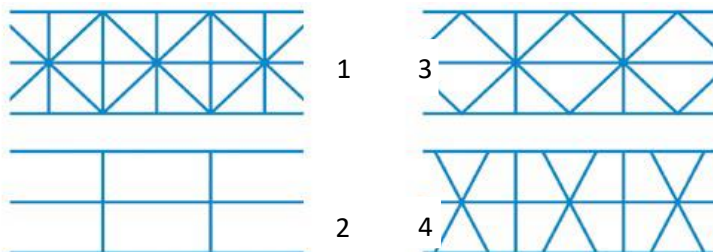


Рис. 2 Варианты профилей элементов сотовых листов (16мм)

Сотовые листы оценивались по прочности, жесткости, материалоемкости и светопрозрачности.

При оценке прочности и жесткости листов были рассмотрены два варианта приложения нагрузки [5]:

– равномерно распределенная по поверхности нагрузка (q), которая действует на лист сверху;

– равномерно распределенная по длине листа сила (F), которая действует в верхнем углу профиля соты. Такая схема отвечает воздействию снеговой и ветровой нагрузки при остеклении горизонтальных и наклонных плоских, а также выпуклых поверхностей.



Рис. 3. Варианты профилей элементов сотовых листов (32 мм)

Сравнительная светопрозрачность листов с различными видами сот оценивалась по величинам потерь в результате отражения от каждой поверхности сотового листа при нормальном падении луча естественного света и в результате поглощения материалом листа. Основные результаты сведены в (таблицах 1 и 2).

Таблица 1 - Расчетные параметры сотовых листов толщиной 16 мм

Вид соты/ параметр	1	2	3	4
Напряжение и деформация листа	$\sigma=48\text{МПа}$, $W=-1,23\text{см}$	$\sigma=56\text{ МПа}$, $w=-1,48\text{см}$	$\sigma=68\text{ МПа}$, $w=-1,69\text{см}$	$\sigma=56\text{ МПа}$ $w=1,44\text{см}$
Напряжение и деформация соты	$\sigma=19,2\text{МПа}$, $w=0,0134\text{см}$	$\sigma=-17,8\text{МПа}$, $w=-0,022\text{см}$	$\sigma=113,9\text{МПа}$, $w=-0,222\text{см}$	$\sigma=-42,2\text{МПа}$, $w=-0,0602\text{см}$
Напряжение и деформация при сдвиге соты	$\sigma=-2,55\text{МПа}$, $w=0,0037\text{см}$	$\sigma=-2,54\text{МПа}$, $w=0,0043\text{см}$	$\sigma=-0,4\text{МПа}$, $w=0,111\text{см}$	$\sigma=-3,17\text{МПа}$, $w=0,011\text{см}$
Площадь сечения, мм ²	14777	9360	7360	13650
Свето-пропускание,%	63	63	70	68

Таблица 2 - Расчетные параметры сотовых листов толщиной 32 мм

Вид соты/ параметр	1	2	3	4
Напряжение и деформация листа	$\sigma=31\text{ МПа}$, $w=0,652\text{см}$	$\sigma=32\text{ МПа}$, $w=0,723\text{см}$	$\sigma=31,3\text{МПа}$, $w=0,704\text{см}$	$\sigma=48,5\text{МПа}$, $w=0,998\text{см}$
Напряжение и деформация соты	$\sigma=69\text{ МПа}$, $w=0,131\text{см}$	$\sigma=41,3\text{МПа}$, $w=0,102\text{см}$	$\sigma=61,2\text{МПа}$, $w=0,174\text{см}$	$\sigma=73,5\text{МПа}$, $w=0,282\text{см}$
Напряжение и деформация при сдвиге соты	$\sigma=-8,12\text{МПа}$, $w=0,0271\text{см}$	$\sigma=-9,43\text{МПа}$, $w=0,0421\text{см}$	$\sigma=-13,2\text{МПа}$, $w=0,5,4\text{см}$	$\sigma=-13,5\text{МПа}$, $w=8,9\text{см}$
Площадь сечения, мм ²	18068,4	14857,5	17568,6	13133,4
Свето-пропускание,%	50	51	50	50

Анализируя результаты (табл.1) по структурам 16 мм листов, следует отметить, что сотовый поликарбонат с сечением №1 обладает наибольшей прочностью как листа в целом, так и сотовой структуры при всех видах нагрузки. Однако листы имеют наибольший вес.

Сотовые листы с сечением №2 являются вторыми по прочности и обладают сравнительно малым весом. Листы с сечениями №3 и №4 имеют меньшую прочность, а №4 еще и являются достаточно тяжелыми. Листы с сотами № 1 и №2 обладают примерно равной светопрозрачностью, №3 и №4 – относительно меньшей.

Таким образом, сотовые листы с сечением №2 обладают наилучшим сочетанием прочности – жесткости – веса светопрозрачности.

Как мы видим (табл.2) при оценке характеристик сотовых листов большой толщины и выборе предпочтительного к применению было принято во внимание, что для таких листов критичными напряжениями будут служить действия боковой нагрузки, т.е. сдвиг под действием снеговых нагрузок. Наименьшими напряжениями при сдвиге и большой жесткостью обладает сотовый лист с сечением №1.

У сотовых листов, в отличие от монолитных, есть внутренняя структура, образованная сочетанием слоев и тонких перегородок. От того, какая именно структура заложена в листе, зависят его физические и механические свойства. Существуют два основных типа структур – Н- и Х-структуры, которые придают различные свойства. Существуют и другие структуры, представляющие собой незначительные модификации двух основных. Так, листы с Х-структурой и толщинами 16, 20, 25 и 32 мм при сравнении с листами аналогичных толщин, но имеющих внутреннюю Н-структуру, обладают лучшими теплопроводными свойствами. Кроме того, они служат лучшими звукоизоляторами. Листы с Х-структурой выигрывают также в жесткости на целых 25 % по сравнению с Н-структурированными листами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талаев К.И., Долгих П.П. Сотовый поликарбонат // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. 2016. № 5. С. 234-236.

2. Бортников В.Г. Теоретические основы и технология переработки пластических масс: Учебник - 3изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 480 с

3. Лебедев С.М., Гефле О.С. Влияние технологических параметров на физико-механические характеристики поликарбоната // Пластические массы. 2012. № 11. С. 51-53.

4. Хайруллин Ф.С., Серазутдинов М.Н., Сидорин С.Г. Расчет жесткостных характеристик и напряженно-деформированного

состояния сотового поликарбоната // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. № 9. С. 110-115.

5. Хаметова М.Г. Экспериментальное исследование разрушения поликарбонатов, находящихся под воздействием внешних вибраций // Пластические массы. 2012. № 7. С. 34-36.

УДК 678.5.057-74.001

Щербаков А.С.

Научный руководитель: Чемеричко Г.И., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЛИТЬЕВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Литье пластмасс появилось в середине XX-го века и достигло обширного применения. Такая популярность обусловлена возможностью получения пластмассовых деталей весом от сотых долей грамма (линзы, компоненты механизмов, украшений и т.д.) до десятков килограммов (ёмкости, поддоны, элементы конструкций и т.п.).

Литье под давлением – это технологический процесс, который является одним из основных способов переработки полимерных материалов в изделия. Исходный материал впрыскивается в специальную пресс-форму, после чего линейно застывает, то есть застывание происходит возле стенок быстрее, чем в центре.

В качестве сырья для литья пластмасс под давлением обычно используют гранулы термопластов: полиамида, полистирола, полиолефинов, полиэфиров, полифениленоксидов и т.д. Широкое применение данного вида изготовления изделий из пластмасс обусловлено простотой и относительно не высокой ценой производства.

Изделия, получаемые описываемым способом переработки [1], помимо своих очевидных явных достоинств, имеют несколько ограничений:

- ограниченные габариты изделия, обусловленные размерами пресс-форм;

- толщина стенки любого продукта, как правило, не превышает нескольких миллиметров. Увеличение толщины стенки приводит к удлинению производственного цикла, отсюда следует рост себестоимости и снижение производительности. Давления литьевого

оборудования может быть недостаточно для выпуска слишком тонкостенных, либо очень протяженных деталей;

- изделие должно быть технологичным;

- конструкция должна предполагать структуру с равной толщиной, равномерным заполнением расплавом полимера и несложное, преимущественно автоматическое извлечение из полости пресс-формы.

Литье под давлением осуществляется на специальном оборудовании – термопластичных автоматах, которые контролируются электроникой и автоматикой. Это необходимо, чтобы регистрировать и регулировать в широких пределах основные технологические параметры процесса [2-4].

Процесс осуществляют под давлением 100-200 МПа на литьевых машинах поршневого или червячного (шнекового) типа, имеющих высокую степень механизации и автоматизации. Литьевые машины осуществляют дозирование гранулированного материала, дальнейший перевод его в вязко-текучее состояние (пластикация), затем впрыск (инжекцию) дозы расплава в литьевую форму, выдержку в форме под давлением до окончания процесса отверждения, а в завершении размыкание формы и выталкивание готового изделия. Важнейшим узлом литьевой машины служит инжекционный механизм, состоящий из устройств для объемного или весового дозирования, пластикации и инъекции расплава, привода для поршня (возвратно-поступательный) или червяка (вращательно-поступательный).

На (рисунке 1) представлена литьевая машина с инжекционным прессованием.

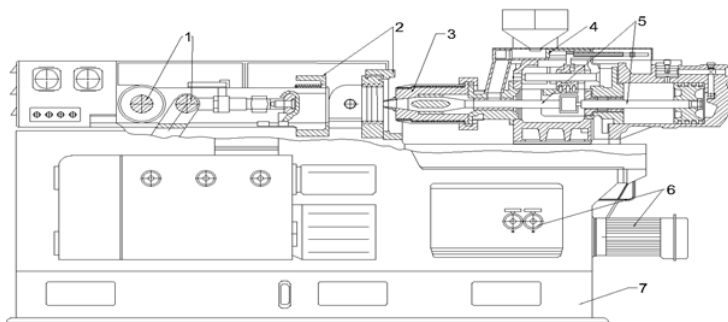


Рис. 2 Одноцилиндровая литьевая машина поршневого типа

Машина состоит из следующих основных механизмов и узлов: дозирующего устройства 4, узла инъекции материала 5, инжекционного цилиндра 3, формы 2, механического смыкания формы 1, гидропривода

6, состоящего из электродвигателя и спаренного лопастного насоса, станины 7. Данная машина является одноцилиндровой машиной поршневого типа с разъемом пресс-форм в вертикальной плоскости.

На (рисунке 2) представлена наиболее распространенная конструкция литьевой машины [4-5]. Она состоит из двух основных технологических механизмов: впрыска 7 и смыкания формы 8.

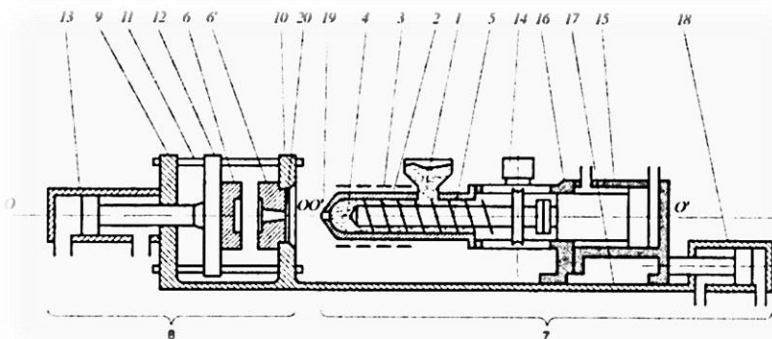


Рис. 2 Принципиальная схема литьевой машины

Принцип метода литья под давлением заключается в том, что гранулированный материал из бункера 1 подается в нагревательный (пластикационный) цилиндр 2, снабженный электрообогревом 3. Подготовленная в цилиндре доза 4 расплавленного материала впрыскивается поршнем 5 в холодную литьевую форму 6 – 6', где приобретает конфигурацию формуемого изделия и отвердевает.

Механизм смыкания форм состоит из двух неподвижных плит 9 и 10, соединенных четырьмя колоннами 11. На плите 9 закреплён привод перемещения подвижной плиты 12, на которой смонтирована подвижная полуформа 6. На плите 10 монтируется неподвижная полуформа 6'. Внутри нагревательного цилиндра 2 помещен червяк 5 (существуют конструкции с двумя червяками), вращательное движение которого обеспечивает привод 14 (это может быть гидро – или электродвигатель с червячным редуктором).

Червяк осуществляет возвратно – поступательные движения гидроцилиндром 15. Корпус механизма впрыска 16 может перемещаться по станине 17 гидроцилиндром 18 для контакта (или вывода из контакта) наконечника 19 сопла нагревательного цилиндра с центральным литниковым каналом 20 литьевой формы. Для отвода тепла, выделяющегося при охлаждении отформованного изделия,

литьевые формы снабжают системой жидкостного охлаждения. В простейшем случае в теле формы сверлят каналы, по которым циркулирует охлаждающая вода. В тех случаях, когда надо обеспечить интенсивное охлаждение какого-либо участка формы, применяют каналы и плоскости с отражателями и перегородками, позволяющими подвести воду с самой низкой температурой к тому месту формы, где требуется наиболее интенсивный теплоотвод.

Производительность литьевой машины (Q кг/ч) определим по формуле:

$$Q=3600 \cdot m \cdot n / t, \quad (1)$$

где m – масса изделия, г. ($m=150$ г)

n – количество гнезд пресс-формы ($n=1$)

t – время цикла ($t=30$ с, с учетом пластикации инъекции и полного цикла в форме.)

За один цикл (30 с.) изготавливается 1 изделие.

$$Q = 3600 \cdot 150 \cdot 1 / 30 = 18000 \text{ г/ч} \approx 18 \text{ кг/ч}$$

Определим число циклов литьевой машины за 1 час:

$$\begin{aligned} N &= 3600 / t; \\ N &= 3600 / 30 = 120 \end{aligned} \quad (2)$$

Энергия, необходимая для перехода полимера в жидкое состояние, расходуется на нагревание и плавление полимеров. Так как удельная теплоемкость полимера зависит от температуры, то количество теплоты, необходимой для нагревания полимера на ΔT , найдем по формуле:

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T_p - T_n) - Q_{\text{пот}}, \quad (3)$$

где m – масса отливки, кг;

C_p – теплоемкость термопласта, кДж/кг*град;

T_p – температура поступающего в форму расплава, °C;

T_n – температура поступающего в цилиндр термопласта, °C;

$Q_{\text{пот}}$ – потери тепла, которые находятся следующим образом:

$$\begin{aligned} Q_{\text{пот}} &= 0,03 \cdot m \cdot C_p \cdot (T_p - T_n) \\ Q &= 0,15 \cdot 25 \cdot (230 - 70) - 0,03 \cdot 0,15 \cdot 25 \cdot (230 - 70) = 600 - 18 = 582 \text{ кДж} \end{aligned} \quad (4)$$

Мощность системы охлаждения должна обеспечивать надежный отвод всего тепла, выделяющегося в процессе охлаждения изделий.

Интенсивность теплосъема определяется изменением теплосодержания охлаждающей воды:

$$Q = G_v \cdot (T_2 - T_1), \quad (5)$$

где G_v – массовый расход воды в секунду (табл.);

T_2 – температура воды на выходе из формы;

T_1 – температура воды на входе в форму.

$$Q = 5,4 \cdot (80 - 5) = 405 \text{ кДж.}$$

Ускорение технического развития последних лет привело к появлению на рынке целого ряда концептуально новых машин со значительно повышенной производительностью и, зачастую, уникальными характеристиками.

Технология литья под давлением, реализуемая на современном оборудовании с соблюдением требований процесса и применением качественного сырья позволяет изготавливать в большом количестве качественные изделия, востребованные в разных отраслях промышленности и бытовых условиях. При выборе оптимального метода пластикации удастся наладить рентабельное производство деталей любой сложности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Завгородний В.К. Механизация и автоматизация переработки пластических масс. – М.: Машиностроение, 1970. – 565 с.
2. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование заводов по переработке пластмасс. – М.: Химия, 1986. – 400 с.
3. Тихонов Н.Н. Основы проектирования производств переработки полимеров: учеб. пособие / Н.Н. Тихонов, М.А. Шерышев. - М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 280 с.
4. А.С. Тимонин, Г.В. Божко, В.Я. Борщев, Ю.И. Гусев, Н.В. Даниленко, М.Г. Лагуткин, М.А. Промтов, А.А. Сидягин, И.В. Скопинцев, Н.С. Трутнев, В.М. Ульянов. Оборудование нефтегазопереработки, химических и нефтехимических производств: учебник для вузов в двух книгах. Книга 2 / А.С. Тимонин, Г.В. Божко, В.Я. Борщев и др. / под общей редакцией А.С. Тимонина. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 476 с.
5. Чемеричко Г. И. Механическое оборудование заводов по производству полимеров: учебное пособие / Г.И. Чемеричко, Ю. В. Бражник, А. Е. Ченцов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 175 с.

Щербакова В.И.

*Научный руководитель: Антошкин В.А., канд. физ.-мат. наук, доц.
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,
г. Рязань, Россия*

РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВЕБ ХРАНИЛИЩЕМ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ «POUCHDB»

PouchDB – это NoSQL (Not only SQL) база данных с открытым исходным кодом, написанная на языке JavaScript, созданная для помощи разработчикам при создании веб приложений, работающих без постоянного доступа к сети.

PouchDB является базой данных, которая работает в браузере, позволяя хранить данные локально и работать с приложением автономно. Такая возможность позволяет создавать веб-приложения и работать с ними как в онлайн, так и в офлайн режимах с возможностью обращения к данным с помощью специального API интерфейса, написанного на языке JavaScript.

Эта база данных была выпущена в 2019 году в рамках NoSQL подхода, разработчики которой Apache CouchDB. Она поставляется по разрешительной открытой лицензии Apache License 2.0.

Загрузить PouchDB можно с официального сайта <https://pouchdb.com>.

Для работы с базой данных PouchDB нужно подключить библиотеку «pouchdb.min.js» в заголовок любого HTML-файла, указав ссылку на нее.

Доступ к данным осуществляется в асинхронном режиме.

Для работы с хранилищем объектов используются четыре базовых CRUD-операции:

1. Создание (Create).
2. Чтение (Read).
3. Обновление (Update).
4. Удаление (Delete).

Для демонстрации работы всех этих операций был разработан несложный интерфейс веб-страницы (рисунок 1), который позволяет задавать фамилию, имя и отчество пользователя и сохранять эти значения в локальной базе данных.

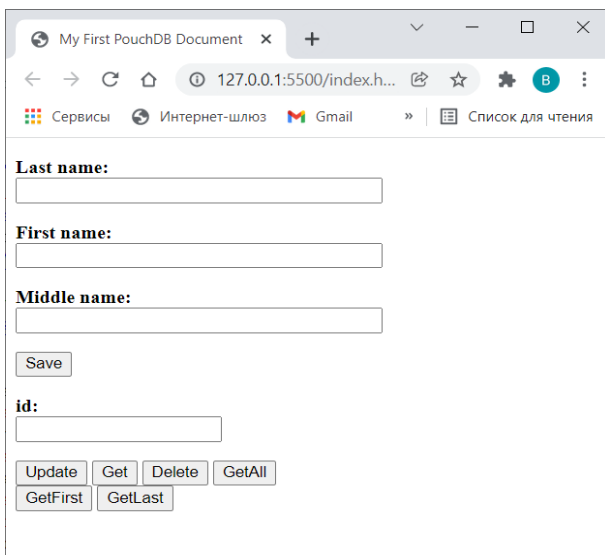


Рис. 1. Интерфейс веб-страницы для работы с данными

Изначально в хранилище нет объектов, только присутствуют пустые поля Ключ и Значение.

Для сохранения нового объекта в хранилище можно выполнить с помощью специального метода «put» (рисунок 2). Поле `_id` является обязательным для создания объекта в хранилище и должно быть уникальным. Данное поле потребуется для получения файла.

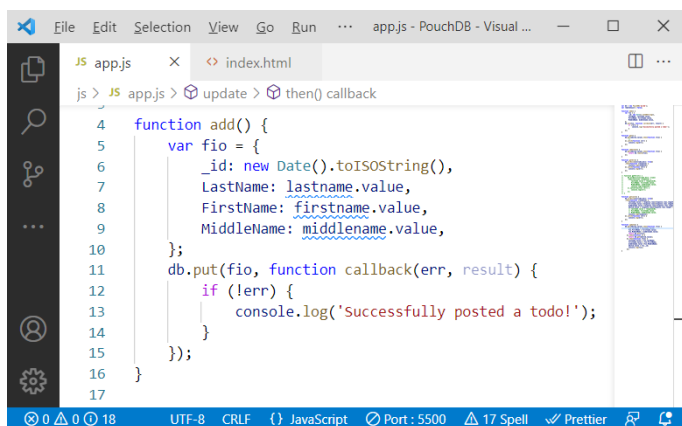


Рис. 2. Сохранение данных в хранилище объектов «ту-db»

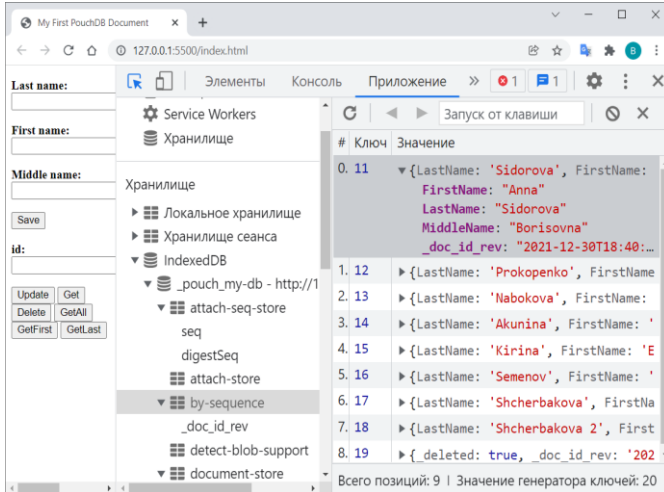


Рис. 3. Добавленные объекты в хранилище «my-db»

Получить список всех объектов, находящихся в хранилище, можно с помощью специального метода «*allDocs*» (рисунок 4).

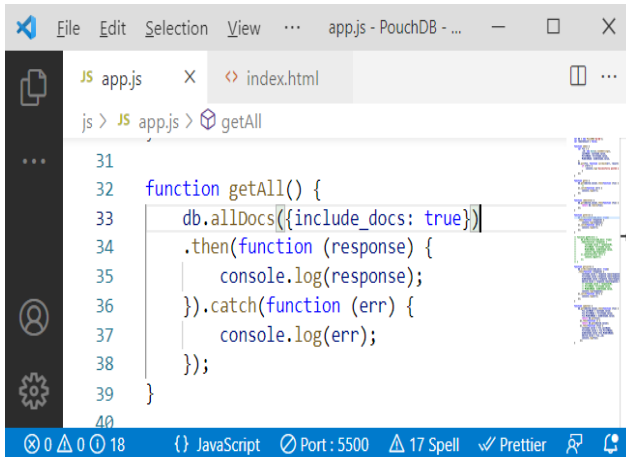
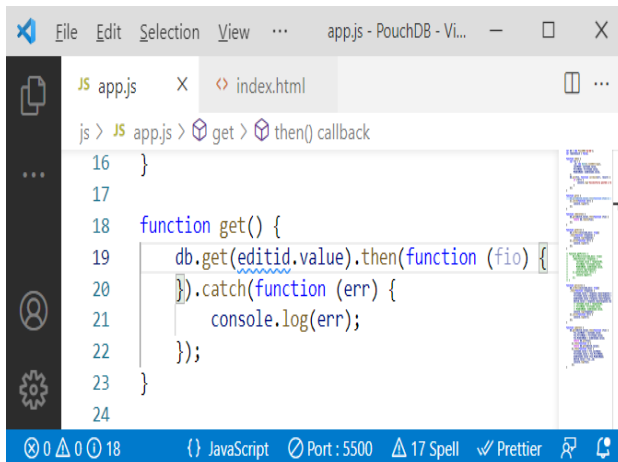


Рис. 4. Чтение всех объектов из хранилища «my-db»

Для получения определенного объекта из хранилища вместо метода «*allDocs*» необходимо использовать метод с именем «*get*». Он в

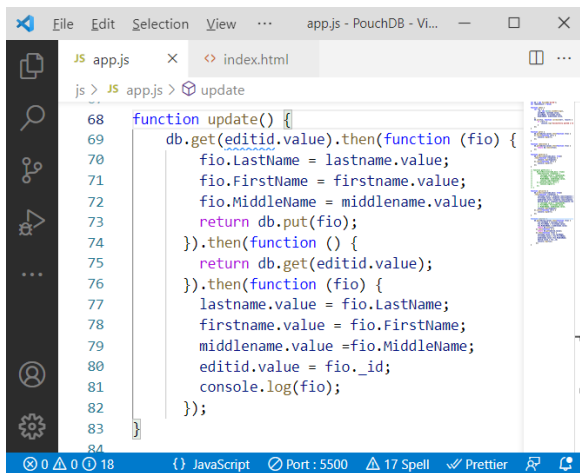
качестве параметра принимает первичный ключ объекта и возвращает все его данные, если такой объект в хранилище существует (рисунок 5).



```
File Edit Selection View ... app.js - PouchDB - Vi...
JS app.js x index.html
js > JS app.js > get > then() callback
16 }
17
18 function get() {
19   db.get(editid.value).then(function (fio) {
20   }).catch(function (err) {
21     console.log(err);
22   });
23 }
24
```

Рис. 5. Получение данных определенного объекта

Для обновления данных определенного объекта необходимо использовать специальный метод «put» (рисунок 6).



```
File Edit Selection View ... app.js - PouchDB - Vi...
JS app.js x index.html
js > JS app.js > update
68 function update() {
69   db.get(editid.value).then(function (fio) {
70     fio.LastName = lastname.value;
71     fio.FirstName = firstname.value;
72     fio.MiddleName = middlename.value;
73     return db.put(fio);
74   }).then(function () {
75     return db.get(editid.value);
76   }).then(function (fio) {
77     lastname.value = fio.LastName;
78     firstname.value = fio.FirstName;
79     middlename.value = fio.MiddleName;
80     editid.value = fio._id;
81     console.log(fio);
82   });
83 }
84
```

Рис. 6. Обновления данных определенного объекта

Этому методу необходимо передавать в списке параметров данные обновляемого объекта с обязательным указанием уникального идентификатора. При этом в списке будут храниться два объекта, но с разными ревизиями (рисунок 7).

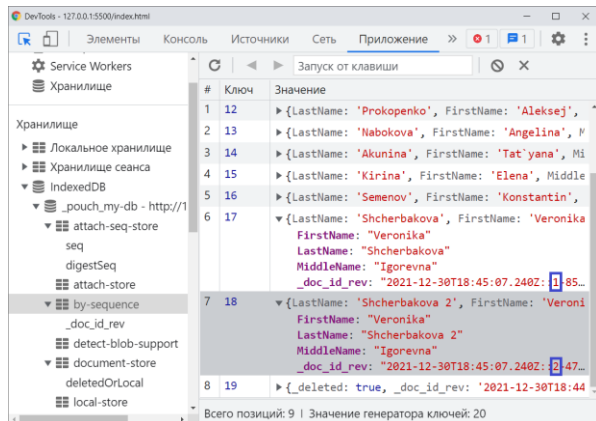


Рис. 7. Обновления данных определенного объекта

Таким образом возможно отследить изменения по ревизии любого объекта.

Для выполнения удаления определенного объекта необходимо использовать специальный метод «remove», которому в качестве единственного параметра передается уникальный идентификатор удаляемого объекта (рисунок 8).

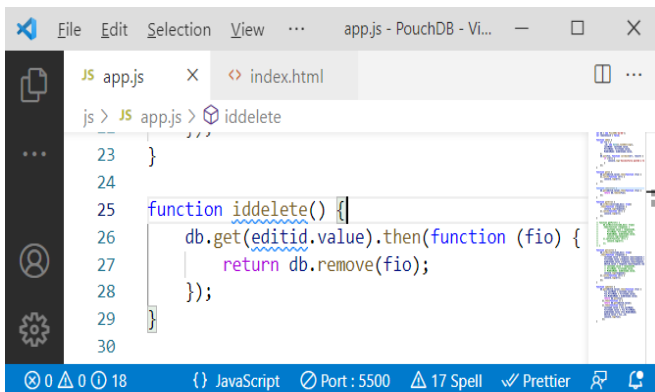


Рис. 8. Удаления определенного объекта из хранилища

После удаления объект остается в списке хранилища, при этом имеет пометку «_deleted: true» (рисунок 9).

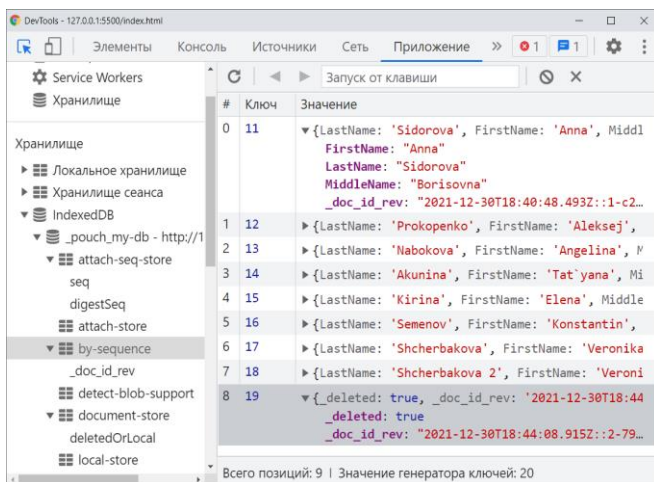


Рис. 9. Удаленный объект в списке хранилища

Таким образом, NoSQL базу данных PouchDB можно использовать для эффективного хранения данных в локальном хранилище браузера с возможностью их дальнейшего экспорта в другие базы, например, CouchDB.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. PouchDB [Электронный ресурс]: сайт. URL: <https://ru.bmstu.wiki/PouchDB> (дата обращения: 22.12.2021)
2. API Reference [Электронный ресурс]: сайт. URL: <https://pouchdb.com/api.html#overview> (дата обращения: 22.12.2021)
3. PouchDB, the JavaScript Database [Электронный ресурс] : сайт. URL: <https://pouchdb.com/> (дата обращения: 22.12.2021)
4. Apache CouchDB [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_CouchDB (дата обращения: 22.12.2021).

РАЗРАБОТКА СОСТАВА КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО

Известно, что нефтяные дорожные битумы не в состоянии обеспечить требуемые прочностные и эксплуатационные свойства асфальтобетона. Поэтому, все более широкое применение на сегодняшний день находят полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) [1-6]. За последние 10 лет доля производства ПБВ в общем объеме битумной продукции, представленной на рынке Российской Федерации, неуклонно растет.

Применение в составе битумов полимеров различной природы позволяет существенно поднять температуру размягчения битума с одновременным снижением температуры хрупкости, расширяя таким образом температурный интервал, в котором вяжущее находится в вязкоупругом состоянии. Полимерные добавки придают вяжущему эластичность [7], что позволяет эффективно релаксировать возникающие внутренние напряжения и обеспечивает существенный рост стойкости к усталостному разрушению асфальтобетонов на таких вяжущих.

Большое многообразие полимерных модификаторов позволяет делать выбор в зависимости от технологических возможностей производства и условий эксплуатации асфальтобетонных покрытий. Однако, применение ПБВ связано с рядом сложностей, обусловленных технологией их производства, отсутствием надлежащего сцепления с поверхностью минерального материала, недостаточной стойкостью к старению вяжущего и полимерасфальтобетона [8-9].

Для устранения указанных нежелательных явлений нами разработана комплексная добавка ПБК-1, состоящая из полимера СБС, пластификатора и поверхностно-активных веществ [10].

Для подбора состава ПБВ с полученным модификатором применялся четырехфакторный метод планирования эксперимента, Варьируемыми параметрами были: концентрация добавки, время перемешивания, время экспозиции после перемешивания и температура приготовления. В качестве функции отклика был выбран температурный интервал пластичности вяжущего, определяемой

алгебраической разницей между температурой размягчения и температурой хрупкости.

Условия планирования эксперимента представлены в (таблице 1).

Таблица 1 – Условия планирования эксперимента по подбору оптимального состава ПБВ

№	Кодиров. вид	Факторы варьирования	Диапазон варьирования			Шаг варьирования
			-1	0	1	
1	X1	Содержание добавки, %	6	8	10	2
2	X2	Температура приготовления	140	155	170	15
3	X3	Время перемешивания, мин	5	15	25	10
4	X4	Время дозревания, мин	10	20	30	15

В качестве модифицируемого компонента был выбран битум БНД 70/100, показатели температуры хрупкости и размягчения выбирались в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52056 для ПБВ 60.

По результатам математического анализа расчетных и экспериментальных данных составлено уравнение регрессии:

$$Y = 71,87X_1^2 + 6,783X_1X_2 + 0,89X_1X_3 - 0,278X_1 + 1,334X_1^2 - 2,519X_1X_2 - 6,481X_2 + 0,019X_3^2 + 1,52X_3 + 3,75X_4^2 - 4,44X_4 \quad (1)$$

Решение уравнения позволило получить зависимости температурного интервала пластичности от времени перемешивания и последующего дозревания, а также температуры приготовления и содержания модификатора ПБК-1. В графическом виде результаты представлены на рисунках 1 и 2.

Установленное оптимальное содержание добавки составило 8%. Температура приготовления составила 155 °С, время перемешивания в лопастной мешалке до однородного состояния - 30 мин. Время последующего выдерживания вяжущего при температуре 155 °С для стабилизации структуры составило 15 минут.

Основываясь на полученных данных, разработана технология получения полимерно-битумного вяжущего с применением модификатора ПБК-1, рисунок 3.

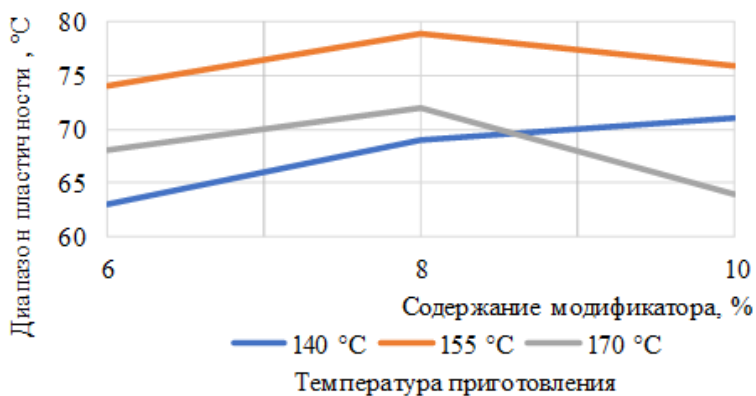


Рис. 1 Зависимость диапазона пластичности от концентрации модификатора и температуры приготовления

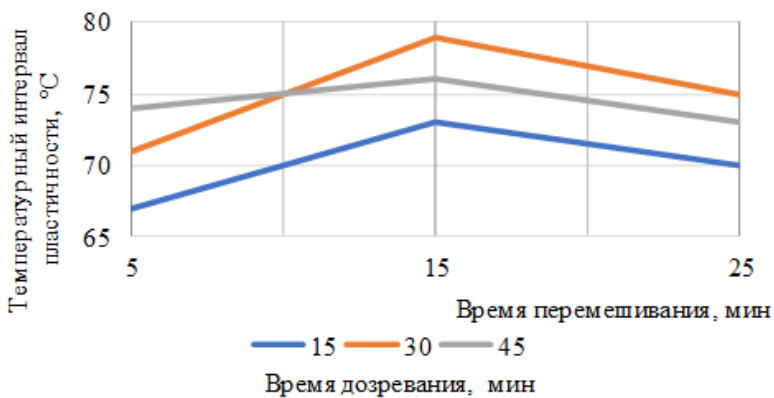


Рис. 2 Зависимость температурного диапазона пластичности от времени приготовления и дозревания

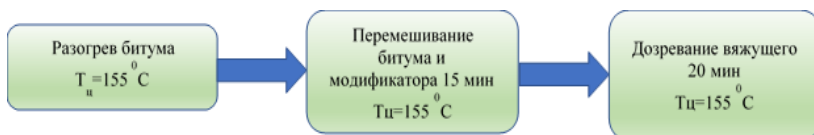


Рис. 3 Блок-схема технологических процессов и режимов производства полимерно-битумного вяжущего с модификатором ПБК-1

По сравнению с традиционной технологией, разработанный способ производства ПБВ имеет несколько преимуществ. Во-первых, меньшее количество технологических стадий позволяют снизить общее время производства ПБВ. Во-вторых, из технологического процесса исключается коллоидная мельница. В-третьих, значительно снижается температура приготовления, а также время и температура дозревания продукта, что положительно отразится не только на энергетической эффективности технологии, но и снизит интенсивность деструктивных процессов в вяжущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гохман Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон. М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ. 2008. 117 с.
2. Калгин Ю.И. Научные основы получения и применения дорожных материалов с использованием модифицированных битумов: дис.... док. техн. наук. Пенза, 2007. 454 с.
3. Гохман Л.М. Повышение межремонтных сроков // Автомобильные дороги. 2015. № 5. С. 76-79.
4. Ширяев А.О., Обухов А.Г., Высоцкая М.А., Шеховцова С.Ю. Полимерные модификаторы битумных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 48-54.
5. Ядыкина В.В., Наволокина С.Н., Гридчин А.М. Повышение устойчивости щебеночно-мастичного асфальтобетона к колееобразованию за счет использования полимерных модификаторов // Строительные материалы и изделия. 2020. №6. Том 3. С. 27-34.
6. Калгин Ю.И., Строкин А.С., Тюков Е.Б. Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий с применением модифицированных битумов. Воронеж: ОАО Воронежская областная типография, 2014. 224 с.
7. Урчева Ю.А., Сыроежко А.М., Майданова Н.В., Васильев В.В. Выбор полимера для приготовления, полимерно-битумного вяжущего с улучшенными показателями качества // Известия СПбГТИ (ТУ). 2013. №19 (45).
8. Вольфсон С.И., Хакимуллин Ю.Н., Закирова Л.Ю., Хусаинов А.Д., Вольфсон И.С., Макаров Д.Б., Хозин В.Г. Модификация битумов, как способ повышения их эксплуатационных свойств // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №17. С. 29-33.
9. Золотарев В.А., Кудрявцева С.В., Ефремов С.В. Влияние совместного введения полимеров и адгезионных добавок на свойства

битумов // Вестник ХНАДУ. 2008. №40. С.68-75.

10. Denisov V.P., Akimov A.E., Yadykina V.V. The advantages of using polymer-bituminous concentrate for the production of polymer-bituminous binders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Buildintech BIT 2020. Innovations and technologies in construction. 2020. Pp. 012050.

УДК 691.16

Денисов В.П.

*Научный руководитель: Ядыкина В.В., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО С КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Асфальтобетонные покрытия на основе дорожного битума типа БНД без его модификации не способны обеспечить требуемые сроки службы дорожных одежд в условиях постоянного роста интенсивности движения и осевых нагрузок [1-6], а также погодно-климатических факторов. Основными недостатками, по которым битум не выдерживает предъявляемых к нему требований, является его низкая эластичность и недостаточные показатели трещиностойкости и температурного интервала работоспособности. Для направленного управления структурой и свойствами органических вяжущих разрабатываются различные функциональные добавки.

Наибольшее распространение получили полимерные модификаторы типа стирол-бутадиен-стирол (СБС), однако известным недостатком получения полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) на основе СБС является необходимость использования коллоидной мельницы, и, соответственно, большого емкостного парка для перекачивания, вяжущего в мельницу и обратно. В результате возрастает сложность и энергоемкость технологии.

В большинстве случаев при использовании указанного ПБВ требуется применение пластификаторов, что в последнее время подвергается обоснованной критике. В исследованиях авторов [7] отмечается, что пластификатор из легких фракций нефтяных масел не имеет необходимой стойкости к высоким температурам, в итоге, при

применении индустриального масла, ПБВ становится склонным к старению, очень сильно изменяя свои свойства после воздействия высоких температур. Кроме того, ПБВ на основе СБС не обеспечивает достаточного сцепления с поверхностью минеральных материалов [8], поэтому требуется введение адгезионных добавок.

На кафедре АЖД совместно с ООО «Селена» разработана комплексная добавка для производства ПБВ, содержащая полимер СБС, пластификатор на основе минеральных и растительных масел и добавку ПАВ [9-10]. За счет указанных компонентов значительно упрощается технология производства ПБВ, обеспечивается высокое сцепление полученного вяжущего с минеральными материалами и замедление интенсивности его старения.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния ПБВ с разработанной добавкой на характеристики асфальтобетона. Для исследования был выбран асфальтобетон типа А по ГОСТ 9128-2013.

Для проведения исследований физико-механических характеристик по методам ГОСТ 12801-98 были изготовлены асфальтобетонные образцы типа А первой марки на основе ПБВ с комплексной добавкой и на немодифицированном битуме БНД 70/100 в качестве контроля. Результаты испытаний асфальтобетона типа А приведены в (таблице 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов типа асфальтобетона

А

Показатели	Требования ГОСТ 9128	Вид вяжущего	
		БНД 70/100	Битум +ПБК-1
Прочность при сжатии при температуре: 0 °С, МПа 20 °С, МПа 50 °С, МПа	не более 11,00 не менее 2,5 не менее 1,2	11,8 3,7 1,9	10,5 4,2 2,6
Водостойкость В т.ч. при длительном водонасыщении	не менее 0,90 не менее 0,85	0,90 0,81	0,98 0,94
Прочность при растяжении при расколе при температуре 0°С	от 2,8 до 6,0	3,5	3,7
Коэффициент внутреннего трения асфальтобетона, tg φ	не менее 0,87	0,88	0,87
Лабораторный показатель сцепления при сдвиге Сл, МПа	не менее 0,25	0,39	0,45

Полученные физико-механические характеристики асфальтобетона типа А на исследуемом вяжущем показали, что прочность при сжатии увеличивается на 14,5% и 36,8% при температуре 20°C и 50°C соответственно, при этом прочность при 0°C снизилась на 11,8%. Показатель лабораторного сцепления при сдвиге возрос на 15%. При этом, существенно возросла работа, затрачиваемая на разрушение образца при испытаниях по методу Маршалла, (рисунок 1).

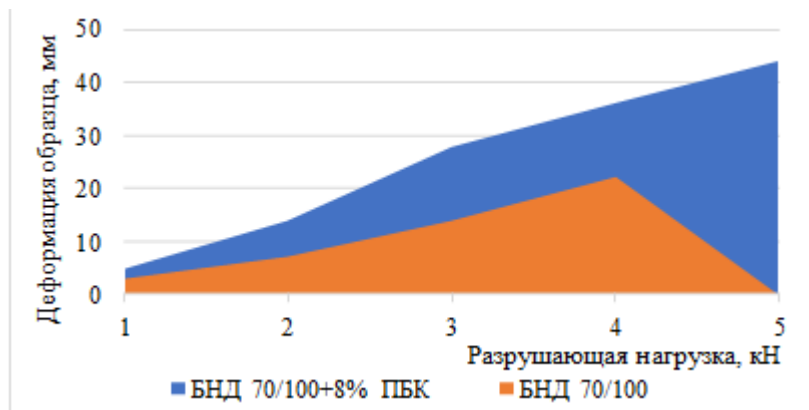


Рис. 1 График для определения работы, затрачиваемой на разрушение образца, испытываемого по методу Маршалла

Обнаруженные изменения являются следствием повышения температурного интервала пластичности битума и увеличения его когезионной прочности. Кратковременная водостойкость увеличилась на 8,8 % в то время, как длительная водостойкость, определяемая через 15 суток, возросла 16%. Улучшение водостойкости произошло благодаря ПАВ, входящим в состав модификатора. Учитывая полученные результаты, представляет интерес водостойкость при длительном водонасыщении продолжительностью до 90 суток. Результаты приведены на рисунке 2.

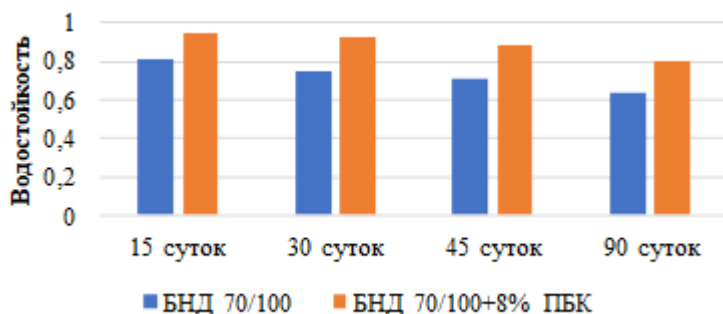


Рис. 2 Длительная водостойкость асфальтобетона типа А на исследуемом и контрольном вяжущем

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что при длительном водонасыщении прочность водонасыщенных образцов на контрольной смеси снижется интенсивнее по сравнению с исследуемым вяжущим, модифицированным добавкой ПБК-1. Высокие результаты водостойкости достигнуты за счет ПАВ, содержащихся в модификаторе ПБК-1, дополнительные адгезионные добавки при этом не применялись.

Таким образом, применение полимерно-битумного вяжущего с комплексной добавкой ПБК-1 в составе асфальтобетонной смеси типа А, показало высокую эффективность, что нашло отражение в повышении показателей физико-механических характеристик и длительной водостойкости асфальтобетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гохман Л.М. Повышение межремонтных сроков // Автомобильные дороги. 2015. № 5. С. 76-79.
2. Pradena M., Miller S., Staub G., Díaz M. and Contreras F. Making the asphalt paving process explicit - A fundamental step for quality improvement // Gradjevinar. 2020. 72(11). Pp. 1031-1040.
3. Калгин Ю.И. Научные основы получения и применения дорожных материалов с использованием модифицированных битумов: дис.... док. техн. наук. Пенза, 2007. 454 с.
4. Ядыкина В.В., Наволокина С.Н., Гридчин А.М. Повышение устойчивости щебеночно-мастичного асфальтобетона к колееобразованию за счет использования полимерных модификаторов // Строительные материалы и изделия. 2020. №6. Том 3. С. 27-34.

5. Гохман Л. М. Влияние качества органических вяжущих материалов на срок службы покрытий автомобильных дорог в России // Дороги России. 2014. № 2. С. 24-36.

6. Вольфсон С.И., Хакимуллин Ю.Н., Закирова Л.Ю., Хусаинов А.Д., Вольфсон И.С., Макаров Д.Б., Хозин В.Г. Модификация битумов, как способ повышения их эксплуатационных свойств // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №17. С. 29-33.

7. Киндеев О.Н., Высоцкая М.А., Шеховцова С.Ю. Влияние вида пластификатора на свойства битума и полимерно-битумных вяжущих // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2016. № 1. С.26-30.

8. Золотарев В.А., Кудрявцева С.В., Ефремов С.В. Влияние совместного введения полимеров и адгезионных добавок на свойства битумов // Вестник ХНАДУ. 2008. № 40. С.68-75.

9. Denisov V.P., Akimov A.E., Yadykina V.V. The advantages of using polymer-bituminous concentrate for the production of polymer-bituminous binders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Buildintech BIT 2020. Innovations and technologies in construction. 2020. Pp. 012050.

10. Ядыкина В.В., Денисов В.П., Акимов А.Е. Старение битума, модифицированного полимернобитумным концентратом // Известия вузов. Строительство. 2022. №1. С. 22-30.