МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

75-я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ, СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

22–27 апреля 2024 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

В 4-х частях

Часть 2

Минск 2024

УДК 005.745:378.662(476)(06)(0.034)
ББК 66.75
С 30

75-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 22–27 апреля 2024 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск : БГТУ, 2024. – Ч. 2. – 240 с.

Сборник составлен по итогам 75-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 22 по 27 апреля 2024 г. Тезисы докладов содержат результаты научных исследований студентов, посвященные актуальным вопросам лесоводства, лесоустройства, лесозащиты, технологии и техники лесной промышленности, химической технологии и техники, неорганических веществ, вяжущих материалов, технологии стекла и керамики, технологии электрохимических производств, экологии, синтеза новых органических и неорганических материалов, экономики, издательского дела и полиграфии, информационных технологий. Также представлены доклады, посвященные энергосбережению, безопасности технологических процессов и производств, контролю качества и безопасности веществ, материалов и изделий.

Сборник предназначен для использования специалистами соответствующих отраслей народного хозяйства, научными работниками и преподавателями, а также студентами и магистрантами.

Рецензенты:
декан факультета ХТиТ, канд. техн. наук Ю.А. Климош
декан факультета ТОВ, канд. техн. наук Ю.С. Радченко

Редакционная коллегия:
профессор кафедры ТСиК, д-р техн. наук И.А. Левицкий
профессор кафедры ХПД, д-р техн. наук Н.В. Черная
зав. кафедрой Х,ТЭПиМЭТ, канд. хим. наук А.А. Черник
доцент кафедры БТ, канд. техн. наук М.В. Рымовская
доцент кафедры ПЭ, канд. техн. наук О.С. Залыгина

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2024

Секция
ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

УДК 543.554.6

Маг. У.С. Горбацевич
Науч. рук. доц. Т. М. Шачек
(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

Для определения концентрации аналита в потенциометрии применяются следующие методы: градуировочного графика, метод стандартной добавки и метод Грана. Метод градуировочного графика применяется в 70,5% анализов, он эффективен при проведении большого числа серийных определений для исключения влияния диффузионного потенциала и потенциала электрода сравнения.

Сущность метода стандартной добавки – в пробу определенного объема с погруженными электродами добавляют стандартный раствор заданного объема и по скачку потенциалов рассчитывают концентрацию иона в пробе. [1] Оптимальная величина добавки должна быть такой, чтобы она вызывала отклик потенциала в 10–20 мВ для однозарядного иона. Метод стандартной добавки позволяет проводить определения в 2–3 раза точнее, чем метод градуировочного графика.

Графический метод Грана – это график зависимости G (функция Грана – зависимость $\Delta V/\Delta E$) от $V_{ст}$ (объем стандартной добавки).

Эта зависимость имеет вид прямой линии, пересекающей ось абсцисс в точке $V_{экв}$. Экстраполяцией графика зависимости G от $V_{ст}$ до пересечения с осью абсцисс находим $V_{экв}$ и затем – содержание определяемого вещества. Метод Грана является наиболее точным из всех рассматриваемых методов определения концентрации в потенциометрии [2].

Представленная сравнительная характеристика будет использована при разработке плана экспериментальных исследований для оценки показателей точности рассматриваемых методов определения концентрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потенциометрические методы анализа элементов питания растений и новейшие приборы для агрохимической лаборатории / А.М. Капустин, Л.В. Моховова, С.П. Козуб // Гавриш. – 2008. – № 4. – С. 8–14.

2. Основы электрохимических методов анализа: учебное пособие. Часть 1 / И.И. Жерин, Г.Н. Амелина, А.Н. Страшко, Ф.А. Ворошилов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 101 с.

УДК 364.042:615

Студ. А.А. Киеня, П.А. Рылач, А.В. Винник
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Т.М. Шачек
(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества продукции, БГТУ)

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИЕМА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Фармацевтическая продукция играет ключевую роль в поддержании здоровья населения. Несмотря на широкое распространение медикаментов, многие люди испытывают трудности с их приемом. Проблемы могут быть связаны как со сложной схемой приема, так и с недостаточными знаниями о принципах использования лекарственных средств. К примеру, для достижения максимального терапевтического эффекта многие лекарственные средства должны приниматься в соответствии с четкими рекомендациями: время, интервал приема, способ употребления и др. Соблюдение режима приема влияет на стабильность уровня лекарственного вещества в организме, минимизацию побочных эффектов и предупреждение развития осложнений.

Цель данной работы – разработка клиент-ориентированной системы по приему лекарственной продукции *DailyPillHelp*, являющейся помощником в соблюдении режима приёма лекарственных препаратов, витаминов, биологически активных добавок.

Для достижения поставленной цели, были решены следующие задачи:

– разработана концепция системы *DailyPillHelp*;

– идентифицированы этапы процесса предоставления услуги;

– разработан функционал мобильного приложения;

– определены основные процессы системы.

Предлагаемая система представляет собой комплекс услуг, включающий в себя продажу фармацевтической продукции в удобном для потребителя виде (в специальном органайзере), который помогает структурировать и сопровождать курс лечения, а также мобильное приложение, выступающего в качестве сигнального и справочного ресурса.

Система объединяет современные тенденции поддержания здорового образа жизни и использование информационных технологий, также способствует улучшению качества жизни, экономя время и силы, в первую очередь пожилому населению, спортсменам, людям с ограниченными возможностями, имеющим хронические заболевания или нуждающихся в длительном курсе лечения.

УДК 577.112; 658.562; 638.4

Студ. Ю.В. Рубанова,
Науч. рук. канд. техн. наук Е.Н. Зеленкова
(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

ПОДБОР УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА БЕЛКА В ЭНТОМОПРОДУКТАХ МЕТОДОМ КЬЕЛЬДАЛЯ

К настоящему времени в ЕС официально разрешено использовать для приготовления пищи следующие виды насекомых: желтых мучных червей (лат. Tenebrio molitor), саранчу перелетную (Locusta migratoria), сверчка домового (Acheta domesticus) и червей буффало (Alphitobius diaperinus). Они считаются безопасными для производства продуктов питания согласно регламента ЕС о нетрадиционных пищевых продуктах. В Республике Беларусь некоторые производители начали добавлять муку из насекомых к стандартным ингредиентам для производства чипсов, батончиков, печенья. Насекомые позиционируются в основном как источник белка, поэтому важно оценивать его количество. Для анализа белка используется общепринятый метод Кьельдаля. Стандартные методики распространяются на пищевую матрицу: молочную, мясную, соковую и др.

Цель исследования – подбор условий анализа белка в насекомых методом Кьельдаля. Объекты исследования – мучной хрущак, сверчки, зофобас. В ходе исследования варьировали: способ пробоподготовки, количество вносимой серной кислоты, наличие перекиси водорода. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица – Результаты исследований, количество белка, %

Условия анализа	Время минерализации	Объект исследования		
		Мучной хрущак	Зофобас	Сверчок
Навеска целого насекомого, 135 см^3 0,1 М H_2SO_4, 60 см^3 H_2O_2 порциями по мере выкипания	11 ч	39,58±1,20	11,78±0,35	–
Навеска целого насекомого, 10 см^3 $H_2SO_{4конц}$, 135 см^3 H_2O_2 порциями по мере выкипания	12,5 ч	28,72±0,86	–	44,93±1,35
Навеска насекомого без панциря/ /конечностей, 20 см^3 $H_2SO_{4конц}$, без добавления H_2O_2	5 ч	54,70±1,64	24,42±0,73	57,05±1,71

Таким образом, оптимальными условиями для анализа белка в энтомопродуктах являются: минерализация насекомых без панциря с добавлением 20 см^3 концентрированной серной кислоты. При этом было получено максимальное содержание белка и отмечена минимальная продолжительность минерализации.

УДК 663.97+543.544.5

Студ. Д.В. Стадник
Науч. рук. доц. Н.И. Заяц
(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

ИЗДЕЛИЯ ИЗ НАГРЕВАЕМОГО ТАБАКА: ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В настоящее время широкое распространение получили потребительские продукты в виде электронных систем доставки никотина и инновационных изделий, которые предлагают альтернативные способы и формы потребления никотина, замещающие потребление традиционных табачных изделий. Новая продукция отличается от курительных табачных изделий (ТР ТС 035/2014) тем, что потребляется путем вдыхания аэрозоля или пара, образующихся не в результате горения и тления, а в результате нагревания табачной смеси или никотиносодержащей жидкости с помощью электричества.

Для указанной продукции отсутствуют правила обращения на рынке, не установлены обязательные требования безопасности и правила идентификации, процедуры подтверждения соответствия. Актуальными являются вопросы изучения химического состава аэрозолей, формируемых системами нагревания табака, установление показателей и нормативов контроля, а также методик их определения и оценки. Решение этих вопросов позволит защитить потребителей от потенциально опасных для здоровья продуктов. Цель работы – апробирование методов определения содержания никотина и монооксида углерода в аэрозолях, формируемых системой нагревания табака IQOS, при использовании табачных стиков двух видов, сравнение полученных результатов с данными, полученными для референсных стиков P1M3 и сигарет CM9 при прокуривании их на линейной курительной машине. Работа проводилась в испытательной лаборатории БелГИМ. В ходе выполнения работы апробированы методики измерений, разработанные Всероссийским институтом табака, махорки и табачных изделий. Результаты проведенных исследований позволили сделать следующий вывод:

– методики, представленные для апробирования, могут быть положены в основу при разработке единых методов испытаний по определению никотина и монооксида углерода.

– полученные экспериментальные результаты по содержанию основных токсичных веществ, формируемых системой нагревания табака IQOS, позволяют выработать научно-обоснованные предложения по установлению показателей безопасности и максимального содержания основных токсичных веществ в изделиях с нагреваемым табаком, используемых с системами доставки никотина.

УДК 661.71:665.65

Студ. К.В. Нахай, асп. В.И. Жолнеркевич
Науч. рук. доц. А.О. Шрубок
(кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСТРАГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЕЛ ОТ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Жидкостная экстракция является одним из наиболее распространённых массообменных процессов химической технологии и используется для извлечения, разделения и концентрирования веществ при помощи селективных растворителей. Она широко применяется для очистки масел от ароматических углеводородов. Наиболее распространёнными растворителями для экстракции ароматических углеводородов являются диметилсульфоксид (ДМСО), N-метилпирролидон (N-МП), фурфурол, фенол и др. Однако из-за ужесточения требований к содержанию ароматических углеводородов в нефтепродуктах актуальной задачей остается совершенствование данного процесса.

Одним из способов улучшения является использования модифицирующих добавок, в качестве которых используют различные гликоли (этиленгликоль, триэтиленгликоль, диэтиленгликоль), спирты (этанол, изопропанол и т,д.), сульфолан, диметилсульфоксид, N-метилкапролактам и т,д. Для прогнозирования влияния данных добавок на степень удаления ароматических углеводородов сначала используют моделирование процесса экстракции на смеси бензол-гексан, затем экстракцию масел в оптимальных условиях.

В данной работе исследовалось влияние добавок гликолей (этиленгликоля) к промышленному экстрагенту N-МП. Установлено, что введение 10 мас. % этиленгликоля к N-метилпирролидону приводит к снижению выхода рафината на 11 мас. % по сравнению с чистым растворителем. Степень очистки увеличивается, о чем свидетельствует снижение показателя преломления, что подтверждается групповым составом рафината, который показал снижение содержания бензольных смол (на 2,5 мас.%) и спирто-бензольных смол (на 1,6 мас.%) и, соответственно, увеличение нейтральных масел на 3 мас. %.

Так установлено, что введение 10 мас.% этиленгликоля к N-метилпирролидону приводит к уменьшению содержания ароматических углеводородов в рафинате и увеличению экстрагирующей способности N-метилпирролидона по отношению к ароматическим углеводородам.

УДК 552.578.5:665.642.26

Студ. В.С. Солоневич, студ. К.Г. Буракевич
Науч. рук. ассист. К.И. Трусов
(кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФИДА НИКЕЛЯ НА ГИДРОТЕРМИЧЕСКУЮ ПЕРЕРАБОТКУ СМЕСИ АСФАЛЬТА И ЛИГНИНА

Одной из перспективных технологий переработки тяжелых нефтяных остатков является суспензионный гидрокрекинг в присутствии ультрадисперсных и наноразмерных сульфидов молибдена, никеля, вольфрама. Известно, что крекинг тяжелых нефтяных остатков может быть интенсифицирован добавлением возобновляемого сырья − древесной биомассы. Разработка эффективной технологии переработки последней является одной из важных и перспективных направлений с точки зрения устойчивого развития и глобальной экономики. Поэтому актуальным становится совместная переработка тяжелых нефтяных остатков и лигноцеллюлозной биомассы.

Объектами исследования являлись асфальт пропановой деасфальтизации нефтяного гудрона ОАО «Нафтан» и лигнин олеофильный марки S-Drill Block СООО «Синерджи-Ком». Гидрокрекинг асфальта и лигнина в присутствии сульфида никеля, полученного in situ из олеата никеля, проводили в среде бензола в автоклаве при температуре 420–430 °С в течение 2 ч. Начальное давление водорода составляло 100 бар. Выход продуктов гидрокрекинга представлен в таблице 1.

Таблица 1 − Выход продуктов гидрокрекинга

Наименование продукта	Выход продукта, мас. %, при катализе	
	без катализатора	NiS
Газ	38,6	37,1
Гидрогенизат	54,0	58,7
Кокс	7,4	4,2

Гидрокрекинг смеси асфальта и лигнина в присутствии сульфида никеля позволяет увеличить выход целевого жидкого гидрогенизата за счет снижения выхода газов деструкции и кокса.

Таким образом комбинированную гидротермическую переработку асфальта и лигнина рекомендуется проводить в присутствии наноразмерного сульфида никеля, что благоприятно сказывается на балансе процесса и открывает перспективы расширения сырьевой базы гидрокрекинга альтернативными возобновляемыми источниками сырья.

Работа выполнялась в рамках
Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорганохимия».

УДК 141.319.8

Студ. А. А. Белевич, Д. М. Рыбак
Науч. рук. доц. П. М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

ПРОБЛЕМА ПОСТЧЕЛОВЕКА

В настоящее время мы можем проследить изменения в границах биосферного и техносферного человека, дать некоторый прогноз по формированию постчеловеческого (биотехносоциального и техносоциального) существа. Нынешняя глобальная трансформация биосферного человека связана с техногенным развитием мира в результате промышленного переворота, индустриализации, урбанизации и научно-технической революции, что, по сути, определяет современный глобальный переход жизни, а заодно и человека [1]. Понятие «человек» нуждается в переопределении. «Пост-человек» – альтернатива для эпохи радикального биотехнологического развития, отвечающая политическим и экологическим императивам современности. Философский ландшафт, сформировавшийся в качестве реакции на кризис человека, включает несколько движений, в частности постгуманизм, трансгуманизм.

Постгуманизм – философия нашего времени. Это можно заметить по значительному интересу к этой теме. Понятие «постчеловек» стало ключевым в современных академических дискуссиях, задача которых в том, чтобы полностью переопределить понятие человека в свете онто-эпистемологических, а также научных и биотехнологических новаций XX и XXI веков [2]. Постгуманизм – это течение, последователи которого сомневаются в представлении о человеке как венце эволюции и стремятся понять, что вообще значит быть человеком в современном мире. Ключевая идея постгуманизма – отказ от антропоцентризма. Постгуманисты признают неотъемлемыми правами совершенствование физических, интеллектуальных и других возможностей человека, и даже достижение бессмертия. Эволюционный путь должен привести к появлению постчеловека – им станет киборг, получившийся в результате слияния человека и машины. Постчеловек – гипотетический образ будущего человека, который значительно отличается от привычного человеческого облика в результате использования передовых технологий: информатики, биотехнологии, медицины и так далее [3]. Человек, порожденный всем ходом развития биосферы, до определенного времени развивался преимущественно как биосферное существо. Рубежом перехода к постбиосферному человеку является техногенное изменение мира. Глобальные трансформации

биосферного человека касаются таких вопросов, как образование рас, четырех групп крови, изменения в области разделения труда, образования и развития семьи, образа жизни, общественного сознания и самосознания, социальных качеств людей. Техническая цивилизация делает человека надприродным существом и наносит удар гуманизму, гуманистическому миросозерцанию, приводит к дегуманизации человека. Ученые выдвигают и другие мнения на этот счёт, с более позитивной картиной будущего. С одной стороны, повышение качества жизни, с другой стороны, новые медицинские технологии, предотвращающие старение, продлевают период активной деятельности человека. Биосферный человек в условиях бурного техногенного развития постепенно превращается в человека техносферного, способного полноценно поддерживать свою жизнедеятельность в техносферных условиях, характеризующихся повышенным жизненным комфортом. Деградационные процессы человечества проявляются в техногенном обществе как «цивилизационно-городские». Сказанное выше говорит проблеме воспроизводства населения и об угасании жизни на планете, об «экотехнологическом апокалипсисе» биосферного человека.

Характеристики техносферного человека. Для обозначения современного человека введено понятие «человек техносферный» (Э. С. Демиденко, 1993 г.), характеризующее изменения, происходящие с человеком под воздействием техногенного развития. Это человек, который приобрел социально-техногенные качества и способен активно жить и работать в техносфере. Техносферный человек, приходящий на смену биосферному, остается пока человеком, хотя уже и с изменёнными природными, и с особыми социальными и техногенными качествами. Современный человек уже характеризуется значительным наличием техно в его организме. Но такие процессы и неблагоприятные тенденции нарастают: существенные потери природного здоровья, разрушения человеческих органов приводят к тому, что медицина все больше вторгается в биологическую ткань человека, оздоровляя и изменяя её. Можно предположить, что уже в XXI-XXII веках «человек разумный» не сможет поддерживать свою жизнь и деятельность без сложной техники. Если в 90-е годы XX в. такая замена возросла в три раза, то в первое десятилетие XXI в. – в пять-шесть раз. Искусственные органы, электронно-вычислительные машины, целевые и бытовые компьютеры, заменяющие умственные операции человека, жизнедеятельность в усложняющейся техносфере и многое другое говорят о том, что в биологической ткани кроманьонца развивается новое существо – биотехносоциальное, по сути, постчеловеческое, от которого до «биологического киборга» уже остается немного времени.

Киборгизация человека. Киборгизация – это процесс превращения живого организма в киборга – кибернетический организм, содержащий механические и электронные компоненты, для восстановления полученных повреждений или с целью получения заданных свойств. Ключевая особенность - сращивание тела и гаджетов и других компонентов (имплантация). Важнейшими проблемами киборгизации с позиций философии являются проблемы самоидентификации киборга как личности, становление его самосознания, восприятия мира и управление этим процессом. По мнению философов, занимающихся этими проблемами, процесс самоидентификации для киборгов может значительно отличаться от самосознания обычных людей.

В зависимости от того, какой процент живых тканей заменен искусственными, человек может воспринимать себя не тождественно с другими людьми. Как следует из всего вышеперечисленного, человек, как существенно крайне гибкое в адаптациях и изменениях, всегда стремится к совершенствованию окружающей среды и самого себя. Человек способен эволюционно, вследствие долгих естественных совершенствований, изменяться, а также может подстроиться и революционно благодаря новым медицинским технологиям, которые не только способны лечить до недавнего времени трудноизлечимые либо вообще не поддающиеся лечению заболевания.

К таким достижениям относится замена утерянных частей тела на высокотехнологические протезы, способные почти полностью возместить потерю конечности. Кроме того, существует трансплантация и целых внутренних органов, и систем. Нужно сказать, что технологии и развитие человека не стоят на месте и рано или поздно человечество достигнет едва ли постижимых нынешними людьми высот развития и какой - то вариации бессмертия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демиденко, Э.С. Философия социально-техногенного развития мира [Электронный ресурс]: статьи, понятия, термины / Э.С. Демиденко, Е.А. Дергачева, Н.В. Попкова. – Брянск: БГТУ; М.: Всемирная информэнциклопедия, 2011. – 388 с.

2. Франческа Феррандо. Философский постгуманизм / пер. с англ. Д. Кралечкина; под науч. ред. А. Павлова; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. – 360 с.

3. Постчеловек // URL: https://transgumanizm.fandom.com/ru/wiki/Постчеловек (дата обращения: 28.11.2023.

УДК 316.354

Студ. Н.Д. Тумаш
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

СЕМЬЯ КАК ЦЕННОСТЬ В ФИЛОСОФСКОМ ОСМЫСЛЕНИИ

Вопросы семьи, брака всегда вызывали живой интерес, именно в семье формируются ценностные установки, в семье ребенок учится, как надо относиться к себе, к окружающим, к миру. Первые жизненные уроки мы приобретаем именно в семье. Семья является уникальным институтом становления личности, который нельзя заменить никакой другой социальной группой. Проблемы семьи рассматривают философы, психологи, социологи, педагоги и др. Одни авторы считают, что мы – современники преобразования семьи, другие уверены, что происходящие сегодня в этом институте процессы негативны. В настоящее время многие социологи, демографы, психологи отмечают влияние отрицательных изменений в семье на нравственное, этическое состояние всего общества, на динамику народонаселения. Исследования философов, в том числе осмысление историко-философского материала, способны создать целостную картину взглядов на семейно-брачные взаимоотношения. При философском подходе семья характеризуется как сложная форма социальной общности, модель познания мира.

Чтобы взвешенно оценить процессы, происходящие в семье на рубеже XX–XXI веков, необходимо глубоко изучить научный и философский подход к семье, при котором семью рассматривают как особый институт социализации.

Семья – один из важных социальных институтов, в котором отражены тенденции развития всего общества. Семья является основополагающим институтом социализации личности, исторической трансляции морально-нравственных, культурных ценностей. Выдающийся философ В.В. Розанов отмечал: «Семья – ближайшее и самое дорогое для нас отечество; пространственно – это место самых горячих связей; духовно – это место совершенного идеализма» [1]. Философ считал семейный вопрос основным в общественной жизни. В настоящее время для общества как никогда необходима духовно прочная семья, способная воспитать нравственно и физически здоровую личность. Можно утверждать, что от нравственного здоровья подрастающего поколения зависит и здоровье нации. В процессе культурно-исторического развития менялась как форма семейных взаимоотношений, так и само содержание этих отношений, например, между супругами. Для философско-антропологического и философ-

ско-культурологического анализа важно рассмотреть причины возникновения отдельных форм брака и причины кризиса семьи. Необходимо проследить изменения в современной российской семье, выступающей носителем культурно нравственных ценностей, а также изучение типов брака и семьи в традиционном обществе [2]. Семья является сложным социокультурным явлением. Ее особенность выражается в том, что она способна сфокусировать все аспекты жизнедеятельности человека, а также может выходить на уровни общественной практики: от индивидуального до общественно культурологического. В структуре семьи условно можно выделить три блока взаимосвязанных отношений: 1) природно-биологические; 2) экономические, связанные с ведением общего хозяйства; 3) духовно-психологические, связанные в большей степени с чувствами супружеской и родительской любви, с заботой о детях, о престарелых родителях, с нравственными нормами поведения. Совокупность всех связей в единстве создает семью как особое социокультурное явление, так как близость мужчины и женщины, которая не закреплена в правовом отношении и не связана общностью быта, нельзя назвать семьей.

Семью не следует отождествлять с браком. Брак – это такая форма отношений между мужчиной и женщиной, с помощью которой общество регулирует их супружеские, родственные права и обязанности, упорядочивает их половые отношения. Браку свойственно исторически меняться.

В отличие от брака семью можно представить как более сложную систему отношений, чем брак, так как семья соединяет не только мужа и жену, а также детей и других родных. В связи с этим семью необходимо рассматривать не как брачную группу, а с точки зрения социального института. Рассматривая семью как социальный институт, можно выделить ряд этапов, из которых формируется цикл жизнедеятельности семьи.

Принято выделять несколько периодов этого цикла, но основными среди них можно назвать следующие: 1) вступление в брак; 2) деторождение; 3) окончание деторождения; 4) выделение последнего ребенка из семьи; 5) прекращение жизни одного из супругов. Суть семьи находит отражение в ее функциях – способах проявления ее активности, жизнедеятельности. Во многих обществах принято выделять следующие функции: репродуктивную, воспитательную, хозяйственно-бытовую, экономическую, духовного взаимообогащения, социальную, досуговую, эмоциональную. Соотношение этих функций в каждой семье различно. В том или ином виде они имеют место быть во многих семьях.

В работах известных антропологов и социологов XIX в. Ф. Ле Пле, Л. Моргана, Дж. Ф. Мак-Леннана и др. представлен исторический путь становления семьи. Структурно-функциональный подход, который направлен на поиск общего в различных типах семей, позволил ученым сделать значительный шаг в развитии семьи как социального института. До середины XIX века общество многими философами трактовалось как разросшаяся семья. На семью смотрели как на исходную модель общества, социальные отношения выводились из семейных.

Благодаря заинтересованности ученых к происхождению человечества появляется исторический взгляд на семейный строй. В современном российском обществе находит место ориентированность в большей степени не на семью, а на индивида. Как следствие – малодетные семьи.

Если раньше преобладали интересы семьи, то сейчас – интересы индивида. Существенно снизилось количество детей в семьях. Для типичной современной семьи характерен состав: муж, жена, один ребенок (иногда – двое детей).

Влиянию подвергаются и взаимоотношения между родителями и детьми: решение старших имеют меньший вес в вопросах заключения браков их детьми. Дети со временем перестают чтить и передавать семейные традиции. Утверждение детей в современном обществе может осуществиться без опоры на семейные традиции.

Таким образом, о современной российской семье можно говорить как о продукте социальной эволюции. На смену одной эпохе приходила другая, трансформировались мировоззрение, культурные, нравственные ценности и ориентиры. Вместе с ними менялись и семейные взаимоотношения: положение женщины в семье, отношения родителей и детей. Несмотря на видоизменения, коснувшиеся российской семьи в последние годы, этот социально значимый институт существенно не изменился. Семья есть и остается важнейшим для человека институтом становления личности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалевский М.М. Очерк происхождения и развития семьи и собственности. – М.: Либроком, 2011. -162 с.

2. Невлева И.М. Социально-экономические и функциональные особенности современной семьи в России // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права: Международный научно-теоретический журнал. – 2012. – № 4 (44). – С. 53–57.

УДК 340.12

Студ. Р.Е. Янч
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

ТРАНСГУМАНИЗМ: ДОБРО ИЛИ ЗЛО?

Трансгуманизм однажды назвали самой опасной идеей в мире. Но, может быть, его стоило назвать самой прекрасной или самой естественной идеей? Во всяком случае, появление трансгуманизма подготовлено всем ходом научно-технического и культурного прогресса и открывает перспективы удовлетворения самых сокровенных, самых глубинных желаний человека. Трансгуманизм – современная философская доктрина, утверждающая, что человек не сохраняет свои природные качества по мере своего развития и под действием генной инженерии превращается в существо, подобное вещи, которое в зависимости от обстоятельств имеет различные интеллектуальные, креативные, физические и другие свойства. По определению пропагандистов трансгуманизма, он представляет собой «рациональное, основанное на осмыслении достижений и перспектив науки, мировоззрение, которое признает возможность и желательность фундаментальных изменений в положении человека с помощью передовых технологий с целью ликвидировать страдания, старение и смерть и значительно усилить физические, умственные и психологические возможности человека» [1]. Трансгуманизм как философская концепция подчеркивает важность использования передовых достижений науки и технологий, служащих улучшению умственных и физических возможностей человека. Индивид уже не может быть прежним, когда все социокультурное пространство определено верой в него как в высшее разумное существо. Вера в человека настолько безгранична, что можно усомниться в необходимости религии, а, следовательно, и существования Бога. Вхождение сверхтехнологий в современное социокультурное пространство преследует несколько целей и задач: создание комфортной среды для человека, удовлетворение его жизненных потребностей в удобстве и красоте, но также и реализацию установки глобального контроля за каждым из нас, осуществление трансформации неживого в живое в трансплантологии, искусственного – в живое, в протезировании и т.д. Современный человек переходит в разряд сверхчеловека, становясь подконтрольным киборгом, а общество выкупает его свободу за определенные бонусы, дивиденды и блага. Идеи, в той или иной степени близкий к трансгуманизму, высказывались задолго до возникновения данного понятия. Собственно, желание совершенствования человеческого тела, и, как следствие, возможность бессмертия,

существовали в человеческой культуре на протяжении всей истории. Так, стремление к бессмертию мы находим в древнем шумерском «Эпосе о Гильгамеше», созданном более 2000 лет назад, где усилия главного героя направлены на поиски «эликсира жизни» - травы, растущей на дне моря, способной предотвратить старение и смерть. В средневековой Европе в роли жизненного эликсира выступал философский камень, непременный атрибут алхимических превращений металлов в золото, создания гомункулов в пробирках и изобретения панацеи. В конце XIX в. идея эволюции человека активно продвигает Ф. Ницше. Он был уверен, что в конце концов человек сможет подняться над собой, над своей конечной биологической сущностью, перейдя от запуганного религиозными догмами существа к сильной сверхъестественной сущности. Дж. Хаксли ввел в научный оборот термин «трансгуманизм». Существует предполагаемая эволюционная триада «человек-трансчеловек-постчеловек». Трансчеловек – это существо промежуточное, этапное, несущее в себе все родовые признаки «несовершенного» человека [2]. В качестве постчеловека, вы будете обладать умственными и физическими возможностями, превосходящими возможности любого не модифицированного человека.

Основными направлениями трансгуманизма являются: 1) управление геномом человека и борьба со старением; 2) киборгизация – создание искусственных органов; 3) перенос сознания человека на другие носители; 4) крионика – заморозка тел для их оживления и исцеления в будущем, более продвинутой медициной; 5) нейрокомпьютерный интерфейс, который предполагает создание системы обмена информацией между мозгом и компьютером для увеличения возможностей человеческого мозга; 6) управление чувствами человека с помощью: анксиолитиков, анальгетиков, энтактогенов, антидепрессантов должно возникнуть в процессе воспеваемых трангуманистами преобразований, будет иметь явно нечеловеческий характер, что можно назвать злом.

Таким образом, можно сказать, что каждый из нас может сам выбрать, является ли для него идея трансгуманизма добром или злом, потому что все мы рассматриваем перспективы трансгуманистических идей по-разному.

ЛИТЕРАТУРА

1. Луков, В. А. Трансгуманизм / В.А. Луков // Знание. Понимание. Умение. – 2017. – № 1. – С. 245-252

2. Миллер, В. И. Трансгуманизм как явление современной культуры (на примере творчества В. Пелевина) // Общество: философия, история, культура. – 2023. – № 5. – С. 89–93.

УДК 177

Студ. Е.Г. Антипова, О.М. Доминецкая, Е.А. Марковская
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

СОЦИАЛЬНАЯ СПРАВЕДЛИВОСТЬ

Тема социальной справедливости является одной из наиболее актуальных и обсуждаемых в современном обществе. Социальная справедливость представляет собой концепцию, основанную на идее равенства возможностей, уважения прав и свобод каждого человека, а также справедливого распределения ресурсов и вознаграждения труда. Основной принцип социальной справедливости заключается в обеспечении равных возможностей для всех членов общества независимо от их социального статуса, расы, пола или иного признака. Целью социальной справедливости является создание условий для того, чтобы каждый человек мог реализовать свой потенциал, достичь успеха и благополучия.

В основе социальной справедливости лежит принцип солидарности и ответственности общества за благополучие всех его членов. Это означает, что общество должно заботиться о тех, кто находится в неравном положении, обеспечивая социальную защиту, доступ к образованию, здравоохранению, жилью и другим основным потребностям. Ключевыми инструментами реализации социальной справедливости являются государственная политика, законы, социальные программы, а также участие гражданского общества и добровольческих организаций.

Важным аспектом является также борьба с дискриминацией и неравенством, а также создание условий для устойчивого и сбалансированного развития общества. В данной работе будут рассмотрены вопросы реализации социальной справедливости в различных сферах общественной жизни: политике, экономике, бизнесе и общественном сознании. Философско-политическая теория Дж. Ролса представлена в его работах «Теория справедливости» (1971) и «Политический либерализм» (1993). Первая соотносилась с проблематикой плюрализма и отстаивала «негативную свободу» И. Берлина, а вторая представляла свой ответ на позиции коммунитаризма, которые, в свою очередь, были во многом реакцией на воззрения, утверждаемые в «Теории справедливости», обозначаемой как «парадигма теорий социальной справедливости».

Базовая позиция Дж. Ролса: «Справедливость является важнейшим достоинством социальных институтов, подобно тому, как истина является важнейшим достоинством систем мысли. Теория, сколь бы

элегантной и емкой она ни была, должна быть отвергнута, если не выражает истину. Сходным образом, законы и институты, сколь бы эффективными и упорядоченными они ни были, должны быть реформированы или отброшены, если они не являются справедливыми» [1]. Теория справедливости представляет собой субстанциальную политическую философию.

В общем плане «теория справедливости» утверждает единое видение благого общества. Философско-политическая теория Дж. Ролса обосновывает возможность равной свободы, а также возможность распределения всех прочих благ таким образом, что укрепляет надежды тех, кто в меньшей мере, чем другие, преуспел в конкурентной социальной борьбе. Такая фундаментальная установка получает формальное и полное обоснование.

Первый принцип. Всякий индивид должен обладать равным правом на наиболее полную систему равных базисных свобод, совместимую со схожей системой свободы для всех. *Второй принцип.* Социальные и экономические неравенства должны быть устроены таким образом, что они окажутся: а) способными обеспечить наибольшие преимущества для наименее успешных, причем в соответствии с принципом справедливых накоплений; б) увязанными с позициями, доступными для всех в условиях справедливого равенства возможностей.

Философско-политическая концепция Майкла Уолцера. В противоположность Дж. Ролсу М. Уолцер считает, что не существует четко очерченного множества «базовых благ», которые можно распределять исходя из единых критериев распределения. Блага обладают «социальными значениями», которыми и следует руководствоваться, определяя правила распределения. Распределение социальных благ должно осуществляться в отделенных друг от друга «сферах». Они должны быть автономными, поскольку их разделенность способна служить препятствием чрезмерному накоплению благ, выходящих за пределы различных отдельных сфер. [2]

Основы рассмотрения понятия справедливости в российском обществе заложены основателем советского государства В.И. Лениным. В его работах понятие «справедливость» обсуждается в трех взаимосвязанных контекстах: во-первых, это критика несправедливого характера социального устройства русского общества и раскрытие того, каким образом правящим классам удается поддерживать и сохранять несправедливый социальный порядок; во-вторых, это определение способов восстановления справедливости в обществе, и в-третьих, это определение справедливости применительно к будущим

социалистическому и коммунистическому обществам. Согласно К. Марксу и Ф. Энгельсу, справедливость всегда представляет собой лишь идеологизированное, вознесенное на небеса выражение существующих экономических отношений либо с их консервативной, либо с их революционной стороны. Несправедливый характер социального порядка обнаруживается и в системе налогообложения, основу которой составляли косвенные налоги, потому что бедным гораздо тяжелее платить их, чем богатым. Чем богаче человек, тем меньше он платит из своих доходов косвенного налога.

В книге «Социальная справедливость и город» Дэвид Харви рассуждал о неравенстве социального распределения в городе и за его пределами. Так же он рассуждал о том, как решить эти проблемы.

Во второй главе автор подходит к вопросу о неравенстве и перераспределении реального дохода в городе. Он заключает, что городской планировщик может влиять на процессы, происходящие в городском сообществе, усиливать власть определенных групп, перераспределять доходы в городе. Социальная политика в городе должна, считает Харви, быть нацеленной на перераспределение доходов в городе для снижения уровня неравенства, однако через различные «скрытые механизмы» социальная политика может, напротив, усиливать неравенство [3].

В третьей главе автор рассуждает о такой серьезной теоретической и практической проблеме, как справедливое распределение ресурсов. Он приводит в пример много способов, благодаря которым мы способны оценивать вклад в общее благо для того, чтобы потом на основании этого справедливо распределять ресурсы.

Харви приходит к выводу о том, что распределение дохода, должно отвечать следующим критериям: удовлетворение потребностей населения; распределение ресурсов для максимизации эффекта мультипликатора для взаимодействия между регионами; дополнительные ресурсы нужно распределять для нейтрализации влияния специфических условий территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ролз, Дж. Теория справедливости. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 36 с.

2. Кочеткова, Л.Н. Философский дискурс о социальном государстве. – М.: Алетейя, 2018. – 78 с.

3. Харви, Дэвид Социальная справедливость и город. – М.: Прогресс, 2011. – 51 с.

УДК 1;001.8:004,8

Студ. А.П. Антошкина
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

СТРАХ КАК ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА СУЩЕСТВОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Страх является одной из базовых эмоций, место которой в структуре человеческой психики определяется его эволюционной ролью. Страх служит выживанию человека, с его помощью человек обучается избегать опасностей, предотвращать их. Эта функция страха в большей или меньшей степени отмечалась многими философами, которые обращались к вопросу о сущности и свойствах страха.

Для определения понятия страха, необходимо рассмотреть концепции современных авторитетных исследователей. Норвежский философ и культуролог Л. Свендсен в своей работе исследует феномен страха с позиции разных наук: культурологи, психологии и философии. Данный анализ имеет междисциплинарный характер и эффективно может рассмотреть феномен с разных точек зрения. Явление страха укоренено в самой человеческой природе, поэтому страх проявляется как во внутренней психологической области человека, так и во внешнем социальном пространстве. Страх ассоциируется именно с острым, подавляющим чувством, мотивированным опасностью предмета страха. Психологическое объяснение может оказаться надежной основой для рассмотрения страха с других позиций.

Страх – это чувство тревоги, вызванное возможным столкновением с опасностью, которое несет в себе потерю значимых ценностей для того, кто испытывает страх. Одна из особенностей чувства страха – интенциональность, оно направлено на конкретный предмет, страх – это страх чего-то. Он является мотивом к защите от опасного предмета. Человек реагирует бегством или сознательной отстранённостью от предмета страха. Суть страха в представлении отрицательного исхода ситуации и потерей ценностей, значимых для человека. Очень важный аспект для понимания чувства страха заключается в том, что страх находится в возможности и, по сути, предметы страха являются несовершенными действиями. Предмет страха полностью располагается в будущем, а чувство отсутствия безопасности терзает человека в настоящем. Формально, в страхе отсутствуют объективные причины боязни. Даже самые актуальные предметы страха, находятся в не твёрдой причинно-следственной связи, а оставляют место надежде. Потому что страх угрожает потере ценностей, то есть человек еще как минимум, надеется на сохранение важных вещей. Отсюда вытекает

парадокс: если события начинают разворачиваться по самому худшему сценарию, совпадающему с объектом страха, то человек перестает бояться, когда встречается с предметом страха. Таким образом, страх всегда остается в возможности и в неопределённости исхода событий. Страх порождает риск, и наоборот - риск порождает страх. Риск – это обозначение опасности поступка, но с акцентом на возможный благополучный исход. Риск связан со следствием столкновения с объектом страха, а не с фактом возможности. Психологическое объяснение страха, оставляет без внимания вопрос смысла существования такого состояния в человеческом существе. В этой связи, необходимо рассмотреть исследование датского философа С. Кьеркегора.

С. Кьеркегор – известный мыслитель, рассматривал страх как одну из философских категорий. Стоит отметить, что философия Кьеркегора религиозно ориентирована, поэтому рассмотрение данного чувства будет производиться в контексте интерпретации религиозных заповедей и историй из Библии. В трактате «Понятие страха» философ рассматривает страх «психологически» – объясняя его мотивационные механизмы, но это рассмотрение разворачивается на основе представления страха как категории человеческого существования, связанной с христианским догматом о грехопадении. Стоит отметить, что Кьеркегор использует разделение страха на два вида: обычный страх-боязнь, вызываемый внешней причиной (Furcht), и безотчетный страх-тоску, страх-ужас (Angst).

В своем трактате он говорит о глубоком страхе (Angst). Это фундаментальный страх, возникающий в человеке в момент экзистенциального кризиса и затрагивающий его мироощущение и мировосприятие, в отличие от конкретного страха, он не имеет предмета, этот страх. Человек, захваченный Angst, иногда даже не может догадаться, что он испытывает именно глубинный страх по отношению к своему бытию. Он может осознавать, что у него появилась огромная апатия, а его жизнь и усилия кажутся никчемными, у него часто просыпается тоска – это симптомы глубинного страха. Это усугубляется тем, что такой страх, на первый взгляд, беспредметен, и соответственно он не направлен даже на будущее. Это не страх возможного причинения зла, а страх, находящийся в реальности, страх человека перед «ничто», чистой возможностью. По смысловому переводу, Angst ближе к понятию тревоги – чувства, сопровождающегося некоторой озабоченностью о том, что данная жизненная установка или способ жизни – ненужный, неуместный.

Страха возникает в невинности, в самый последний момент перед грехопадением. Так как в человеке есть часть от мира божествен-

ного, то он испытывает страх, за совершение греха, как за недолжное деяние.

Таким образом, у человека появилась возможность выбора поступков, а значит и свобода. Так как грех уже есть и человек греховен, то страх распространяется при принятии любых решений в свободе. «Страх – это головокружение свободы, а свобода заглядывает вниз, в свою собственную возможность, хватаясь за конечное, чтобы удержаться на краю. В этом головокружении свобода рушится» [1]. Страх появляется при выборе, потому что человек начинает бояться совершить грех, выбрать неправильное действие, пасть еще ниже. Этот вид страха является беспредметным, в силу чего он не может быть использован как довод в пользу морально-негативного исхода ситуации.

Если говорить об современном обществе, то страх становится преобладающей эмоцией. Возникает целая культура страха. Культура, построенная на иллюзорной опасности повседневных предметов или возможных глобальных катастроф. Преобладающий страх в таком обществе является предметным, он подлежит скорее психологическому или культурологическому объяснению, нежели чем философскому анализу причины. Современная культура начинает состоять из самых опасных и страшных для человека предметов, причем достоверность риска оказывается неоправданно преувеличенной.

В культуре страха люди отказываются рационально оценивать степень риска: «представление о риске основано не только на своем и на чужом опыте, но и на «чужом не-опыте» [2], т.е. представление о риске основывается не столько на том, что фактически с кем-то произошло, сколько на гипотезах о том, что может произойти». Отсутствие адекватной оценки опасности предметов и будущих явлений возникает из-за информационного типа современного общества, с одной стороны, и технологического прогресса с другой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович Г. Ю. Философский анализ трактата «Понятие страха» датского философа С. Кьеркегора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/filosofskiy-analiz-traktata-ponyatie-straha-datskogo-filosofa-s-kierkegora/. – Дата доступа: 01.05.2024.

2. Васильева Н. А. Феномен страха: онтологический статус и пути преодоления страха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-straha-ontologicheskiy-status-i-puti-preodoleniya-straha/. – Дата доступа: 01.05.2024.

УДК 57.026

Студ. А. Д. Гиль
Науч. рук. доц. П. М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ЦИВИЛИЗАЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Как известно, относительно недавно человечество вышло на общепланетарный уровень развития. Человечество постепенно смогло освоить всю поверхность Земного шара.

Всемирный рынок труда, сырья, промышленной продукции, услуг, капитала и информации, возникший в результате развития индустриального производства в течение последних столетий, связал некогда разрозненные человеческие общества, существовавшие в виде отдельных независимых государств, племен, наций, народностей, в единую всемирную общность людей – человечество [1].

Планета Земля стала единым домом для всех живущих на ней. Возник совершенно особый исторический феномен – феномен всемирности, или глобальности. Где бы какие события не происходили, они сразу же отражаются на политической, экономической, социальной и других сторонах жизнедеятельности стран и народов, затрагивают интересы всех государств. Это все ведёт к дальнейшей интеграции человеческого общества.

Характерной чертой современной цивилизации является ускорение темпов развития, что придает некую динамичность и стремительность развитию общества в современную эпоху. Такая масштабность преобразований во всех сферах жизнедеятельности общества были бы невозможны без развития науки и техники.

В качестве примера можно отобразить XX век: произошли две мировые войны, социалистическая революция в России, подъем коммунистического движения и образование мировой системы социализма, распад колониальной системы и образование более 100 независимых государств, кризис в странах социализма и распад СССР [2].

Казалось бы, такое стремительное развитие не несет никаких негативных последствий. Однако, небывалые темпы прироста населения, урбанизация, индустриализация, новый этап НТР, развитие широких международных связей – все это ставит перед человечеством ряд сложных и порой трудноразрешимых проблем, которые несут глобальный характер (например: различного рода геоэкологические проблемы, социально-экономические (демографические, проблема урбанизации, продовольственная проблема, энергетическая, проблема истощения ресурсов и др.).

Большая часть этих проблем до начала НТР несла лишь локальный характер. На данный момент все эти проблемы затрагивают весь мир, и их решение доступно лишь только с совместными усилиями всех стран и государств нашей планеты. Однако выше были затронуты лишь сферы материального производства и отношения между обществом и природой.

Научно-технический прогресс порождает противоречия и духовной жизни. Во многом обесценивается улучшение материальных условий жизни, прогресс науки, техники, не сопровождающийся прогрессом в сфере человеческих отношений, в духовной, нравственной жизни людей, а если он сопровождается кризисными явлениями, деградацией в этой области человеческой деятельности, то сомнительна сама постановка вопроса об общественном прогрессе [3].

Великий гуманист современности А. Швейцер писал: «Роковым для нашей культуры является то, что ее материальная сторона развивалась намного сильнее, чем духовная. Восторгаясь успехами науки и практики, мы пришли к ошибочной концепции культуры. Мы переоцениваем материальные достижения и не признаем значения духовного начала в той мере, в какой следовало бы. Культура, развивающая лишь материальную сторону без соответствующего прогресса духовного, подобна кораблю, который, лишившись рулевого управления, теряет маневренность и неудержимо мчится навстречу катастрофе» [4].

Из этого следует: для людей важна только материальная составляющая жизни, а именно личный комфорт, что не даёт развитию духовности и сохранения определённых моральных ценностей.

В сознании многих наших современников перевернута система ценностей. На первом месте - материальное благополучие, деньги, карьера, власть. Стремление к материальным благам естественно, но когда оно становится смыслом жизни и единственной целью, то это ведет к деградации общества. Из отношений людей, поставивших смыслом жизни достижение материальных благ, и не объединенных никакими высокими идеалами, уходит любовь, дружба, взаимопомощь, милосердие, сострадание. Все строится на голом расчете, люди рассматривают друг друга как средство достижения своих корыстных целей.

Человечество в настоящее время находится, говоря языком синергетики, в опасной бифуркационной ситуации. Реальной является как возможность дальнейшего развития современной цивилизации, так и ее общая гибель. Продлить существование человечества можно, лишь перейдя к управляемому развитию. Если недавно приоритетное

место среди глобальных проблем занимала проблема предотвращения мировой термоядерной войны, то сегодня в связи с исчезновением вооруженного противостояния двух гигантских военно-политических блоков, на первое место выходит необходимость решения экологических проблем [5].

Осознание этого факта приводит к концепции экологически приемлемого развития. Эта концепция является исходной для позиции Римского клуба - международной организации, созданной в 1968 году для анализа особенностей развития современной цивилизации [6].

Сами по себе научные, правовые, политические и социально-экономические способы смягчения экологической ситуации при всей их важности и необходимости будут мало эффективны до тех пор, пока не сформируется новое экологическое сознание, новые нормы отношения к природе. То, что было допустимо в прошлом, уже недопустимо сегодня.

Человек должен почувствовать себя членом планетарного сообщества и отказаться от опасной антропоцентрической установки на господство над природой.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хабермас Ю. Модерн – незавершенный проект // Вопросы философии. – № 4, 2013 г. – С. 40-52.

2 Маслянка Ю.В. Система образования в условиях ценностно-смыслового кризиса: философский анализ. – Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология, вып. 1, 2018 г. – С. 36-44.

3 Плотников В.И. Плюрализм в философии как онтологическая проблема // Эпистемы: альманах. - Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького. Екатеринбург, 2014 г. – С. 5-15.

4 Шохин В.К. Философия ценностей и ранняя аксиологическая мысль. - М.: Изд-во РУДН, 2016 г. – С.321-327.

5 Каган М.С. Теоретические проблемы философии. Избранные труды: в 2 ч. Часть 2. – М.: Юрайт, 2018 г. – С.148-152.

6 Стёпин В.С. Генезис научного познания. Специфика научного познания // Цивилизация и культура. – СПб.: СПбГУП, 2011 г. – С. 101-120.

УДК 101.1:316

Студ. А.А. Ефимова
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

ФЕНОМЕН ОБЩЕСТВА ПОТРЕБЛЕНИЯ – КАК ПРОЯВЛЕНИЕ КРИЗИСА СОВРЕМЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

Потребление – использование продукта в процессе удовлетворения потребностей. В экономике потребление приравнивается к приобретению *благ* или *услуг*. Потребление становится возможным вследствие получения *дохода* или *траты* сбережений. Однако данный феномен можно не только рассчитать в цифрах, но и выявить закономерности протекания этого процесса, а также рассмотреть различные аспекты потребительского поведения членов общества, одним из которых является культура потребления. Именно культура потребления выступает регулятором потребительского поведения индивидов, но прежде чем понять сущность данного явления, мы истолкуем само понятие.

Если рассматривать данный процесс с этимологической точки зрения, то по смыслу «потребление» имеет близость с понятиями «нужный, полезный», то есть предполагает наличие у объекта потребления определенных, фактически наличествующих полезных качеств. Но сегодня потребление во многом – система ценностей и идей, сводящих жизненные смыслы к удовлетворению материальных интересов. Удовлетворение потребностей, самых разных, выступает стимулом человеческой деятельности [2, с.2]. На протяжении двух последних столетий быстрый рост материального благосостояния впервые в истории обеспечивает людям комфортабельный уровень потребления, но, вместе с тем, создает явление, обозначаемое термином «потребительство».

В потреблении, выходящем за рамки борьбы за физическое существование, в различной степени участвует подавляющее большинство населения. За последние 40 лет личные расходы на товары и услуги во всём мире возросли. В торговле и сфере обслуживания главную роль начинают играть крупные торговые центры и супермаркеты. Широкое распространение приобретает посещение магазинов и покупки, которое «создает возможность связи различных форм потребительской деятельности, немаловажными из них являются шопинг, флирт с предметами, игровое блуждание и комбинирование возможностей» [1, с.8]. Революция в сфере коммуникаций (распространение интернета, сетей мобильной связи) приводит к образованию нового информационного пространства и расширению сферы общения. При-

чём доступ к этому пространству и участие в общении становятся платными услугами, невозможными без наличия посредника (провайдера). Экономическая система тесно переплетается с культурой потребления. Бизнес производит такие феномены культуры, как вкусы, желания, ценности, нормы поведения, интересы. Важную роль в этом играет реклама, проникающая в самые глубокие слои сознания. Конкуренция производителей порождает конкуренцию потребителей. Человек в обществе потребления стремится потреблять так, чтобы, с одной стороны, быть «не хуже других», а с другой – «не сливаться с толпой». Индивидуальное потребление отражает не только социальные характеристики потребителя, являясь демонстрацией его социального статуса, но и особенности его индивидуального образа жизни. Появляется развитая система кредитования, банковские карточки, дорожные чеки, карты постоянных покупателей и тому подобное. Всё это ускоряет процесс принятия решения при покупках.

Достоинства общества потребления. *Обеспечивает экономическую и политическую стабильность:* способствует возникновению хорошего и ответственного правительства, способствующего долгосрочной социальной стабильности, необходимой для общества; *Мотивирует людей:* производители имеют стимул совершенствовать и создавать новые товары и услуги, что способствует прогрессу в целом; - высокие потребительские стандарты являются стимулом для зарабатывания денег и, как следствие, упорной работы, продолжительной учёбы, повышения квалификации; *Делает людей спокойнее и терпимее:* удовлетворение базовых потребностей большей части населения; потребительские мотивы поведения смягчают национальные и религиозные предрассудки, что способствует снижению экстремизма, повышению терпимости. Кроме того, человек в обществе потребления, как правило, менее склонен к риску.

Недостатки общества потребления. *Делает человека зависимым от вещей:* не потребность вынуждает людей приобретать товары, а наличие этих самых товаров, реклама и пример окружающих заставляют тратить деньги. Причём покупка может быть абсолютно бесполезной, а удовольствие от приобретения лишь сиюминутным; маркетинг формирует вкусы, желания, ценности, нормы и интересы людей. Например, рисует образы идеальной семьи, родителей, детства, молодости и жизни в целом. Реклама окружает человека везде: от листовок на остановке до баннеров на интернет- сайтах. При этом она подстраивается под потребителя, меняется вместе с ним. И тот постепенно перестаёт замечать, как его нужды и вкусы начинают прямо зависеть от рекламы. *Сводит на нет практическую ценность*

вещей: она заменяется на потребительскую и демонстративную, когда товар покупают не за утилитарные свойства, а за возможность похвастать дорогим продуктом. «Именно наша социальная логика обрекает нас на роскошную и зрелищную нищету» [1, с.96]. *Обесценивает результаты труда и учёбы:* основной целью индивидуума становится потребление, а упорная работа, учёба, повышение квалификации представляют собой лишь побочный эффект. О развитии и самореализации в таком случае речи не идёт. *Вредит природе:* основой общества потребления являются природные ресурсы, большинство которых относится к невосполнимым. *Лишает чувства личной ответственности:* снижается юридическая ответственность отдельного человека. Так, например, за загрязнение окружающей среды выбросами заводов санкции можно предъявить только производителю, но не потребителю товаров, при производстве которых происходило загрязнение. Потребитель лишь оплатит более высокую цену, но не будет считаться нарушителем закона или заказчиком преступного деяния. *Кризис общества:* моральные ценности общества потребления отрицают необходимость всестороннего умственного, нравственного и духовного развития человека. Это ведёт к оболваниванию людей, деградации их как личностей, упадку массовой культуры; расхождение с религиозными догмами и разрушение душевного и физического состояния человека земными страстями. Таким образом, потребление постепенно превращается в идеологию, при которой происходит направленное формирование потребностей с целью их увеличения, что становится одним из наиболее действенных инструментов манипуляции общественным сознанием. Создается ситуация замкнутого круга: потребление опережает потребность – потребности формируются с целью увеличения потребления. В результате, потребление становится чуть ли не целью и смыслом человеческого существования. Подводя итог вышесказанному, следует обратить внимание на то, что современное общество не должно позволить идеологии потребления занять лидирующие позиции в умах и сознании человечества. Потребление материальных благ должно быть не целью и смыслом жизни человека, а всего лишь средством его творческой самореализации и удовлетворения духовных потребностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общество потребления. Его мифы и структуры / Пер. с фр., послесл. и примеч. Е. А. Самарской.– М.: Республика; Культурная революция, 2006.– 269 с.

2. Система вещей / Ж. Бодрийяр; [пер. с фр. С. Н. Зенкина). М.: РИПОЛ классик, 2020. – 256 с.

УДК 17.035.1

Студ. Т.А. Кисель
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

АЛЬТРУИЗМ: ПРИРОДА И ЗНАЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Термин «альтруизм» появился только в XIX веке. Его ввел в науку философ и социолог Огюст Конт, подразумевая под этим словом жизнь ради других как принцип высокой нравственности. Конт отвергал религиозное великодушие, потому что оно, по мнению философа, имело эгоистичную цель спасения души. Сама религия ограничивает альтруизм и обвиняет его в излишнем человекоугодии. Живя по принципу «жизнь для других», человек забывает, что в первую очередь обязан жить и служить во имя Бога и следовать его заповедям. И любовь в христианстве необходимо проявлять не к самому человеку, а к Богу, который находится в человеке. Альтруизм (с лат. Alter – другой) предполагает бескорыстные действия одного субъекта, направленные на устранение проблем другого человека, лишенные эгоистических помыслов.

Подлинный альтруизм всегда связан с отказом от собственных интересов и личной выгоды. В начале XX века феномен изучался уже не только философами и социологами, но и психоаналитиками, этологами и эволюционистами. Научная теория Дарвина гласит, что выживают и эволюционируют те особи, которые лучше всего приспосабливаются к обстоятельствам. То есть не те, кто наиболее силен физически, а те, кто может изменять свои качества, адаптироваться к неблагоприятным факторам. Но альтруизм – это не чисто человеческая черта. Млекопитающие и другие животные тоже в той или иной степени демонстрируют альтруизм. Многочисленные исследования и наблюдения подтверждают наличие альтруизма у человекообразных обезьян и других приматов. Один из самых известных примеров альтруизма у животных – это случай спасения тюленя горбатым китом от касаток. На этот счет существует как минимум две объясняющих теории: родственный отбор объясняет, что животные будут проявлять альтруизм по отношению к членам своей родственной группы, таким образом способствуя распространению своих генов. Но родственный отбор не может объяснить, почему горбатые киты помогают представителям другого вида; теория взаимности (реципрокности) подразумевает помощь вероятнее будет оказана тем, кто помог в прошлом или может помочь в будущем (ведь тюлень никак не может помочь киту).

Причины альтруизма кроются не в обеспокоенности справедливостью и нормами морали, которые присущи только людям, а из эмо-

циональных процессов более низкого уровня, которые люди разделяют со многими другими животными. Альтруизм противоположность эгоизму, он проповедует человеколюбие, способность к самоотречению, действие во имя блага и добра в обществе. Терзания совести в случае нравственного несовершенства являются единственным побуждающим мотивом к каким-либо свершениям индивида. Совесть как механизм регуляции человеческих отношений, не позволяет нам спокойно совершать то, что приносит страдание другим людям. Представления о добре и зле, сформированные в детстве, влияют на людей всю последующую жизнь. Человек, бескорыстно заботящийся об окружающих, живет согласно золотому правилу нравственности, принятие морального закона не позволяет ему руководствоваться эгоистическими желаниями и личной выгодой. Альтруизм не мыслим без уважения, справедливого отношения и соучастия к другому субъекту. Примерами такой деятельности в современном мире могут выступать некоммерческие организации, волонтерские объединения, благотворительные фонды. Чем больше в социуме проявляется взаимопомощь, тем наиболее вероятно увидеть в будущем общество, реализующее этические принципы гуманизма. Выделяют ряд причин, которые побуждают человека улучшать положение другого индивида. Во-первых, это желание действовать в соответствии с общечеловеческими ценностями и представлениями о нравственности; во-вторых, приобретение полезных контактов в ходе взаимодействия с людьми; в-третьих, повышение самооценки в своих глазах; в-четвертых, получение одобрения от общества; в-пятых, избавление от чувства вины и уход от личных проблем. Подлинный альтруизм легко начинается с эмпатии, испытывая сострадание человек ощущает душевный дискомфорт и начинает действовать, подавляя в себе эгоистические мотивы. Плюсы альтруистическое поведение довольно очевидны, но без минусов тоже не обойтись. В качестве примера можно привести несколько негативных эффектов альтруизма:

1. Альтруистом легко манипулировать. Такие люди принимают переживания других близко к сердцу и не всегда отличают случаи, когда их добротой пользуются в корыстных интересах.
2. Иногда альтруизм превращается в пренебрежение собственными интересами. Человек жертвует своим здоровьем, социальными или финансовыми потребностями, чтобы посвящать время заботе о ближних.
3. Альтруистическое поведение может быть опасным для жизни, когда человек постоянно рискует собой, спасая других (напр., во

время чрезвычайных ситуаций, стихийных бедствий, боевых действий).

4. Заядлые альтруисты, у которых в приоритете только лишь помощь окружающим, могут регрессировать в тех сферах, которые необходимы для гармоничного развития личности.

Чтобы избежать побочных эффектов альтруизма, нужно периодически спрашивать себя, какие задачи на текущем жизненном отрезке важно выполнить, чтоб состояться как личность и не упустить нужный момент для их реализации. Полезно также задумываться, прежде чем броситься помогать всем нуждающимся, могут ли они справиться со своими проблемами самостоятельно; если нет – как снизить степень вашего участия в этом процессе.

Иногда нужно научиться говорить нет, если вы чувствуете, что отказ от планов в пользу чужих интересов вызывает дискомфорт и разочарование. Необходимо воспитывать альтруистические настроения, объяснять людям какую огромную помощь они могут оказывать, потратив на это лишь несколько минут своего времени. При этих обстоятельствах люди станут позиционировать себя, как заботливых и склонных к помощи, что, в свою очередь, благоприятствует совершению новых альтруистических поступков. Распространяя знания о данном социальном феномене, возможно научить общество воспринимать нужды других людей и реагировать на них и относиться к жизни каждого человека в соответствии с принципами светского гуманизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долголаптева К. Добро без лукавства: что такое альтруизм и как ему научиться. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – https://www.forbes.ru – Дата доступа: 22.03.2024 г.

2. Михневич Ю, Нечаева А. Горбатые киты против косаток. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elementy.ru – Дата доступа: 01.05.2024

УДК 128

Студ. И. М. Сенчило
Науч. рук. доц. П.М. Бурак
(кафедра философии и права, БГТУ)

СМЫСЛ ЖИЗНИ – КАК ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

Проблема смысла жизни - одна из важнейших проблем психологии. Смысл жизни – это важный ориентир, определяющий поведение и направляющий судьбу человека. Суть данного понятия заключается в отношении личности к себе и к обществу, к пониманию своего места в обществе и к осмыслению социального значения своей деятельности. По мнению Франкла этот вопрос в явном или не явном виде присущ самой природе человека. Сомнения отражают истинно человеческие переживания, они являются признаком самого человечного в человеке. Только человек обнаруживает проблематичность своего бытия. Это способность сомневаться в значимости собственного существования значительно больше выделяет человека среди животных, чем такие его достижения, как прямохождение речь или понятийное мышление. Сегодня люди страдают не столько от чувства неполноценности, сколько «от глубинного чувства утраты смысла, которое соединено с ощущением пустоты» [1]. Франкл утверждал, что стремление найти смысл жизни – это основная мотивационная сила человека. Франкл верил, что человек способен пережить самые разные лишения; но если его жизнь лишена смысла, то он обречен. Человек, не зная ни того, что ему нужно, ни того, что он должен, человек утратил ясное представление о том, чего он хочет. В итоге он либо хочет то, чего хотят другие, либо делает то, чего хотят от него. Сущность человека стремится выйти в объективный мир для своей реализации, стремится трансцендировать себя. Для осуществления этой самотрансценденции сущность человека все время будет напоминать ему о самой себе вопросом о смысле жизни, который в конечном счете должен быть адекватным сущности человека. Франк критически относится к идее самореализации человека как к главной цели, как к смыслу человеческого бытия. Одним словом, жизненная задача человека – реализовать объективный смысл, заложенный в объективной ситуации. Именно объект предлагает смысл, который является своеобразным вызовом человеку, и человек должен принять данный вызов.

Человек может изменяться, но не терять себя, оставаться верным себе, своей сущности, своей самости. Пределы изменяемости различны. Можно измениться до неузнаваемости, потерять свою идентичность и превратиться в зомби либо в живой труп. Человек, яс-

но осознающий смысл жизни, четко играет ту роль в обществе, которую он определил сам себе и условия окружающей действительности. Путь к смыслу жизни труден потому, что это не выбор из списка. Но, видимо, только современная эпоха, дополнившая индивидуальную конечность зримой всеобщей смертью, сможет, наконец, заполнить, по крайней мере, для времени глобальных проблем. В направлении превращения каждого человека в единомышленника при разрешении проблем современности не обойтись без системной работы дошкольных учреждений, всех учебных заведений, средств массовой информации, реформирования системы образования с учетом обновленных воспитательных целей, признания образования самой приоритетной сферой общественной жизни, без космополитической ментальности в основе политической культуры, сочетающей ценность национального и интернационального.

ЛИТЕРАТУРА

1. Франкл. В. Человек в поисках смысла. – М.: Прогресс, 1990. – 42 с.

УДК 676.017.4

Студ. В.С. Савастюк, В.В. Климчук
Науч. рук. проф. Н.В. Черная, ст. преп. И.В. Николайчик
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ НА СВОЙСТВА ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Современная тенденция развития целлюлозно-бумажного производства характеризуется наращиванием объемов производства упаковочных видов бумажной продукции, а именно гофрированного картона. Гофрированный картон является самым экономичным методом упаковывания и транспортирования различных товаров. Поэтому он должен обладать повышенными прочностными свойствами. В связи с этим перспективным способом решения этой задачи является применение в композиции бумажных масс вспомогательных химических соединений, повышающих качество готовой продукции [1, 2]. Поэтому в данной работе были исследованы отечественные крахмалы модифицированного и немодифицированного типа.

Были изготовлены образцы бумаги-основы для гофрирования массой 1 м^2 80 г из целлюлозы беленой сульфатной хвойных пород древесины и целлюлозы беленой сульфатной лиственных пород дре-

весины в разном соотношении. Образцы бумажным масс включали в свою композицию модифицированный и немодифицированый крахмалы с расходами 0,25 и 0,35% от а.с.в. Полученные образцы бумаги-основы были испытаны на прочностные и гидрофобные свойства.

Полученные данные свидетельствуют о нецелесообразности увеличения расхода крахмалов по причине отсутствия повышения качества готовой продукции. Также была выбрана наилучшая композиция бумаги-основы, включающая 30% целлюлозы беленой сульфатной хвойных пород древесины и 70% целлюлозы беленой сульфатной лиственных пород древесины, немодифицированный крахмал с расходом 0,25% от а.с.в. При такой композиции бумажных масс достигается высокие значения разрывной длины 7390 м и влагопрочности 3,7%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черная, Н.В. Технология производства бумаги и картона: учеб. Пособие для Студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная, В.Л. Колесников, Н.В. Жолнерович. – Минск: БГТУ, 2013. – 435 с.

2. Фляте, Д.М. Технология бумаги. / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 425 с.

УДК 676.017.4 : 678.6

Студ. К.Р. Мусаева, О.П. Местовская, Т.В. Стамбулян
Науч. рук. ст. преп. И.В. Николайчик, проф. Н.В. Черная
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КАРТОНА ЛИСТОВОГО ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК

Целлюлозно-бумажная промышленность широко использует макулатурное волокнистое сырье в качестве основного сырья для изготовления бумажной продукции. Однако бумагообразующие свойства используемого сырья чрезвычайно низкие, что обусловлено наличием в ней полиграфической краски, химических добавок и ороговении волокон в следствие сушки в процессе получения бумаги. Вследствие этого длина макулатурного волокна примерно в 5–8 раз меньше длины целлюлозного волокна, что негативно отражается на качестве готовой продукции. Для устранения данной проблемы в композицию бумажной продукции дополнительно дозируют вспомога-

тельные химические добавки [1]. Поэтому целью данной работы является изучение влияния химических добавок на свойства листового картона. Были получены образцы элементарного слоя картона массой 1 м^2 80 г из 100% макулатуры марки МС-7Б и смеси целлюлозы небеленой сульфатной и макулатуры марки МС-7Б в разном соотношении. В композиции бумажных масс добавлены вспомогательные химические добавки: крахмал (ГОСТ 7699-78), влагопрочная добавка «Kummene» (ГОСТ 27952-2017), флокулянт «Lycrid» (ГОСТ 20907-2016), канифольная эмульсия (синтезирована на кафедре ХПД), электролит $Al_2(SO_4)_3$, наполнитель бланфикс и мел, упрочняющая добавка «Melapret», флокулянт «POLYDADMAC».

Результаты показали, что применение упрочняющей добавки «Melapret», флокулянта «Lycrid» и мела с расходами 0,4% от а.с.в. в композицию элементарного слоя картона, изготовленного из 100% макулатуры, позволило достичь наиболее приемлемых показателей разрывной длины 5255 м, влагопрочности 15,9% и впитываемости при одностороннем смачивании 37 г/м^2. Полученные данные по показателям качества образцов картона с такими же химикатами в его композиции, изготовленного из 90% макулатуры и 10% небеленой целлюлозы, свидетельствуют о высоких значениях прочности и гидрофобности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фляте, Д.М. Технология бумаги. / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 425 с.

УДК 676.2.017.42/.63

Студ. В.О. Каранова
Науч. рук.: проф. Н.В. Черная; ст. преп. И.В. Николайчик
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОФСЕТНОЙ БУМАГИ

Производство офсетной бумаги характеризуется применением первичного волокнистого полуфабриката – беленой целлюлозы, а также разнообразного количества вспомогательных химических веществ с целью придания готовой продукции повышенных печатных, оптических, гидрофобных и прочностных свойств. В настоящее время рынок химических веществ достаточно велик и разнообразен, поэтому исследование влияния вспомогательных добавок на показатели качества офсетной бумаги является актуальным [1]. В связи с этим, целью настоящей работы является разработка ресурсосберегающей технологии офсетной бумаги.

Получены образцы офсетной бумаги из целлюлозы беленой сульфатной хвойных пород древесины и целлюлозы беленой сульфатной лиственных пород древесины. Композиции бумажных масс включали следующие вспомогательные химические вещества: мел природный тонкодисперсный марки МПНБ-2, клей «Dymar» VP 738, крахмал катионный Hi-Cat C323A, полиамидоэпихлоргидридная смола «Melapret PAE/A», катионный полиэлектролит «Mareclean 110», флокулянт «Lucrid».

Полученные данные по показателям качества образцов бумаги показали, что применение эмульсии клея «Dymar» VP 738 снижает впитываемость бумаги при одностороннем смачивании, т.е. ведет себя как проклеивающее вещество; катионный крахмал Hi-Cat увеличивает разрывную длину бумаги; полиамидамино-эпихлоргидридная смола «Melapret PAE/A» применяется в качестве влагопрочной добавки, существенно повышает влагопрочность бумаги; наполнитель мел повышает печатные свойства; коагулянт «Mareclean» и флокулян «Lucrid» удерживают на сетке бумагоделательной машины волокна и наполнитель и скрепляют их между собой, т.е. увеличивают степень удержания наполнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черная, Н.В. Технология производства бумаги и картона: учеб. Пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная, В.Л. Колесников, Н.В. Жолнерович. – Минск: БГТУ, 2013. – 435 с.

УДК 674.815

Студ. М.О. Чичик, И.В. Наумчик, А.В. Сидоренко
Науч. рук. ст. преп., канд. техн. наук Н.А. Герман
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ВИДЫ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНЫМ КОМПОЗИЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ

Гидрофобизаторы – это специальные химические вещества, которые предназначены для обработки древесных материалов с целью их защиты от воздействия влаги. К традиционным гидрофобизаторам, используемым для получения различных древесных композиционных материалов (ДКМ), относятся парафин, или парафиновая эмульсия и гач нефтяной. Анализ научно-технической литературы показал, что существуют различные способы модифицирования гидрофобизирую-

щих веществ для их более эффективного применения, а также ведутся научные исследования в направлении расширения их ассортимента. Особый интерес представляют гидрофобизирующие вещества на основе кремнийорганических соединений и выделенные из древесной биомассы [1]. Первые – кремнийорганические соединения (олигомеры) обладают высокими водоотталкивающими свойствами за счет наличия различных реакционных групп, которые вступают в химические или физические взаимодействия с гидрофильным древесным наполнителем. Особенность кремнийорганических гидрофобизаторов состоит в том, что процессы поликонденсации протекают на стенках пор и капилляров в виде тончайшей пленки, толщина которой во много раз меньше диаметра капилляра, создавая при этом неполярную среду. В тоже время вода – это полярная жидкость и она не может вступить в контакт с неполярной средой. Такая обработка приводит к улучшению водоотталкивающих свойств ДКМ, при этом не снижается их качество и физико-механические свойства.

Вторые – гидрофобные соединения, выделяемые из древесной биомассы, такие как ксилотрофы – дереворазрушающие грибы, приводящие древесину к полному разложению. Такая древесина не пригодна для получения ДКМ, однако ксилотрофы при образовании адгезионной прочности питаются экстрактивными веществами дерева, которые в большей мере являются гидрофобными. Поэтому изучение химико-физических свойств вышеописанных гидрофобизирующих веществ и их влияние на физико-механические свойства различных видов ДКМ являются весьма актуальными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войтович, В.А. Пособие по гидрофобизации изделий: учеб.-метод. пособие / В.А. Войтович, И.Н. Хряпченкова; Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. – 45 с.

УДК 674.817-419

Студ. И.А. Парасевич, П.М. Потис
Науч. рук.: ст. преп. Н.А. Герман
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ);
доц. Е.В. Дубоделова
(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА

Проведенные на кафедре химической переработки древесины предварительные исследования показали возможность использования углеродных волокон при получении древесных композиционных материалов (далее ДКМ) на примере древесноволокнистых плит за счет высоких связеобразующих свойств между древесными и углеродными волокнами.

Также следует отметить, что эффективность их использования обусловлена тем, при повышении температуры механические свойства углеродных волокон не уменьшаются, а наоборот, возрастают. Известно, что углеродные волокна обладают широким спектром свойств, поэтому были получены в лабораторных условиях такие виды ДКМ как теплоизоляционные древесноволокнистые плиты и твердое биотопливо в виде гранул, образцы которых представлены на рисунке.

а б

Рисунок – Лабораторные образцы древесных композиционных материалов: а – теплоизоляционная плита; б – твердое биотопливо в виде гранул

Полученные образцы древесноволокнистых плит и гранул испытали на комплекс физико-механических свойств по стандартизированным методикам и сравнили с показателями, представленными в ГОСТ 4598-86 и СТБ 2027 соответственно.

Результаты испытаний показали, что ДКМ с добавлением углеродных волокон обладают высокой прочностью и жесткостью, что предопределяет широкую область их применения. Кроме того, они имеют низкий вес, что снижает общий вес конструкции и повышает эффективность их использования.

УДК 676.2. 014. 44

Студ. В.В. Дайнеко, Ю.С. Бранковская
Магистрант С.А. Дашкевич
Науч. рук.: доц. С.А. Гордейко; проф. Н.В. Черная
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОФИБИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НА ОБРАЗЦЫ БУМАГИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАНИФОЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ И ИМПОРТНОЙ ЭМУЛЬСИИ AKD

Современная тенденция развития предприятий целлюлозно-бумажной отрасли характеризуется наращиванием объема производства бумаги и картона за счет эффективного использования различных химических веществ. Для придания бумаге и картону требуемой степени гидрофобности используют два основных класса соединений: различные виды модифицированной канифоли (модифицированные канифольные продукты – МКП) и синтетические проклеивающие вещества (преимущественно на основе димеров алкилкетенов (AKD). Замена импортной эмульсии AKD на отечественную канифольную, разработанную на кафедре химической переработки древесины, способствует решению актуальной проблемы – импортозамещения.

Целью работы являлось исследование гидрофобизирующего действия отечественных МКП и импортной эмульсии АКД на качество образцов бумаги. Для получения 1 %-ных волокнистых суспензий использовали целлюлозу сульфатную хвойную и целлюлозу сульфатную из лиственных пород древесины. Содержание проклеивающих веществ в бумажных массах уменьшали от 4 до 2 %. Образцы бумаги, имеющих массоемкость 80 г/м^2, изготавливали на листоотливном аппарате Rapid-Ketten. Их гидрофобность и прочность во влажном состоянии характеризовали такими общепринятыми показателями, как впитываемость при одностороннем смачивании (ВПИТ, г/м^2) и влагопрочность (ВЛТЬ, %). Образцы бумаги, полученные с использованием МКП, в сравнении с образцами бумаги, которые были изготовлены с AKD, имели более низкие значения впитываемости при одностороннем смачивании ($ВПИТ_{МКП}$=20,7 г/м^2 в сравнении с $ВПИТ_{AKD}$ =36,8 г/м^2). Это свидетельствует о том, что МКП являются более эффективными проклеивающими веществами, и, полученные образцы бумаги с их использованием обладают повышенной гидрофобностью.

Таким образом, показана практическая возможность использования отечественных химических веществ вместо импортных, обеспечивающих бумаге необходимые прочность и гидрофобность.

УДК 676.2. 014. 44
Студ. А.А. Копа, В.А. Маркина
Науч. рук.: проф. Н.В. Черная; доц. С.А. Гордейко
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КАНИФОЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МОНОЭФИРАМИ И ДИЭФИРАМИ, НА ГИДРОФОБНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СЛОЕВ КАРТОНА

Гидрофобность и прочность картона зависят от многих технологических факторов, к числу которых относятся вид и физико-химические свойства используемых модифицированных канифольных продуктов (МКП), а также технология их применения в волокнистых суспензиях. В качестве модифицирующих веществ использовали моноэфиры (диэфиров) малеинового ангидрида и высших жирных спиртов фракции C_{10}–C_{18}. Отсутствие экспериментальных данных о влиянии условий проклейки волокнистых суспензий с использованием новых канифольных эмульсий, разработанных на кафедре химической переработки древесины, на процесс электролитной коагуляции и гидрофобность бумаги обусловливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния отечественных МКП на прочность и гидрофобность элементарных слоев картона. В качестве проклеивающих веществ использовали традиционно используемую гидродисперсию модифицированной талловой (ТМ) канифоли (ТУ РБ 600012243.007-2000) и 6 предлагаемых образцов МКП, которые были синтезированы на кафедре ХПД. Сульфат алюминия (ГОСТ 12966-85) выступал в качестве электролита, который участвовал в формировании проклеивающих комплексов. Объектами исследования являлись бумажные массы, содержащие первичное волокнистое сырье (целлюлозу сульфатную их хвойных пород древесины), отличающиеся видами и расходами проклеивающих веществ.

В лабораторных условиях были изготовлены образцы элементарных слоев картона массой 80 г/м^2. Полученные образцы элементарных слоев картона обладали высокой гидрофобностью (по предлагаемой технологии впитываемость при одностороннем смачивании составляла $ВПИТ_{МКП} \leq 30$ г/м^2, по традиционной – $ВПИТ_{тм} \leq 35$ г/м^2) и улучшенной прочностью. Их разрывная длина максимально приближалась к первоначальным значениям (6385 м) и возрастала, например, на 8–12% при использовании МКП по сравнению с прочностью образцов бумаги, проклеенных ТМ.

Таким образом, применение новых видов модифицированных канифольных продуктов позволило одновременно повысить качества (гидрофобность и прочность) элементарных слоев картона.

УДК 676.262.014
Студ. А.С. Усова, Д. О. Алексеенко
Науч. рук.: доц. С.А. Гордейко; проф. Н.В. Черная
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА БУМАГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПРОЦЕССНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Постоянно растущий спрос на высококачественные виды бумаги и картона диктует необходимость совершенствования технологии получения данных видов продукции. Их качество зависит от многих технологических факторов, среди которых особое значение имеют композиционный состав бумаги по волокну, а также вид, расход и способ применения функциональных и процессных химических веществ. При получении данного вида бумаги обязательными химическими компонентами являются различные виды проклеивающих, связующих, упрочняющих веществ, полиэлектролитов и т. д. Отсутствие данных о возможности совместного использования в составе бумажных масс функциональных и процессных химических веществ обусловливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель исследования – разработка способа улучшения качества бумаги с использованием функциональных и процессных веществ.

В лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины изготовлены образцы бумаги массой 70 г/м^2. Бумажные массы отличались составом по волокну и содержанием функциональных и процессного химических веществ. Волокнистая суспензия содержала волокна целлюлозы беленой из лиственных пород древесины (ГОСТ 9571-86) и макулатуры (ГОСТ 10700). В качестве функциональных химических веществ использовали: проклеивающее вещество «Aquapel 320», связующее вещество – крахмал «Hi-Cat C373A» и влагопрочную добавку «Kymene 821», а процессным веществом выступал «Lycrid P48». Установлено, что прочность и гидрофобность образцов бумаги, полученных из бумажных масс с использованием функциональных и процессного химических веществ, повышается на 5–10 %. Об этом свидетельствует увеличение разрывной длины образцов бумаги от 4160 до 4450 м. При этом гидрофобность образцов бумаги является высокой, поскольку впитываемость образцов бумаги при одностороннем смачивании их водой не превышает 30 г/м^2.

Таким образом, показана практическая возможность совместного использования функциональных и процессных химических веществ, обеспечивающих бумаге необходимые прочность и гидрофобность.

УДК 630*160.27:665.947.4

Магистрант С. А. Дашкевич
Науч. рук доц. С. А. Гордейко
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА ДЛЯ PINUS SYLVESTRIS

Выращивание сеянцев высокого качества требует обеспечения оптимальных условий для их онтогенеза и сохранности. Это становится возможным при гармоничном использовании в лесном хозяйстве комплекса технологических мероприятий, неотъемлемой составляющей которых являются стимуляторы роста растений.

Количество побочных продуктов целлюлозно-бумажного производства возрастает от года к году в связи с увеличением объемов деревообрабатывающего цикла. Это представляет собой немаловажный практический интерес, поскольку лигнинные компоненты приобретают статус абсолютно доступной сырьевой базы [1].

В ходе проведенного исследования изучена эффективность применения лигносодержащих растворов в качестве стимуляторов роста для сеянцев pinus sylvestris (сосны обыкновенной). Установлено, что при концентрации 0,8% после 14 ч обработки раствором показатели энергии прорастания возросли на 16,0%, а всхожести – на 15,3%.

При использовании 0,7%-ного раствора после 10 ч вымачивания всхожесть повысилась на 11,5%. При использовании 0,1%-ного раствора после 6 ч замачивания энергия прорастания выросла на 12,5% и всхожесть – на 11,0%. Наибольшая длина проростков составила 91,63 мм после 10-часовой обработки 0,1%-ным раствором. Получено, что при 14 ч вымачивания пробы контроля выросли более любого из обработанных раствором образцов, что свидетельствует об ожидаемом ингибирующем эффекте при возрастании значений концентрации.

Таким образом, стимуляторы роста основе сульфатного лигнина ускоряют всхожесть семян, повышают энергию прорастания и качественно воздействуют на сеянцы pinus sylvestris.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дашкевич, С. А., Гордейко С. А. Разработка способа применения побочного продукта сульфатцеллюлозного производства (ОАО «Светлогорский ЦКК») для выращивания посадочного материала хвойных пород в Республике Беларусь / Наука – шаг в будущее : тез. докл. XVII Студ. науч.-практ. конф. факультета технологии орган. в-в. 30 ноября – 1 декабря 2023 г. – Минск : БГТУ. – С. 59. ISBN 978-985-897-157-1.

УДК 674.815

Студ. Юхимук А.М.
Магистрант Васильковская С.С.
Науч. рук. доц. И.А. Хмызов
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПОЛИНОМИАЛЬНЫМ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ПРОКЛЕЙКИ БУМАГИ

Актуальность темы работы объясняется тем, что полиномиальные зависимости, применяемые при обработке планов эксперимента, не всегда позволяют получить адекватное достоверное математическое описание технологических процессов.

В качестве исходных данных для регрессионного анализа были взяты полученные на кафедре ХПД результаты исследования влияния расхода ТМАС-3Н и АКД, степени помола бумажных масс на впитываемость при одностороннем смачивании и разрывную длину бумаги. Полученные результаты первоначально обрабатывались с использованием возможностей электронных таблиц Excel путем построения линий тренда с получением соответствующих аналитических зависимостей. Применительно к исследуемому объекту традиционно применяемые при обработке планов эксперимента полиномиальные уравнения регрессии не позволяют получить достоверные математические зависимости впитываемости от содержания АКД и ТМАС-3Н в бумажных массах. Нами был использован пакет STADIA [1], который позволил успешно решить поставленную задачу – получены логистические модели вида:

$$Y = a_0+a_1/(1+a_2 \bullet EXP(a_3 \bullet x))$$

Получены коэффициенты логистических уравнений регрессии, практически точно численно соответствующих экспериментальных данным и, главное, достоверно отражающих характер изменения значений показателей «впитываемость» и «разрывная длина» от исследуемых факторов, чего в данном исследовании невозможно достичь, применяя традиционную методику обработки экспериментальных данных путем получения полиномиальных зависимостей показателей качества от исследуемых факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаичев А.П. Методы и средства анализа данных в среде Windows. STADIA. Изд. 4-е. – М: Информатика и компьютеры. 2002. – 341 с.

УДК 674.815

Студ. Д.О. Лагунович
Магистрант М.А. Белявская
Науч. рук. доц. И.А. Хмызов
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАНОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКОВ

Проблема снижения содержания свободного формальдегида в древесных плитах и выделения его при эксплуатации изделий в окружающую среду остается актуальной. Нами была проведена работа по оптимизации параметров изготовления древесностружечных ДСтП на основе меламино кабамидоформальдегидной смолы с содержанием меламина 4% от массы карбамида. При проведении исследований использовали метод математического планирования эксперимента.

Первоначально нами был реализован трехфакторный эксперимент по плану второго порядка, включающий все возможные сочетания факторов на трех уровнях –план 3^3 [1]. В качестве факторов использовали следующие параметры прессования: время (X_1, 0,3-0,6 мин/мм толщины политы), температуру (X_2, 150-190 °С) и давление (X_3,1,7-2,3 МПа). Были получены адекватные уравнения регрессии для исследуемых критериев оптимизации: предела прочности при изгибе (Y_1); разбухания (Y_2) и содержания свободного формальдегида (Y_3). Далее объем экспериментальных данных искусственно сокращался до планов Кифера (Ki), Бокса (Bk) и плана первого порядка – полного факторного эксперимента (ПФЭ). Результаты решения задач оптимизации ля каждого плана приведены в таблице.

Таблица – Оптимальные значения технологических параметров

План	Количество экспериментальных точек	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
3^3	27	0,55	178	2,05	23,6	12,5	6,85
Ki	24	0,56	174	2,06	23,1	11,8	8,37
Bk	14	0,55	178	2,05	23,0	12,6	8,16
ПФЭ	8	0,60	190	2,30	18,9	12,8	7,60

Из полученных результатов следует, что не целесообразно использовать планы эксперимента второго порядка с большим количеством экспериментальных точек, т. к. результаты решения задачи оптимизации практически совпадают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пен Р.З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства: Учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1982. –192 с.

УДК 674.815

Магистрант Т.Н. Давыдик, М.Р. Анзоров
Науч. рук. доц. И.А. Хмызов
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ИДВП И ОСП НА ИХ РАВНОВЕСНУЮ СОРБЦИОННУЮ ВЛАЖНОСТЬ

Способность изоляционных древесноволокнистых плит (ИДВП) и ориентированных стружечных плит (ОСП) сорбировать влагу является одной и основных их характеристик, т.к. плиты не подлежат отделке и эксплуатируются в условиях повышенной влажности [1].

Целью эксперимента являлось установление влияния модификаторов поверхности на гигроскопичность плит. Образцы плит выдерживались в климатической камере при относительной влажности 95% либо подвергались воздействию пара.

Таблица – Влияние модификаторов поверхности на гигроскопичность ИДВП/ОСП

Модификатор	Плотность, кг/м^3	Расход модификатора, г/м^2	Прирост массы за счёт увлажнения, %	Прирост массы за счёт пропаривания, %
ПВА	305/674	318/97	2,52/2,26	7,23/6,7
Парафин	327/782	1064/53,3	1,21/0,67	3,34/8,1
Силикон	307/641	84/44	5,89/1,84	7,30/10,7

Обращает на себя внимание тот факт, сто обработка ИДВП требует существенно больших расходов поверхностных модификаторов. Это объясняется их низкой плотностью 305-327 кг/м^3 и высокой пористостью. В результате выдержки в климатической камере в течение 3-х часов сорбция влаги составила от 1,21% для плит с поверхностью обработанной расплавом парафина до 5,89% для плит обработанных аэрозолью силикона, но следует отметить что и расход его был не велик – 44 г/м^2. Приблизительно такие же результаты показали другие модификаторы. Интенсивное воздействие парами воды привело к увеличению поглощения влаги примерно в 1,5 раза. ОСП в большей степени поглощают влагу в обоих методах испытаний, что вероятно модно объяснить большим содержанием древесины в плитах, а именно она поглощает влагу. Наиболее эффективным модификатором является расплав парафина, который и рекомендуется к внедрению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волынский В.Н. Технология стружечных и волокнистых плит: Учеб. пособие. – Таллин: Дезидерата, 2004. – 192 с.

УДК 547.571:547.7/8

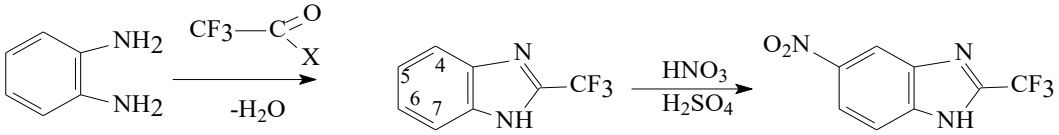
Студ. А.А. Белевич, М.О. Привалов
Науч. рук. доц. Я. М. Каток
(кафедра органической химии, БГТУ, г. Минск)

СИНТЕЗ И РЕАКЦИЯ НИТРОВАНИЯ 2-ТРИФТОРМЕТИЛБЕНЗИМИДАЗОЛА

Производные бензимидазола занимают важное место среди лекарственных препаратов. Например, фторсодержащие бензимидазолы являются составной частью модифицированных нуклеозидов.

Целью данной работы было осуществить синтез 2-трифторметилбензимидазола и исследовать его реакцию нитрования. 2-Трифторметилбензимидазол (1) получали реакцией конденсации о-фенилендиамина в избытке трифторуксусной кислоты (1:3) при 76°С в течение 3 часов. Выход продукта составил 82%. Строение полученного вещества подтверждали ИК- и ПМР-спектрами.

Так, в ИК спектре: полоса поглощения C=N связи имидазольного цикла проявляется при 1632 $см^{-1}$. Валентные колебания связи N–H находятся в области 3439 $см^{-1}$.



1 **2**

Полученный 2-трифторметилбензимидазол можно модифицировать как по бензольному, так и по имидазольному циклам. В нашем случае интересно было изучить реакцию электрофильного замещения, которая возможна только по бензольному кольцу. Вследствие таутомерии имидазольного цикла положения 4-7 и 5-6 бензольного кольца эквивалентны.

Реакцию нитрования проводили в избытке серной кислоты, используя в качестве нитрующего агента концентрированную HNO_3 в течение 0,5 часа при комнатной температуре. Контроль за ходом реакции осуществляли методом аналитической тонкослойной хроматографии. Выход продукта составил 69%. Значение $T_{пл}$ 148-150°С подтверждает, что замещение атома водорода в бензольном цикле идет по положению 5.

Полученные 2-трифторметил-1*H*-бензо[d]имидазол (1) и 5-нитро-2-трифторметил-1*H*-бензо[d]имидазол (2) представляют интерес потенциальных биологически активных соединений, содержащих перспективные фармакофорные функциональные группы.

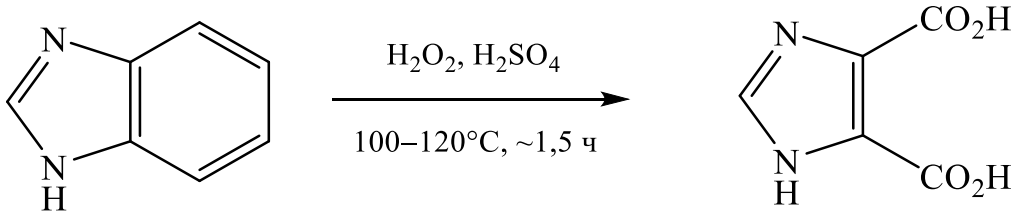
УДК 547.784.1

Студ. А.В. Каменкова, Я.С. Воронец, К.В. Нахай
Науч. рук. зав. кафедрой, доц. С.Г. Михалёнок
(кафедра органической химии, БГТУ)

СИНТЕЗ ИМИДАЗОЛ-4,5-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Имидазол-4,5-дикарбоновая кислота используется в химической, фармацевтической промышленности, а также в производстве полиэфиров, пластических масс и красителей для полиамидных материалов. Производное имидазол-4,5-дикарбоновой кислоты является промежуточным продуктом при синтезе дыхательного аналептика Этимизол, используется при производстве антигипертензивного препарата Кардосал, а также активно изучается применения производных имидазол-4,5-дикарбоновых кислот в избавлении от побочных эффектов лекарственных препаратов при лечении болезни Паркинсона.

Получение данной дикарбоновой кислоты было осуществлено с целью расширения ассортимента синтезируемых веществ Студентами химико-технологических специальностей на лабораторных работах на основе ранее полученного на лабораторном практикуме бензимидазола. Окисление бензольного кольца в бензимидазоле возможно озоном, бихроматом калия, перекисью водорода. Руководствуясь принципами «зелёной химии», в качестве реагента была выбрана перекись водорода и проведено следующее превращение согласно общей методики [1].



Продукт образуется с выходом 51% и выпадает в осадок при разбавлении реакционной смеси водой. Т. пл. 281,5–282°С, что соответствует литературным данным.

Таким образом, с удовлетворительным выходом синтезирована имидазол-4,5-дикарбоновая кислота на основе бензимидазола путем окисления с помощью экологически безопасного реагента – перекиси водорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brusina, M. A. Influence of Oxidation Conditions on the Yield of 2-Substituted Imidazole-4,5-dicarboxylic Acids / M. A. Brusina [at al.] // Russian Journal of General Chemistry. – 2018. – Vol. 88, № 5. – P. 874–878.

УДК 66.095.842

Студ. М.В. Воронова, А.С. Дорош
Науч. рук. доц. М.О. Шевчук, доц. С.В. Нестерова
(кафедра органической химии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ НИТРИЛА 3-МЕТИЛБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ТОЛУОЛА

Арилнитрилы представляют собой важный класс органических соединений, которые применяются как промежуточные вещества в тонком органическом синтезе, для получения фармацевтических препаратов, красителей и агрохимикатов.

Цель данной работы заключается в поиске различных способов синтеза нитрила 3-метилбензойной кислоты из толуола.

В результате проведённого литературного поиска были найдены три способа получения указанного нитрила, в каждом из которых первоначально необходимо синтезировать 4-метиланилин из 4-нитротолуола. Увеличить выход 4-нитротолуола до 80% в реакции нитрования толуола можно, используя цеолитовый катализатор H-ZSM-5. Далее необходимо провести ацильную защиту аминогруппы (выход продукта 80%).

В первом из найденных нами способов из 4-метилацетанилида получают 3-бромтолуол с общим выходом 38%, а далее по реакции Розенмунда-фон Брауна – нитрил 3-метилбензойной кислоты (выход 75%).

Второй способ включает нитрование 4-метилацетанилида с последующим снятием ацильной защиты, после чего необходимо убрать аминогруппу через соль диазония, восстановить оставшуюся нитрогруппу в аминогруппу, превратить её в соль диазония и заместить диазогруппу на цианогруппу.

Третий способ получения нитрила 3-метилбензойной кислоты предполагает введение 1,3-дитианового заместителя по ароматической аминогруппе. Дальнейшая последовательность включает синтез тиоацеталя 2-амино-5-метилбензальдегида (выход 25%), 2-ацетамида-5-метилбензальдегида (выход 83%), оксима альдегида. Далее следуют стадии дегидратации, снятия ацильной защиты и удаления аминогруппы.

Выводы: первая и вторая последовательности превращений позволяют получить целевой продукт с сопоставимыми выходами (около 18% и 15% соответственно в пересчёте на исходное вещество), но на наш взгляд, из отобранных методик наиболее выгодной является вторая, поскольку в ней используются более доступные реагенты.

УДК 547.554.06 Студ. А.В. Бабок
Науч. рук.: д-р хим. наук, проф. М.А. Зильберглейт
(кафедра ТНВ и ОХТ, БГТУ);
доц., канд. хим. наук С.В. Нестерова;
доц., канд. техн. наук М.О. Шевчук
(кафедра органической химии, БГТУ)

ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ 8-ОКСИХИНОЛИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

Перекись водорода является одним из крупнотоннажных продуктов современной промышленной химии. Под действием внешних факторов с течением времени она способна самопроизвольно разлагаться. Из-за этого возникает необходимость повысить стабильность растворов перекиси, что достигается путем введения в них стабилизирующих добавок [1].

В качестве стабилизатора 34%-ного раствора перекиси водорода в данной работе был выбран 8-оксихинолин; катализатором разложения выступал сульфат железа (III). Для проведения анализа было подготовлено 4 пробы: в 10 мл исходного раствора перекиси добавили 13 мг 8-оксихинолина и 20 мг $Fe_2(SO_4)_3$ для пробы №1; 13 мг 8-оксихинолина и 10 мг $Fe_2(SO_4)_3$ для пробы №3. Образцы №2 и №4 содержали 20 мг $Fe_2(SO_4)_3$ (образец №2) и 10 мг $Fe_2(SO_4)_3$ (№4) в 10 мл раствора перекиси водорода. Подготовленные растворы выдерживали в течение четырех дней в защищенном от света месте, после чего йодометрическим методом определяли массовую долю перекиси водорода (%) в полученных растворах [2].

По результатам титрования получены следующие результаты: №1 – 1,6%; №2 – 0,6%; №3 – 20,8%; №4 – 17,8%. Представленные данные подтверждают стабилизирующую способность 8-оксихинолина в отношении перекиси водорода, однако важной задачей является поиск оптимальной концентрации 8-оксихинолина, обеспечивающей максимальный стабилизирующий эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухортова, Л.И. Химия и технология пероксида водорода: учеб. пособие / Л.И. Мухортова, Ю.Т. Ефимов, И.В. Глушков, Т.Г. Константинова. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. – 104 с.

2. ГОСТ Р 56991–2016. Химические дезинфицирующие средства и антисептики. Метод определения перекиси водорода : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2016-06-30 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 10 с.

УДК 544.22+537.31/.32

Студ. М.В. Морозов, Я.Ю. Каретко, асп. Я.Ю. Журавлева
Науч. рук. доц. А.И. Клындюк, доц. Е.А. Чижова
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА КАТИОНОВ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ФЕРРОКУПРОКОБАЛЬТИТА НЕОДИМА–БАРИЯ

Кислороддефицитные слоистые двойные перовскиты, характеризующиеся уникальными электротранспортными и электрохимическими свойствами, широко используются в настоящее время при разработке электродных материалов нового поколения среднетемпературных ТОТЭ. Перспективным способом улучшения функциональных свойств перовскитов может служить создание в их структуре дефицита катионов.

Цель работы – получение производных $NdBaFeCo_{0.5}Cu_{0.5}O_{5+\delta}$, имеющих 5- и 10%-ный дефицит катионов одновременно в подрешетках неодима и бария, исследование их кристаллической структуры, микроструктуры и электрофизических свойств.

Синтез образцов состава $NdBaFeCo_{0.5}Cu_{0.5}O_{5+\delta}$, $Nd_{0.95}Ba_{0.95}FeCo_{0.5}Cu_{0.5}O_{5+\delta}$, $Nd_{0.90}Ba_{0.90}FeCo_{0.5}Cu_{0.5}O_{5+\delta}$ осуществляли керамическим методом из Nd_2O_3 (НО-Л), $BaCO_3$ (ч.), Fe_2O_3 (ос.ч.), CuO (ч.д.а.), Co_3O_4 (ч) при температуре 1173 К в течение 40 ч. Спекание образцов осуществляли при 1273 К в течение 10 ч. Параметры элементарной ячейки (a = 3.918 – 3.921 Å, c = 7.698 – 7.707 Å), индекс кислородной нестехиометрии (δ = 0.65–0.81) и общая пористость (П = 2–10%) уменьшались при создании в $NdBaFeCo_{0.5}Cu_{0.5}O_{5+\delta}$ дефицита катионов неодима и бария. Дефицитные по неодиму и барию феррокупрокобальтиты характеризовались меньшей удельной электропроводностью, но большим значением коэффициента термо-ЭДС при комнатной температуре и при $T > 900$ К. Энергия активации электропроводности (E_σ = 0.270–0.305 эВ) снижалась при создании дефицита катионов. Для образца $Nd_{0.90}Ba_{0.90}FeCo_{0.5}Cu_{0.5}O_{5+\delta}$ энергия активации носителей заряда «дырок» (т.к. коэфициент термо-ЭДС для всех изученных образцов был положительным, то данные перовскиты являлись проводниками p-типа) составила 0.072 эВ, энергия активации их миграции – 0.198 эВ; концентрация носителей заряда составила $(1.4–19.8)\cdot10^{19}$ $см^{-3}$, а взвешенная подвижность – 0.16–0.65 $см^2/(В\cdot с)$ в интервале температур 300–700 К.

УДК 534.062+543.554+666.654

Студ. М.А. Тарайковский
Науч. рук. ассист. Н.С. Красуцкая, доц. А.И. Клындюк
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КОБАЛЬТА В СЛОИСТЫХ КОБАЛЬТИТАХ НАТРИЯ И КАЛЬЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ ИОДОМЕТРИЧЕСКОГО И ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ

Целью работы является определение содержания кобальта в слоистых кобальтитах натрия и кальция при помощи иодометрического и потенциометрического титрования.

Иодометрическое титрование керамических образцов слоистого кобальтита натрия Na_xCoO_2 и кальция $Ca_3Co_4O_{9+\delta}$ проводили по методике, описанной в [1]. Для слоистого кобальтита натрия средняя степень окисления ионов кобальта определяется только содержанием в нем натрия (x_{Na}) и, согласно результатам иодометрии, величина x_{Na} составила 0,55. Для керамики состава $Ca_3Co_4O_{9+\delta}$ при помощи иодометрического титрования устанавливали величину индекса кислородной нестехиометрии (δ), которая определяется средней степенью окисления ионов кобальта. Согласно результатам иодометрии, конечный состав слоистого кобальтита кальция соответствовал формуле $Ca_3Co_4O_{9,29}$.

Содержание кобальта в средней степени окисления в $Na_xCo_{0,90}M_{0,10}O_2$ (M = Cr, Ni, Zn, Bi, W) и $Ca_3Co_4O_{9+\delta}$+3 мас.% Mn также определяли по методике обратного потенциометрического титрования [2], которое позволило определить конечное содержание натрия во всех исследуемых образцах x = 0,55–0,56 и величину индекса кислородной нестехиометрии δ = 0,44–0,48.

Таким образом, в работе показано, что определение средней степени окисления ионов кобальта в для слоистых кобальтитах натрия и кальция при помощи идометрического и обратного потенциометрического титрования позволило определить конечный состав слоистых кобальтитов $Na_{0,55}Co_{0,90}M_{0,10}O_2$ (M = Cr, Ni, Zn, Bi, W) и $Ca_3Co_4O_{9+\delta}$+3 мас.% Mn, а результаты обеих методик хорошо согласуются друг с другом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sopicka-Lizer, M. Assessment of Co(II), Co(III) and Co(IV) content in thermoelectric cobaltites / M. Sopicka-Lizer [et al.] // Archives of Metallurgy and Materials – 2009. – Vol. 54, № 4. – P. 881–888.

2. Пятницкий, И.В. Аналитическая химия кобальта / И.В. Пятницкий – М. Наука, 1965. – 292 с.

УДК 666.321 Студ. Н.Д. Тумаш, Ю.И. Астапчик
Науч. рук.: доц. Е.О. Богдан; ст. преп. О.А. Сергиевич
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ОСТРОЖАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бентонитовые глины являются ценным минеральным сырьем, которое широко используется в различных отраслях промышленности. Основным породообразующим минералом этих глин выступает монтмориллонит, который благодаря своему строению, обеспечивает бентонитам высокие адсорбционные свойства, способность к набуханию, самопроизвольному диспергированию в воде и ионному обмену. В связи с необходимостью решения проблемы импортозамещения и перехода на отечественные сырьевые материалы весьма актуальными являются исследования по изучению адсорбционных свойств бентонитовых глин потенциально-перспективного месторождения «Острожанское» (Гомельская обл., Республика Беларусь), общие запасы которого по категории C_1 составляют более 10 млн. т. [1].

Целью работы являлось определение емкости катионного обмена и изучение кинетики адсорбции красителя метиленового голубого на бентонитовых глинах Острожанского месторождения.

Изучение кинетики адсорбции метиленового голубого из водных растворов на бентонитовой глине колориметрическим методом показало, что большая часть молекул (75–85 %) адсорбируется в течение 30–40 минут. Установлено, что предельная адсорбция находится на уровне 0,201 г/г; удельная поверхность бентонита – 242,4 $м^2$/г; константа адсорбционного равновесия, характеризующая интенсивность взаимодействия адсорбата и адсорбента, составляет 71,58 л/г.

Исследования, проведенные в соответствии с ГОСТ 21283–93 «Глина бентонитовая для тонкой и строительной керамики. Методы определения показателя адсорбции и емкости катионного обмена», позволили установить, что показатель адсорбции по метиленовому голубому обогащенной бентонитовой глины составил 112,5–116,7 мг/г. Полученные значения емкости катионного обмена 35,23–38,67 мг-экв на 100 г сухой глины позволили отнести ее к бентонитовому сырью с низкой концентрацией обменных катионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полезные ископаемые Белоруссии / Мин-во прир. рес-в и охраны окр. среды РБ, Бел. науч.-исслед. геологоразвед. ин-т; редкол.: П. З. Хомич [и др.] – Минск.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – С. 323–327.

УДК 537.323+666.654

Маг. Р.С. Латыпов
Науч. рук.: канд. хим. наук, доц. А.И. Клындюк
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА НА БАЗЕ МЕТАБЛЮМБАТОВ БАРИЯ-СТРОНЦИЯ

Высокопотенциальное тепло, выделяемое в окружающую среду промышленными предприятиями и автотранспортом, может быть непосредственно и эффективно преобразовано в электроэнергию при помощи термоэлектрогенераторов (ТЭГ). Для создания ТЭГ нужны материалы, которые будут образовывать *p*- и *n*-ветви генераторов. Перспективной основой для создания *p*-ветвей являются слоистые кобальтиты натрия (Na_xCoO_2) и кальция ($Ca_3Co_4O_{9+\delta}$), а *n*-ветвей – перовскитные плюмбаты бария-стронция ($Ba_{1-x}Sr_xPbO_3$) [1]. В данной работе было изучено влияние избытка оксида свинца на электротранспортные и функциональные свойства керамики на основе метаплюмбатов бария-стронция.

Керамику состава $Ba_{1-x}Sr_xPb_{1+y}O_{3+2y}$ (x = 0,6, 0,8, 1,0; y = 0,0, 0,1) получали на воздухе из порошков $BaCO_3$ (ч.), $SrCO_3$ (ч.) и PbO (ч.д.а.). Удельное электросопротивление (ρ) и коэффициент термо-ЭДС (S) изучали на воздухе по методикам [2], значения фактора мощности (P) рассчитывали по формуле $P = \sigma S^2$.

Полученные материалы являлись полупроводниками *n*-типа, при этом наименьшее значение удельного электросопротивления наблюдалось для образца $Ba_{0,2}Sr_{0,8}Pb_{1,1}O_{3,2}$ (ρ_{1000} = 31,5 мкОм·м), а наибольшее значение коэффициента термо-ЭДС – для образца $SrPb_{1,1}O_{3,2}$ ($|S_{390}| = 382{,}9$ мкВ/К). Максимальное значение фактора мощности демонстрировал образец $Ba_{0,2}Sr_{0,8}Pb_{1,1}O_{3,2}$ (P_{780} = 310 мкВт/мК^2).

Таким образом, в работе продемонстрирована возможность улучшения функциональных характеристик керамики на основе метаплюмбатов бария-стронция путём введения в неё избытка оксида свинца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Thermoelectric Device of $Na(Co, Cu)_2O_4$ and $(Ba, Sr)PbO_3$ / Shin W. [et al.] // J. Ceram. Soc. Japan. – 2002. – Vol 110. – P. 727 – 730.

2. Влияние добавки частиц меди на термоэлектрические свойства керамики $Ca_3Co_4O_{9+\delta}$, полученной методом двухстадийного спекания / А.И. Клындюк [и др.] // Журн. неорган. Химии. – 2022. – Т. 67, № 2. – С. 248 – 256.

УДК 547.913:543.544.32

Студ. Ю.А. Нечай, К.С. Сычик, М.Ю. Курипченко
Науч. рук. ст. преп. Г.Н. Супиченко, доц. Н.А. Коваленко
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ РАСТЕНИЙ РОДА *MENTHA*

Растительное сырье различных видов мяты применяется в производстве лекарственных средств, пищевых продуктов и биологически активных добавок.

Цель настоящего исследования – изучение компонентного состава эфирных масел растений рода *Mentha*, культивируемых в Республике Беларусь.

Объектом исследования являлись образцы эфирного масла растений рода *Mentha: M. piperita* (сорт ‘Краснодарская’), *M. gracilis*, *M. spicata* (сорт ‘Карамелька’) из коллекции ботанического сада УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Образцы эфирного масла были получены методом гидродистилляции.

Для установления компонентного и энантиомерного состава образцов эфирного масла мяты использовали газовый хроматограф: «Хроматэк-Кристалл», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой Cyclosil B (30 м×0,32 мм×0,25 мкм). Разделение осуществляли в режиме программируемой температуры, газ-носитель–азот. Идентификацию компонентов образцов проводили сравнением времен удерживания идентифицируемых пиков с временами удерживания стандартных образцов. Количественные определения проводили методом внутренней нормализации без использования корректирующих коэффициентов.

Главными компонентами эфирного масла *M. piperita* являются ментол и ментон, суммарная концентрация которых составляет ≈75%. Образец содержит энантиомерный избыток (+)-форм β-пинена и линалоола. Однако лимонен и β-кариофиллен представлены преимущественно в виде левовращающих изомеров. В эфирном масле *M. gracilis* преобладающим соединением является (–)-линалоол (≈65%). α- и β-пинены, лимонен, гермакрен Д присутствуют в виде левовращающих форм. Доминирующим компонентом эфирного масла *M. spicata* является (–)-карвон (55–65%).

На основании проведенных исследований установлено, что растения *M. piperita* представлены ментольным, *M. gracilis* – линалоольным и *M. spicata* – карвонным хемотипами соответственно.

УДК 551.583:631.14

Студ. Т.Д. Артименя
Науч. рук. доц., канд. с.-х. наук А.В. Домненкова
(кафедра безопасности жизнедеятельности, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО БЕЛАРУСИ

Изменение климата оказывает наиболее существенное влияние на такую отрасль экономики как сельское хозяйство. За период 1989-2023 гг. среднегодовая температура воздуха в Беларуси на 1,3°С превысила климатическую норму, принятую Всемирной метеорологической организацией (ВМО). В результате потепления в Беларуси произошло изменение границ агроклиматических областей (на 60-150 км): Северная агроклиматическая область практически распалась, а на юге республики образовалась 4-я агроклиматическая зона – «Новая агроклиматическая зона» [1].

Появилась возможность возделывания теплолюбивых культур (кукуруза, соя, подсолнечник, сахарная кукуруза, виноград, абрикос и др.). В то же время, для умеренно требовательных к теплу культур (картофель, лен) повышение температуры негативно сказывается на их росте и развитии.

Сроки перехода среднесуточной температуры воздуха через +5°С и +10°С осенью за период потепления сместились на более поздние, что необходимо учитывать при посеве озимых культур.

Прогноз показывает, что снижение к 2050 г. урожайности ячменя, рапса и кукурузы на песчаных почвах может достигнуть 15-25% от уровня 2010 г., а урожайность кукурузы на северо-западе страны может вырасти на 10-20%.

Все эти очевидные изменения климата требуют от аграриев новых знаний и подходов в ведении сельского хозяйства. В Республике Беларусь разработана и принята «Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата» [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf (дата обращения: 10.04.2024).

УДК 625.7
Студ. Ю. А. Евчук, А. С. Овчинникова
Науч. рук. ст. преп., канд. с.-х. наук Н.О. Азовская
(кафедра безопасности жизнедеятельности, БГТУ)

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДАХ

Сложно представить современный город без автомобиля. В среднем по Республике Беларусь легковым автомобилем владеет почти каждый третий – 32% [1]. Проблема состоит в том, что автомобиль в городе создает не только удобство водителю и увеличивает скорость передвижения, но еще и является основным загрязнителем воздуха, генератором высокого шумового фона, а также виновником аварий. Города с приоритетом для автомобилей являются небезопасными и неудобными для пешеходов, которых, в свою очередь, большинство.

Наиболее очевидным и разумным шагом на пути снижения автомобилизации городов будет перенаправление бюджетных средств государства на создание пешеходной инфраструктуры. Следующий этап для улучшения ситуации в городах – развитие общественного транспорта. Также крайне эффективным средством для снижения опасности автомобиля является успокоение трафика. Это создание островков безопасности, добавление зеленых насаждений, ограничение скорости.

Еще один способ создания безопасной городской среды – преобразование улиц в пешеходные зоны, то есть процесс, при котором улицы предназначаются исключительно для пешеходов, а транспортные средства ограничены или запрещены на таких участках.

Психологические методы успокоения дорожного движения включают посадку растений, деревьев и установку произведений искусства, которые помогают сузить, смягчить проезжую часть, а также не позволять водителю набрать высокую скорость.

Внедрение системы карпула. Система карпула – это организация совместных поездок на работу или в обратном направлении, когда несколько человек едут в одном автомобиле. Внедрение системы карпула может принести ряд преимуществ:

1. Сокращение количества автомобилей на дорогах.
2. Сокращение затрат на топливо и обслуживание автомобиля.
3. Социальные преимущества.
4. Снижение вредных выбросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь, Статистическое издание “Транспорт в Республике Беларусь”, 2022.

УДК 628.473.26

Студ. Я. М. Доманчук, Д. В. Силюк
Науч. рук. ст. преп., канд. с.-х. наук Н. О. Азовская
(кафедра безопасности жизнедеятельности, БГТУ)

ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Несанкционированные свалки – это места, где происходит незаконная утилизация и хранение отходов, не соблюдая требования экологического законодательства.

Места появления свалок: в лесных массивах и природных зонах, где люди вывозят мусор и просто выбрасывают его, на окраинах городов и поселков, где отсутствует организованная система утилизации отходов, возле дорог и автомагистралей, где водители могут выбрасывать мусор прямо из автомобилей, несанкционированные свалки возле жилых домов и многоквартирных домов, где жители могут выносить мусор на улицу.

В глубине мусорной кучи, которая с каждым днем будет становиться только больше и токсичней, происходят опасные процессы разложения продуктов человеческой деятельности. Вследствие этого вырабатывается биологический газ, опасный из-за метана в его составе. Происходит уничтожение не только поверхностной территории, но и глубинное заражение всей почвы внутри и вокруг свалки на многие годы вперед.

Нелегальные свалки выделяют: метан, летучие органические соединения, сероводород, тяжелые металлы.

В 2010 году в Минской области было выявлено 2240 несанкционированных свалок, в Брестской – 1062, Гродненской – 568, Гомельской – 553, Могилевской – 452 [1].

Разделяя мусор, утилизируя отходы правильным образом и не выбрасывая их в неположенных местах, мы можем снизить негативное воздействие на окружающую среду и создать более здоровую и чистую планету для будущих поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. “Запятнанная” репутация. Печальное лидерство по количеству несанкционированных свалок закрепилось за Минской областью. – [Электронный ресурс].
URL: https://www.sb.by/articles/-zapyatnannaya-reputatsiya-pechalnoe-liderstvo-po-kolichestvu-nesanktsionirovannykh-svalok-zakrepilos-za-minskoy-oblastyu.html?ysclid=lujz93vxib315229747 (дата обращения: 02.02.2024).

УДК 614.8

Студ. Е.А. Масюк, С.Ю. Пентюк
Науч. рук. ст. преп., канд. с.-х. наук Н.О. Азовская
(кафедра безопасности жизнедеятельности БГТУ)

ТЕХНОГЕННЫЕ ЧС В БЕЛАРУСИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

К техногенным происшествиям относят пожары, взрывы, химические, гидродинамические, радиационные аварии, обрушения зданий, аварии на коммунальных системах и транспортные аварии.

За последние 20 лет в Республике Беларусь произошло много техногенных катастроф, рассмотрим некоторые из них:

25 октября 2003 года – пожар в Козловщинском психоневрологическом доме-интернате (причина: неосторожное обращение с огнем одного из пациентов учреждения, количество погибших 31 человек).

25 октября 2010 года – взрыв на заводе «Пинскдрев» (причина: вторая производственная линия в цехе, которая устанавливалась без проектной документации, количество погибших 14 человек).

25 февраля 2017 года – взрыв на Скидельском сахарном комбинате (причина: возгорание сахарной пыли, количество пострадавших 5 человек).

25 сентября 2019 года – выброс аммиака в цехе Полоцкого филиала ОАО «Молоко» в Миорах (причина: разгерметизация сварного шва холодильной установки, эвакуировали 670 человек).

8 ноября 2021 года – выход канализационных вод из КНС КЖЭУП "Рогачев" на поверхность с попаданием в пойменный водоем реки Друть (причина: поломка штока шиберной задвижки).

20 февраля 2023 года – столкновение маршрутки и грузовика на 9-м км автодороги Р69 Смолевичи – Шацк (причина: грузовик не проходил техосмотр два года, количество погибших 11 человек).

Таким образом, основные причины техногенных аварий – отказы технических систем, ошибки персонала, концентрация производств и т. д. Для предотвращения ЧС техногенного характера необходимо оповещать население, внедрять новые технологии, использовать систему информирования и разрабатывать программы по снижению рисков и смягчению последствий ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. МЧС Беларуси. Сведения о ЧС [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mchs.gov.by/ministerstvo/statistika/svedeniya-o-chs/ – Дата обращения: 01.04.2024.

УДК 614.8 Студ. О. А. Лобанова, А. И. Иодо
Науч. рук. ст. преп., канд. техн. наук Д. М. Кузьменков
(кафедра безопасности жизнедеятельности БГТУ)

ВЛИЯНИЕ АВАРИЙ НА АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Атомные электростанции представляют серьезную потенциальную радиационную опасность. Радиоактивное загрязнение окружающей среды при авариях на АЭС – это основной фактор, оказывающий влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей на территориях, подвергшихся загрязнению.

Тепло, выделяющееся в ядерном реакторе на АЭС, используется для получения водяного пара, вращающего турбогенератор для производства электрической энергии. При работе любого ядерного реактора ежесекундно происходит огромное количество делений ядер урана-235. При нормальной эксплуатации АЭС количество радиоактивных веществ, поступающих во внешнюю среду за счет газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов, невелико. Доза внешнего и внутреннего облучения организма человека на границе санитарно-защитной зоны вокруг АЭС и за ее пределами намного ниже установленных норм, так как защитные барьеры ослабляют количество поступающей во внешнюю среду радиоактивности во много раз.

Однако в результате аварий, когда защитные барьеры оказываются разрушенными, из реакторов во внешнюю среду могут выбрасываться с потоками пара газообразные и возгоняющиеся радиоактивные элементы: радиоактивные благородные газы, радионуклиды йода и цезия. Основной источник радиоактивных загрязнений окружающей среды и облучения людей при авариях ядерных реакторов – это выбрасываемые из реактора газоаэрозольные смеси. Радиоактивные аэрозоли после попадания на поверхность объектов закрепляются на ней. Процессы поверхностного и глубинного загрязнений, как правило, происходят одновременно. При загрязнении поверхности каплями, содержащими радионуклиды, срабатывает другой механизм: первоначально будет происходить адгезия (прилипание) капель к твердой поверхности, которая в дальнейшем приведет к повышению концентрации радионуклидов на поверхности, ионному обмену и диффузии. При вторичном загрязнении происходит переход радиоактивных веществ с ранее загрязненного объекта на чистый или менее загрязнённый.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиационное загрязнение в результате аварий на АЭС [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ria.ru/20110315/354146064.html?ysclid=luk3w8shfq151357349 – Дата обращения 05.04.2024

УДК 358.48-6:502/504

Студ. С.А. Зуева, К.Н. Камлева
Науч. рук. доц., канд. биол. наук И.Т. Ермак
(кафедра безопасности жизнедеятельности, БГТУ

РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ В ЭКОТУРИЗМЕ: ПОЕЗДКА В БЕЛОРУССКУЮ ЗОНУ ОТЧУЖДЕНИЯ

В настоящее время Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» оказывает услуги по проведению информационно-экологических, просветительских, научно-познавательных и учебных экскурсий на территории белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС [1].

На территории зоны отчуждения туристы подвергаются воздействию внешнего и внутреннего облучения вследствие радиоактивного загрязнения окружающей среды (воздуха, почвы, водных объектов, а также зданий, транспортных средств, оборудования и др.). Все туристы дают письменное согласие, что администрация Полесского государственного радиационно-экологического заповедника не несет ответственности за возможное ухудшение состояния здоровья (травматизм, заболевания, облучения и т. д.) во время посещения ими зоны отчуждения.

Так что же так привлекает любителей путешествий посетить территорию заповедника? В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике зарегистрирован 1 251 вид растений, это более двух третей флоры страны, 18 из них занесены в Международную Красную книгу и Красную книгу Республики Беларусь. Фауна включает 54 вида млекопитающих, 25 видов рыб, 280 видов птиц. Более 40 видов животных относят к редким и исчезающим видам. Только в 2021 году по туристическим маршрутам в зоне отчуждения побывали более 90 иностранцев в составе более 50 экскурсионных групп.

Турист, помни! Радиационная опасность рядом!

ЛИТЕРАТУРА

1. Полесский радиационно-экологический заповедник // Экскурсии [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://zapovednik.by/ekskursii/poryadok-poseshheniya – Дата доступа: 11.04.2024.

УДК 625.768.5

Студ. Э.И. Зубкевич, Д.В. Матусевич
Науч. рук. ст. преп., канд. с.-х. наук М.В. Балакир
(кафедра безопасности жизнедеятельности, БГТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

С выпадением первого снега частота обращений за помощью в медицинские учреждения по поводу травм ежегодно увеличивается в 2-3 раза. В связи с этим использование антигололедных реагентов на дворовых территориях весьма востребовано, но многие из этих материалов являются небезопасными для окружающей среды.

В данном исследовании были изучены наиболее используемые противогололедные реагенты, а также их влияние на окружающую среду. Для эксперимента в чашки Петри с землёй высаживались семена кресс-салата (40 семян на чашку). Затем согласно нормам расхода и пропорционально площади (0,0069 м^2) вносились антигололедные реагенты: хлорид натрия 0,28 г, песчано-соляная смесь 1,73 г, гранитная крошка 2,76 г [1].

Также была посеяна контрольная проба. После этого чашки Петри оставили в одинаковых условиях при комнатной температуре. Спустя три недели для образцов были проанализированы всхожесть, размеры корней, стебля, листьев.

Таблица – Результаты измерений

Антигололедный реагент	Средняя всхожесть, %	Общий средний размер проб*, мм		
		корень	стебель	лист
Хлорид натрия	67,5	11,7	16,9	2,3
Песчано-соляная смесь	65,0	16,4	20,5	2,4
Гранитная крошка	72,5	21,1	19,3	3,6
Контроль	92,5	20,4	27,1	4,1

*среднеарифметическое значение

Анализ полученных результатов показал, что наихудшие показатели роста растения-индикатора фиксируются в пробах с хлоридом натрия и песчано-соляной смесью. Минимальное воздействие антигололедного реагента на кресс-салат зафиксировано для гранитной крошки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы расхода противогололедных материалов (ПГМ) [Электронный источник] / Режим доступа: https://gruntovozov.ru/. – Дата доступа: 01.04.2024.

УДК 537.87

Студ. Ю.А. Усик
Науч. рук. доц., канд. техн. наук С.В. Киселев
(кафедра безопасности жизнедеятельности, БГТУ)

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОФИСНЫХ РАБОТНИКОВ И НАСЕЛЕНИЕ

Электромагнитное излучение (ЭМИ) сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона – один из физических факторов современной окружающей среды, влияющий на состояние здоровья населения. Проблема влияния на организм человека СВЧ-излучения приобретает все большее значение, так как с каждым годом увеличиваются количество их источников и мощность.

На сегодняшний день механизм продолжительного действия малоинтенсивных СВЧ излучений на организм человека окончательно не изучен, но установлено, что чувствительность органов определяется их функциональным назначением и биофизическими параметрами.

Источниками СВЧ-излучения на рабочих местах офисов, лабораторий и домашней обстановке являются базовые станции сотовой связи, мобильные телефоны, Wi-Fi роутеры; микроволновые печи, ноутбуки, компьютеры, в некоторых случаях - специальные медицинские приборы.

Измерения нормируемого показателя – уровня плотности СВЧ-излучения проводились на постоянных рабочих местах, а также в жилых помещениях на высоте 1м непосредственно у источника излучения и на расстояниях 0,5 м и 1 м от него.

Результаты измерений оценивались в соответствии с санитарными нормами и правилами «Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека» в котором установлено, что предельно допустимый уровень электромагнитного излучения радиочастотного диапазона для населения и рабочих мест лиц составляет 25 мкВт/см^2 [1].

Результаты измерений показали, что уровни плотности потока энергии СВЧ излучения на рабочих местах в среднем составляет 0,5-3,5 мкВт/см^2, а при работе микроволновой печи на расстоянии 0,5 м составляет 27,6 мкВт/см^2, что с учетом кратковременного воздействия соответствует гигиеническим нормативам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека СанПиН от 05.03.2015 № 23 – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2015. – 17 с.

УДК 678.7 – 036
Студ. Е.А. Чепелевич
Науч. рук. доц., канд. техн. наук Л.А. Ленартович
(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

ИЗУЧЕНИЕ ОКРАШИВАЕМОСТИ ПЭТ-КОМПОЗИЦИЙ

Изучение окрашиваемости ПЭТ-композиций включает рассмотрение следующих вопросов: влияние различных технологических параметров на процесс окрашивания, подбор пигментов и красителей, обеспечивающих высокие цветовые характеристики, а также оценку стойкости цвета к воздействию внешних факторов, таких как ультрафиолетовое излучение, температура, механические воздействия и т.д. Исследование окрашиваемости ПЭТ-композиций помогает оптимизировать процесс окрашивания и разработать материалы с желаемыми цветовыми свойствами и цветостойкостью. Однако при окрашивании полимерных волокон возникают некоторые трудности. Так технология получения полимерных волокон включает обязательную стадию вытяжки, которая позволяет регулировать толщину конечного продукта, при этом длина волокна может увеличиться до 75 раз, а также приводит к дополнительной ориентации и упрочнению волокна. При вытягивании происходит получение волокна очень плотной упаковки, в связи с чем сильно уменьшается его способность к окрашиванию. Поэтому, полиэфирные волокна относятся к трудно окрашиваемым. Трудности, связанные с крашением, определяются еще и следующими факторами: компактностью структуры, связанной с процессом вытягивания, и термическими обработками волокна; гидрофобным характером волокна; высоким электроотрицательным дзетапотенциалом волокна, не дающим возможности окрашивать его анионными красителями; отсутствием в макромолекулах полиэтилентерефталата достаточного количества функциональных групп кислотного и основного характера, способных химически взаимодействовать с анион- и катионактивными красителями.

Таким образом, окрашивание полиэфирных волокон представляет определенную трудность. Задачей данного исследования является выбор красителей, устойчивых к вымыванию, обеспечивающих высокие цветовые характеристики. Также интерес вызывает изучение влияния нанодисперсных добавок на способность к окрашиванию ПЭТ-волокон. Наночастицы могут иметь поверхностный заряд, а также содержать различные функциональные группы, способные к взаимодействию с красителями, таким образом, повышая адсорбцию красителей на поверхности волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андросов, В. Ф. Крашение синтетических волокон: учеб. пособие для ВУЗов. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1984. – 272 с.

УДК 547.97 Студ. Ю.В. Онищенко, Я.А. Чередникова
Науч. рук. проф., д-р техн. наук. В.М. Болотов
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ФЛАВОНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В КАЧЕСТВЕ СВЕТОСТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЛИСТИРОЛА

В природе широко распространены полифенольные соединения в виде флавонолов, антоцианов, катехинов, которые широко применяются в качестве натуральных красителей в пищевой промышленности [1]. Нами проводятся исследования по получению гидрофобных флавоноидных соединений из флавоноидсодержащего растительного сырья для использования в качестве антиоксидантов синтетических полимерных материалов, обладающих гидрофобными свойствами.

Предложенный способ получения гидрофобных флавоноловых и антоциановых соединений из природного растительного сырья предусматривает гидролиз гликозидных форм природных флавоноидов путем нагревания реакционной массы в присутствии концентрированной ортофосфорной кислоты [2].

Для изучения антиоксидантной активности гидрофобные флавоноидные соединения растворяли в метилэтилкетоне и добавляли в толуольный раствор полистирола. Растворы полимера и антиоксиданта в чашках Петри помещали в вытяжной шкаф до полного испарения растворителя Полученные пленки полимера разрезали на полоски и направляли на облучение УФ-светом лампой марки RU919 (мод.UV-9W 365 НМ) в присутствии кислорода воздуха на 10 ч.

По окончании фотоокисления облученные и необлученные образцы полистирола с внесенными и невнесенными добавками флавоноидов растворяли в толуоле и измеряли оптическую плотность в диапазоне длин волн от 300 до 540 нм на фотоэлектроколориметре.

Накопление карбонильных групп изучали расчетом отношений поглощения при длине волны 300 нм (поглощение карбонильной группы) к поглощениям при 350, 440,490 и 540 нм (поглощения фрагментов молекул полистирола и флавоноидов) для исключения влияния концентрации растворенных соединений. Некоторые из полученных величин представлены в таблице 1.

Таблица1 – Антиоксидантные свойства флавоноидов

Наименование добавки	Интенсивность накопления C=O -группы в пленке полистирола ($A_{300нм}/A_{350нм}$)		Эффект стабилизации
	без добавки	с добавкой	
Кверцетин	2,95/1,75=1,69	2,90/2,80=1,04	1,69/1,04=1,6
Антоцианидин	2,14/0,67=3,19	1,86/0,84=2,21	3,19/2,21=1,4

Таким образом, проведенные исследования показывают технологию получения гидрофобных флавоноидов из природных соединений растительного сырья и возможность их применения в качестве светостабилизаторов полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов, В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение [Текст] / А.П. Нечаев, Л.А. Сарафанова. СПб. : ГИОРД, 2008. – 240 с.

2. Патент № 2733411 (РФ). Способ получения гидрофобных флавоноидных и антоциановых соединений из флавоноидсодержащего растительного сырья/ В.М. Болотов, Е.В. Комарова, П.Н. Саввин // БИ 2020г, №28. – с. 6.

УДК 678: 67

Студ. Д. А. Концедалова, В.А. Пославская, А.К. Зарубина
Науч. рук.: зав. кафедрой, д-р техн. наук О.В. Карманова;
доц., канд. техн. наук А.С. Казакова
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУТИЛРЕГЕНЕРАТА, ПОЛУЧЕННОГО РАДИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

В связи с ростом потребления полимерных композиционных материалов в различных отраслях промышленности особую актуальность приобретают работы, направленные на изучение возможности применения регенерированных резин в технологии полимерных материалов. Введение регенерата в рецептуру резиновых смесей позволит снизить себестоимость резиновых смесей [1].

Целью работы является изучение изменения структурных параметров радиационного бутилрегенерата при разных дозах облучения. В качестве объектов исследования использовали радиационный бутилрегенерат (РБР), полученный путем воздействия ионизирующего излучения на отходы диафрагменных резин. В образцы, подвергшиеся излучению 34, 40 и 55 кГр соответственно, затем вводили7 мас. ч. масла и гомогенизировали в резиносмесителе при заданном технологическом режиме, который составил 12 минут при 70-80 °С.

Для изучения свойств полученных образцов использовали метод равновесного набухания в нефрасе. Время пребывания образца в нефрасе – 4 суток, технологический режим высушивания – 1 сутки при 60 °С. Оценка производилась по трем параметрам: степень поглощения растворителя(X_1, %), остаточное содержание регенерата после набухания и повторного высушивания (X_2, %) и количество растворив-

шихся в нефрасе веществ (X_3, %). Результаты показателей образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели набухания регенерированных образцов и концентрация поперечных связей образцов

Доза облучения	№	X_1, %	$X_{1\,ср}$, %	X_2, %	$X_{2\,ср}$, %	X_3, %	$X_{3\,ср}$, %	V, 10^{-5} РБР	$V_{ср}$, 10^{-5} РБР
34 кГр	1	326	330	87,0	88,4	13,0	11,6	0,59	0,66
	2	336		89,7		10,3		0,72	
40 кГр	3	477	470	86,1	87,3	13,9	12,7	0,47	0,44
	4	464		88,4		11,6		0,42	
55 кГр	5	554	517	89,6	87,8	10,4	12,2	0,34	0,36
	6	480		86,0		14,0		0,37	

Наблюдается ограниченное набухание: цепи полимера полностью не отделяются друг от друга; возникают две фазы: набухший полимер и раствор малой концентрации, что характеризует наличие сшивок между макромолекулами.

Увеличение дозы облучения оказывает существенное влияние лишь на степень поглощения растворителя (нефраса) образцами регенерата, не оказывая влияния на остаточное содержание регенерата после набухания и повторного высушивания, что свидетельствует о более глубоком разрушении межмолекулярных связей с увеличением дозы облучения, не затрагивающим основную цепь полимера. Проведено определение остаточной концентрации поперечных связей, результаты также представлены в таблице 1.

Можно утверждать, что степень поглощения растворителя коррелирует с концентрацией поперечных связей в образцах, а с увеличением дозы облучения происходит глубокое разрушение межмолекулярных поперечных связей.

Выявление подобных закономерностей позволяет прогнозировать структурные параметры и свойства будущих материалов и оценить перспективу их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mathematical modeling of the thermomechanical destruction process of elastomers treated with ionizing radiation / A. K. Pogodaev, S. G. Tikhomirov, O. V. Karmanova [et al.] // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2019. – Vol. 54, No. 5. – P. 902-908.

УДК 678.762.9

Студ. А.В. Мякишева
Науч. рук.: зав. кафедрой, д-р техн. наук И. Н. Пугачева;
проф., д-р техн. наук С.С. Никулин*
(кафедра ПЭиТБ, *кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА МЕЛАМИНА

Эмульсионно-полимеризационные каучуки завоевали популярность во всем мире благодаря своим уникальным свойствам. В связи с этим растет их производство, что влечет экологические риски, связанные с загрязнением сточных вод хлоридом натрия и лейканолом и компонентами эмульсионной системы после стадии выделения каучука из латекса [1]. В настоящее время проводятся поисковые исследования по замене коагулирующего агента – хлорида натрия, на коагулянты, обладающие биоразлагаемостью, невысокой стоимостью низким расходом и высокой коагулирующей эффективностью.

Цель нашей работы: изучить влияние на выделение бутадиен-стирольного каучука марки СКС-30 АРК из латекса меламином, который не обладает дефицитностью и широко используется в химической промышленности.

Коагуляцию каучукового латекса СКС-30 АРК проводили по общепринятой методике [2]. В качестве коагулирующего агента использовали соль меламина с концентрацией - 2 %, каучуковый латекс - 20%, в качестве подкисляющего агента применяли – 2 % водный раствор серной кислоты.

Меламин представляет собой белые кристаллы, малорастворимые в воде. Поэтому для приготовления его водного раствора добавили концентрированную соляную кислоту для подкисления до pH $\sim$1 и нагревали при температуре 60 °C до полного растворения.

Характеристики латекса бутадиен-стирольного каучука марки СКС-30АРК: сухой остаток – 19,0 - 22,0 %; поверхностное натяжение - 54,0-57,0 мН/м ; pH латекса - 9,4 - 9,6; содержание связанного стирола - 22,0 - 23,5 %.

Для выделения каучука из латекса проводили с использованием раствора соли меламина и водным раствором серной кислоты. pH коагулируемой системы 1 - 2. Образующуюся крошку каучука отделяли серума, промывали водой и обезвоживали в сушильном агрегате. Полное выделение каучука достигали при расходе соли меламина 25 кг/т каучука и температуре 20 °C. При этом создание высоко кислой

среды в катионном коагулянте позволили исключить применение серной кислоты. Исключение серной кислоты из процесса выделения каучука из латекса не отразилось на расходе катионного коагулянта.

В ходе реакции выделения образуются высшие карбоновые кислоты и сернокислая соль катионного электролита. Применение в качестве коагулирующего агента соли катионного электролита теоретически позволяет связать в комплекс гепатогенный реагент – лейканол. Тем самым снизить загрязнение сбрасываемых сточных вод цехами, производящими эмульсионные каучуки. После отделения водной фазы (серума) от крошки каучука она может быть направлена на приготовления раствора коагулирующего агента.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Корнев. Технология эластомерных материалов / Корнев А.Е. и др. //М.: НППА «Истек». – 2009. – 504 с.

2. Н. М. Ровкина. Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами поликонденсации и полимераналогичных превращений / Ровкина, Н. М. // Лабораторный практикум / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-3724-5 – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – 241 с.

УДК 547.979.8

Студ. С.В. Данцева, В.В. Забугина
Науч. рук. доц., канд. техн. наук Е.В. Комарова
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ БАС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Современная косметическая индустрия предлагает потребителю широкую гамму продуктов по уходу за кожей. Все эти продукты обогащены различными биологически активными субстанциями. Развитие химической технологии, биотехнологии и современного машиностроения, основанные на глубоких знаниях в области биологии, биофизики, химии, техники дает возможность создавать все более эффективные косметические средства.

Среди природных биологически активных соединений наиболее широко распространенными являются каротиноидные пигменты, обладающие широкой гаммой окраски от бледно – желтой до красно – оранжевой и имеющие важное биологическое значение для человека, так как обладают А – витаминной активностью, а также способностью лечить онкологические и многие другие заболевания.

Учитывая выше сказанное, целью нашей работы стало расширение ассортимента косметиеских препаратов с использованием натурального гидрофилизированного каротиноидного пигмента, обладающего антиоксидантными свойствами. В результате работы была разработана рецептура нового косметического крема с заменой синтетического красителя на гидрофилизированный каротиноидный краситель, Установлена прямая зависимость между величиной антиоксидантной активности и концентрацией каротиноидного красителя в креме. При хранении происходит изменение АОА с 3 мг/дм^3 до 3, 9 мг/дм^3, по всей вероятности из-за ассоциативных взаимодействий каротиноидных пигментов с компонентами крема. Методами анализа цветности полученного образца нового косметического средства в системе RGB установлено, что цвет остается стабильным в течение срока хранения. Проведен анализ спектров поглощения крема, выявлены четыре пика, соответствующих длинам волн (402-410; 428-437; 455-467; 482-497), характерным для каротиноидных пигментов, что позволяет устанавливать подлинность готового изделия. Крем имеет однородную консистенцию (без сгустков, комков, расслоений), соответствуя нормам качества.

После проведенных исследований по определению термостабильности и коллоидной стабильности не наблюдалось выделение водной фазы. Определение водородного показателя проводили в водной вытяжке, pH исследуемого крема составил 5,9. Полученные показатели соответствуют нормам допустимых значений. Крем легко наносится на кожу и хорошо впитывается. Предложена аппаратурно – технологическая схема приготовления косметических кремов с применением природных каротиноидных гидрофилизированных пигментов, что позволит расширить ассортимент косметической продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ получения модифицированного каротиноидного красителя из растительного сырья: пат.РФ № 2139306 С 09 В 61/00 / В.М. Болотов, Г. Щ. Магомедов, О. Б. Рудаков, Е. В. Комарова // Заявл. 20.07.1998. – Опубл. 10.10.199. – Бюл. № 28 // Изобретения. – 1999. - № 28.

2. Комарова Е.В., Болотов В.М., П.Н. Саввин Получение антоциановых и каротиноидных соединений из растительного сырья и применение их для повышения антиоксидантной активности продуктов питания. Теоретические и практические вопросы интеграции химической науки, технологии и образования: материалы конференции. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2017. – С. 43-50.

УДК 678.7

Студ. А.А. Невинская, Д.В. Волкова
Науч. рук.: доц., канд. хим. наук Е.В. Чурилина;
проф., д-р техн. наук С.С. Никулин
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА ПОЛИАМФОЛИТАМИ НА ОСНОВЕ N,N-ДИАЛЛИЛ-N,N-ДИМЕТИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА

Эмульсионные каучуки широко применяется в шинной и резинотехнической промышленности. Современная промышленность синтетического каучука является потребителем колоссального количества невозобновляемого природного сырья и оказывает отрицательное влияние на окружающую среду.

Улучшить экологические показатели процесса выделения эмульсионных каучуков позволяет использование полимерных коагулянтов различной природы, расход которых в 50 – 100 раз меньше, чем у хлорида натрия и других солей. В этом направлении наиболее эффективными и распространенными коагулянтами являются катионные полиэлектролиты [1], особенно на основе N,N-диаллил-N,N-диметиламмонийхлорида (ДАДМАХ). Сополимеризация последнего с мономерами, содержащими карбоксильные группы, меняет плотность заряда макромолекул за счет появления отрицательно-заряженных звеньев и, несомненно, повлияет на флокулирующую способность полученных продуктов со свойствами полиамфолита.

Цель работы – синтез и оценка коагулирующей способности водорастворимых сополимеров N,N-диаллил-N,N-диметиламмонийхлорида с акриловой кислотой (АК) и малеиновой кислотой (МК) при исследовании процесса выделения каучука СКС–30АРК из латекса.

Сополимеры ДАДМАХ с АК и МК (соотношение мономеров 3 : 7 мол. долей в исходной смеси) синтезированы в водном растворе с применением $K_2S_2O_8$ в качестве инициатора с концентрацией последнего $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л при температуре 60 ºС. Продукты совместной полимеризации высаживали ацетоном и сушили в вакуумном сушильном шкафу при 60 – 65 ºС. Состав сополимеров, содержащих карбоксильные звенья, определяли титриметрическим методом с КОН.

Эффективность коагулирующего действия полимерных продуктов оценивали гравиметрически – по массе образующегося коагулюма и визуально – по прозрачности серума.

Полнота коагуляции из латекса СКС–30АРК флокулянтом ДАДМАХ с малеиновой кислотой достигается при расходе 0.3 кг·т$^{-1}$ и 1 кг·т$^{-1}$ для сополимера ДАДМАХ с акриловой кислотой. Меньший расход сополимера с МК, по-видимому, связан с присутствием в строении большего количества катионных групп (0.62 мол. доли), поскольку ДАДМАХ является более активным сомономером в отличие от системы с акриловой кислотой [2].

Установлено, что физико-механические свойства (условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, относительная остаточная деформация) получаемых каучуков, выделенных с помощью синтезируемых сополимеров, соответствуют показателям, которые указаны в ГОСТ 15627–2019.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Ю.Н. Влияние степени полимеризации катионного полиэлектролита на его дозировку при проведении коагуляции латексов синтетических эмульсионных каучуков // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1 (79). С.318-324.

2. Воробьева А.И., Прочухан Ю.А., Монаков Ю.Б. Аллиловые соединения в реакциях радикальной полимеризации // Высокомолекулярные соединения. Серия С. 2003. Т. 45. № 12. С. 2118-2136.

УДК 665.939.122

Студ. В.А. Кондратова
Науч. рук. доц., канд. хим. наук Е.В. Чурилина
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МЕДИЦИНСКОГО КЛЕЯ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАРДИОХИРУРГИИ

В медицине используют биологические и синтетические клеи [1]. Клеи на основе биологических материалов содержат в своем составе белки, однако их применение связано с риском возникновения аллергических реакций и переноса инфицирующих агентов. В то же время применение биологических медицинских клеев в кардиохирургии при сложных оперативных вмешательствах более предпочтительно, так как биологические клеи обладают высокой биосовместимостью и эластичностью по сравнению с синтетическими композициями. До недавнего времени приоритетным являлся клей BioGlue, выпускаемый компанией CryoLife (США). В сравнении со многими другими медицинскими клеями, BioGlue демонстрирует высокие адгезивные и эластические свойства, благодаря чему хорошо подходит для

предотвращения кровотечений при хрупких сердечно-сосудистых анастомозах [2]. Его существенный недостаток – очень высокая цена и недоступность в условиях санкций. Цель работы – разработка нового медицинского клея на основе доступных компонентов, обладающий оптимальными адгезивными и герметизирующими качествами, не уступающими зарубежным аналогам. Развитие этого направления актуально с целью осуществления стратегии импортозамещения в России. Для разработки рецептуры медицинского клея использовали: растворы биополимеров – человеческого альбумина или коллагена, в качестве отвердителя глутаровый альдегид (ГА) или метилен-бисакриламид (МБАА). Проведена сравнительная оценка эластичности и адгезионной прочности клеевых соединений (табл. 1) на разрывной машине «РМ-50».

Таблица 1 – Сравнительная оценка эластичности и адгезионной прочности

биополимер	отвердитель	соотношение	прочность, МПа	относительное удлинение, %
альбумин (20 %)	ГА 2,5%	4 : 1	25,52	8,75
альбумин (20 %)	ГА 2,5%	5 : 1	34,09	10,47
коллаген (30 %)	ГА 2,5%	4 : 1	25,95	10,36
коллаген (30 %)	МБАА 2%	4 : 1	23,96	10,36
альбумин (20 %)	МБАА 2%	4 : 1	22,21	12,03
альбумин + коллаген	ГА 5%	4 : 1	40,59	8,36
альбумин (20 %)	ГА 10 %	2 : 1	28,21	10,81

На основе экспериментальных данных установлено, что значительной адгезионной прочностью и эластичностью обладают клеевые композиции на основе альбумина в присутствие глутарового альдегида в качестве сшивателя. Разработанные клеи на основе биополимеров не оказывает токсического действия, обеспечивает хорошую адгезию к тканям, однако длительное время полимеризации (более 10 мин) является неудобным для работы хирурга.

На данном этапе работы качество адгезивов, полученных по разработанным рецептурам, уступает оригинальному прототипу BioGlue. Составы разрабатываемого хирургического клея требуют дополнительной доработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демина Н.Б., Чернова Л.В., Козлова Ж.М. Применение клеевых композиций в хирургии. Хирургия Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019; № 3(1). С. 129-134.

2. Despoudi K., Mantzoros I., Ioannidis O., Cheva A., Antoniou N., Konstantaras D., Symeonidis S., Pramateftakis M.G., Kotidis E., Angelopoulos S., Tsalis K. Effects of albumin/glutaraldehyde glue on healing of colonic anastomosis in rats. World J Gastroenterol 2017; 23(31): 5680-5691.

УДК 544.773.432

Студ. М.В. Шапоров
Науч. рук.: доц., канд. хим. наук Н.Ю. Санникова;
проф., д-р хим. наук П.Т. Суханов*
(кафедра ТОСиПП, *кафедра ФиАХ, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ НИТРИТ-ИОНОВ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД ГИДРОГЕЛЯМИ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА

Развитие промышленных процессов и создание современных технологий сопровождается высоким уровнем загрязнения окружающей среды различными химическими веществами. Одними из таких поллютантов являются соединения азота (нитриты, нитраты, ионы аммония и т. д.). Нитриты могут образовывать канцерогенные и мутагенные нитроазосоединения в пищевых продуктах или в пищеварительной системе человека, вызывать необратимые превращения гемоглобина в метгемоглобин (метгемоглобинемия), а также рак, поражение головного мозга и другие заболевания [1].

Для сорбции нитритов из водных сред применяют различные материалы, в том числе полученные из отходов сельскохозяйственных культур – стебли сахарного тростника и кукурузы, солома пшеницы, стебли сои. Один из перспективных материалов, используемых для абсорбции загрязнителей, являются гидрогели на основе акриламида. Благодаря своей устойчивой структуре, они способны эффективно впитывать воду, обладая при этом высокой механической прочностью и химической стабильностью. Гидрогели на основе сополимеров акриламида с акрилатом калия/натрия или графт-сополимеры хитозана, акриловой кислоты и акриламида достаточно доступны и просты в применении. Полиакрилаты нашли применение в качестве систем локальной (адресной) доставки лекарств и сорбентов для удаления поллютантов; при производстве контактных линз и т. д.

Целью работы является изучение закономерностей сорбции нитрит-ионов из водных сред гидрогелями на основе сополимеров акриламида.

Изучена сорбция нитрит-ионов из водных растворов гидрогелями на основе сополимеров акриламида с акрилатом калия/натрия: «Агрикола», «Счастливый дачник». Установлена зависимость сорбции от pH среды, массы полимера, времени достижения химического равновесия, набухающей способности полимера. Оптимизированы условия сорбции. Извлечение нитрит-ионов производилось в статических условиях. Определены степень извлечения и коэффициент сорбции.

Установлено, что равновесная сорбция нитрит-ионов в статических условиях достигается в течение 35-40 мин (табл. 1). При этом масса полимера составляла 0,05 г, а раствор нитрит-ионов с концентрацией 0,01 мг/см^3 брали в объеме 50 см^3.

Таблица 1 – Зависимость степени извлечения нитрит-ионов из водных растворов гидрогелем на основе акриамида

Время t, минуты	5	10	20	30	40
Степень извлечения, %	14,30	28,57	52,86	76,43	86,40

Для изучения зависимости сорбции от массы навески, гидрогель помещали в раствор нитрит-ионов с концентрацией 0,01 мг/см^3 объемом 50 см^3 при постоянном перемешивании в течении 40 минут. Установлено, максимальное количество сорбента, необходимое для полного извлечения полютанта из водных сред составляет 0,3 г.

Изучена десорбция нитрит-ионов из гидрогеля. Для этого в воду помещали предварительно высушенный полимер, насыщенный после сорбции аналитом. Максимальное время десорбции составляет 30 мин. Нитрит-ионы из полимера извлекается после первой стадии десорбции на 50 %, после второй стадии еще на 30 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. A practical FeP nanoarrays electrocatalyst for efficient catalytic reduction of nitrite ions in wastewater to ammonia/ Yuan J., Yin H., Jin X. [et al.] // Appl. Catal. B. 2023. Vol. 325.122353.

УДК 678.762.2

Магистранты Е.Д. Хлабыстов, В.А. Крюков, Е.М. Патенко,
Студ. К.Р. Малюкова
Науч. рук. проф., канд. техн. наук В.А. Седых
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ЭМУЛЬСИОННЫЙ ПОЛИБУТАДИЕН – КАК ЗАЛОГ БЕРЕЖЛИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ АО «ВОРОНЕЖСИНТЕЗКАУЧУК»

АО «Воронежсинтезкаучук»» – отвечает за выпуск растворных и эмульсионных каучуков общей производительность около 350 тысяч тонн в год. В качестве модернизации производства в части бережливых технологий предлагается на базе Воронежсинтезкаучука производить новую марку каучука общего назначения – ЭПБМ-15 и ЭПБМ-27.

По свойства данный каучук близок к бутадиен-стирольному

каучуку СКС-30АРК, уступая лишь в прочности при разрыве (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительные характеристики бутадиеновых каучуков

Наименование показателя	ЭПБМ-27	СКС-30АРК	СКД
Содержание звеньев:			
1,2-	10-25 %	15-20 %	1-5 %
1,4-цис-	10-20 %	15-25 %	> 90 %
1,4-транс	60-75 %	55-75 %	1-8 %
Температура стеклования, °С	-70/-80	-50/-60	-105
Полидисперсность (M_w/M_n)	1,5-2,5	4-5	1,5-5
Прочность при разрыве, МПа	19	25-28	11
Вязкость по Муни, у.е.	38-50	45-55	35-75

Этот каучук характеризуется высокой морозо- и износоустойчивостью, хорошей обрабатываемостью и совместимостью с маслами-наполнителями, высокой воздухопроницаемостью и стойкостью к реверсии [1]. Шины на основе резиновых смесей с использованием ЭПБ-М-27 отличаются повышенным сцеплением с мокрым асфальтом и бетоном. Однако, реализация его ценных свойств возможна лишь при условии пластификации этого каучука высокоароматическими и парафино-нафтеновыми маслами. По сравнению с эмульсионными сополимерными каучуками гомополимер бутадиена наиболее склонен к сшивке и гелеобразованию. Это ухудшаются технологические свойства, однородность каучуков по объему и, как следствие, снижаются физико-механические показатели вулканизатов.

Однако эту проблему можно решить путём введения ингибитора гелеобразования. Проводят это следующим способом: полимеризацию ведут до конверсии мономера 55% и вводят ингибитор 0,3 мас. ч. на мономер калиевого мыла недиспропорционированного таллового масла в виде водного 3%-ного раствора. После чего полимеризацию проводят до конверсии мономера 75%.

Анализ себестоимости ЭПБМ-15 в сравнении СКС-30АРК основывался на следующих предположениях: бутадиен дешевле стирола, на его производство нужно меньшее количество энергоносителей, используется масло-наполнитель, снижается время производства. Для эмульсионного полибутадиена не требуется монтаж дополнительного оборудования, так как можно использовать имеющуюся мощность участка эмульсионной полимеризации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Папков, В.Н. Бутадиен-стирольный каучук. Синтез и свойства. / В.Н. Папков, Э.М. Ривин, Е.В. Блинов. – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – 315 с.

УДК 612.396.11
Магистрант Е.С. Пичугина
Науч. рук. доц., канд. техн. наук П.Н. Саввин
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

СИНТЕЗ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ

В настоящее время во всем мире существует спрос на производство инновационной биоразлагаемой упаковки, которая способствует увеличению срока годности, в том числе скоропортящихся пищевых продуктов. Ключевой аспект создания биоплёнок – синтез раствора для их изготовления. В результате анализа литературы и патентов было обнаружено множество методов синтеза, которые нужно рассмотреть. Однако использование многих методов невозможно в рамках текущего исследования, поэтому на основе множества патентов и научных статей были разработаны и предложены некоторые модифицированные методы, рассмотренные в этой работе.

Целью данной работы является изучение и подбор методик приготовления растворов биополимера для создания биопленок. Изучались методы получения растворов и сушки плёнок для определённой рецептуры биоплёнок с использованием агар-агара, глицерина и дистиллированной воды. Для эксперимента были выбраны два метода приготовления растворов для создания плёнок.

Первый метод основан на использовании механической мешалки: агар-агар заливается 30 мл дистиллированной воды, затем добавляется глицерин и оставшееся количество растворителя. Раствор нагревается до 95 °С и термостатируется в течение 30 минут при постоянном перемешивании. Затем раствор заливается в форму для создания плёнки.

Вторая методика использует электрическую плитку. Готовим навеску агар-агара, замачиваем его в дистиллированной воде, добавляем глицерин и перемешиваем. Ставим на холодную плитку, включаем нагрев и доводим до кипения. Снимаем с плиты и заливаем в форму. В исследовании использовались два метода сушки плёнок: термическая сушка в сушильной камере при температуре 105°С в течение двух часов и естественная сушка на воздухе в течение нескольких дней. Измерение условной прочности, относительного и остаточного удлинения проводилось по ГОСТ 270-75 [1]. Для каждого метода синтеза были приготовлены несколько растворов. Формование пленок проводилось методом полива на чашку Петри.

Результаты первого метода синтеза (рис. 1) были отрицательными. При осмотре было видно, что полимер не сшит и поэтому потрескался при сушке. Кроме того, агар распределился в плёнках неравномерно, из-за чего они стали непрозрачными и мягкими на ощупь. Пленки, полученные вторым методом (рис. 2), напротив, по-

лучились прозрачные и упругие, трещин не было, агар-агар полностью распределился по всей пленке.

Сравнение методов сушки проводилось на плёнках, полученных вторым методом. Внешне они не отличались друг от друга. Были измерены физико-механические показатели. (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1 – Физико-механические показатели пленок, высушенных разными методами

	1Ш	2Ш	3Ш	1В	2В	3В
Прочность, МПа	62	52	58	80	46	78
Относительное удлинение, %	77	57	70	45	23	47
Остаточное удлинение, %	21	19	11	30	20	35

Рисунок 1 – Пленки, полученные первым методом, высушенные: в сушильном шкафу (слева); на воздухе (справа)

Рисунок 2 – Пленка, полученная вторым методом

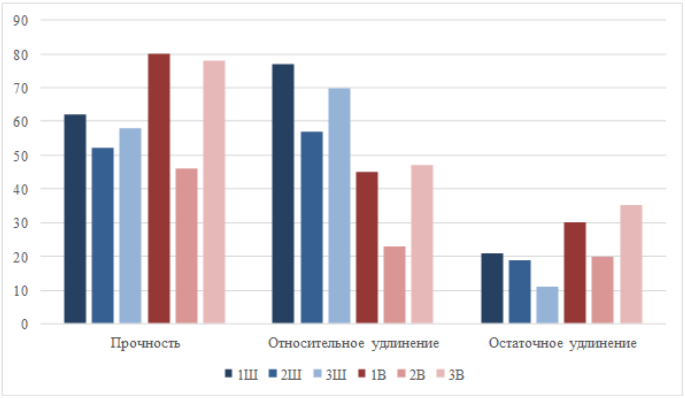


Рисунок 3 – Сравнительная диаграмма прочности, относительного и остаточного удлинения для пленок, высушенных разными методами

В результате проведённого эксперимента было принято решение не использовать первый метод для синтеза растворов, а вместо этого выбрать второй метод. Сушка проводилась на открытом воздухе.

В ходе физико-механического анализа было выявлено, что самой прочной является пленка с содержанием 2 % агар-агара и 1 % глицерина, а самой тонкой с содержанием 1 % агар-агара и глицерина.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении; введ. 01.01.78. – Мск.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.

УДК 678: 67.017

Магистранты Ю.В. Закаблукова, М.В. Рыжов
Науч. рук., доц., канд. техн. наук Ю.М. Нечёсова;
канд. техн. наук А.В. Протасов
(кафедра ПЭиТБ, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЖИДКОФАЗНОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ КАРБОНАТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

При жидкофазном совмещении латексных систем с водными дисперсиями карбоната кальция прочностные показатели получаемых полимерных композиций главным образом определяются степенью диспергирования твердых частиц наполнителя в водной фазе и его поверхностной модификацией. Диспергирование твердых частиц карбоната кальция в водной фазе латекса осложнено способностью к агломерации, в результате чего при коагуляции получается неравномерное распределение инертного наполнителя по полимерной фазе. Для создания устойчивой водной дисперсии карбоната кальция необходимо введение стабилизаторов (диспергаторов).

Целью работы являлось получение устойчивой водной дисперсии природного карбоната кальция для его применения в качестве наполнителя при жидкофазном совмещении с эластомерами.

Исследование проводили в два этапа: подбор поверхностно-активных веществ (ПАВ) и их минимальной концентрации; исследование кинетики диспергирования карбоната кальция в зависимости от способа и времени воздействия. Объектами исследования являлись: тонкоизмельченный природный карбонат кальция и ПАВ, используемые при синтезе эмульсионных каучуков (эдискан; калиевое мыло жирных кислот; додецилбензолсульфонат натрия (сульфанол)).

Диспергирование карбоната кальция проводили с применением механического лабораторного диспергатора и ультразвуковой лабораторной установки в течение 1, 3 и 5 мин. Минимальную концентрацию ПАВ, необходимую для стабилизации дисперсии определяли исходя из значений изменения поверхностного натяжения растворов.

Результаты исследований показали, что с увеличением концентрации ПАВ до 50 мг/дм^3 поверхностное натяжение снижается и выходит на плато, дальнейшее увеличение концентрации не влияет на свойства раствора, поверхностное натяжение практически не изменяется. Диспергирование суспензии карбоната кальция совместно со стабилизаторами эдискан и калиевым мылом жирных кислот вызывало трудности, связанные с интенсивным пенообразованием, в результате чего происходил унос, и концентрирование частиц твердой фазы

на поверхности раздела фаз. Стабилизатор сульфанол, при диспергировании карбоната кальция, является более эффективным и лишен вышеописанных недостатков. После интенсивной механической и ультразвуковой обработки образцы суспензий исследовали на лазерном анализаторе размера частиц. Эффективное диспергирование наблюдалось при механическом перемешивании суспензии в ультразвуковом поле в течение 5 минут. При этом отмечалось распределение частиц по фракциям: грубая фракция – 3 – 6 мкм (6 об. %,), средняя – 1 – 3 мкм (70 об. %), тонкодисперсная фракции – 0,7 мкм – 1мкм (20 об. %). Дальнейшее время механической обработки сопровождалось параллельно протекающими процессами агломерации и диспергирования, средний размер частиц практически не изменялся. Применение ультразвукового воздействия (средний размер частиц 1,4 мкм) предпочтительнее механической обработки (средний размер частиц 1,8 мкм).

ЛИТЕРАТУРА

1. Нифталиев, С.И. Технологическая схема получения гидрофобного карбонатного наполнителя из отходов производства нитроаммофоски [Текст] / С.И. Нифталиев [и др.] // Химическая промышленность сегодня, 2014. – № 6. – С. 26-32.

УДК 678.6

Магистранты С.Р. Овчаренко, А.А. Земляк
Науч. рук. доц., канд. техн. наук А.С. Москалев
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГЕНЕРАТА БУТИЛКАУЧУКА В РЕЦЕПТУРАХ ВОДОНАБУХАЮЩИХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В строительной отрасли особое внимание уделяют полимерным материалам. При сооружении железобетонных конструкций для гидроизоляции используются водонабухающие эластомерные материалы (ВЭМ). Экономичность и экологичность являются важнейшими аспектами любого химико-технологического процесса, и могу быть напрямую связаны с использованием вторичных ресурсов. Поэтому изучение возможности использования в рецептуре водонабухающих эластомерных материалов регенератов каучука является актуальным [1,2]. Цель работы – разработка рецептур, включающих радиационный бутилрегенерат, и изучение свойств водонабухающих материалов на их основе. В качестве полимерной основы композиции использовали комбинацию бутилкаучука марки БК-1675 (70 мас.ч.) и регенерат бутилкаучука (30 мас.ч.), обработанный ионизирующим излучением –

ускоренными электронами дозой 45кГр.В качестве водопоглощающей добавки использовали премикс на основе анионноактивного полиакриламида марки РР355(Китай)и глицерина. Использовали серную вулканизующую группу с комбинацией ускорителей тиурам +альтакс, активаторы вулканизации. Эластомерные композиции изготавливали на вальцах ЛБ 320 160/160 с фрикцией 1:1,14 при температуре около 65ºС. Пласто-эластические свойства резиновых смесей оценивали по вязкости по Муни в соответствии с ГОСТ Р 54552-2011.Вязкость резиновой смеси составила 56усл. ед., что свидетельствует об удовлетворительных технологических свойствах. Вулканизацию образцов осуществляли компрессионным методом при различных режимах, указанных в таблице. Физико-механические показатели вулканизатов определяли на разрывной машине РМИ-250согласно ГОСТ 270-75.

Результаты физико-механических показателей резин представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели ВЭМ

Наименование показателей	Режимы вулканизации		
	165°С× 5 мин	165°С× 10 мин	165°С× 15 мин
Условное напряжение при удлинении на 100 %, МПа	0,7	0,5	0,6
Условное напряжение при удлинении на 300 %, МПа	1,2	1,1	1,1
Условная прочность при растяжении, МПа	2,8	3,1	5,2
Относительное удлинение при разрыве, %	610	520	500
Относительное остаточное удлинение, %	27	25	22

Степень набухания образцов в виде шайб диаметром 50 мм определяли по изменению массы до и после выдержки в воде в течение 10 суток. Наибольшим показателем степени набухания (80%) обладали образцы, полученные при наименьшем времени вулканизации – 5 мин. Образцы, вулканизованные в течение 10 и 15 мин, характеризовались низким показателем набухания около 20 %. Однако, максимальный показатель степени набухания – 80% является приемлемым для подобного типа материалов при удовлетворительном уровне технологических и физико-механических показателей.

Наблюдалось снижение показателя степени набухания после первых 24-х часов испытаний, очевидно, связанное с частичным вымыванием компонентов в водную среду, что свидетельствует о необходимости доработки рецептур и режимов вулканизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование деструкции резин на основе бутилкаучука при получении регенерата / А. С. Казакова, О. В. Карманова, С. Г. Тихомиров [и др.] // Инженерные технологии. – 2023. – № 4(4). – С. 75-83.

УДК 504.062

Магистрант А. С. Сухова; студ. А. В. Шабаева
Науч. рук.: доц., канд. техн. наук Е. А. Рудыка;
доц., канд. техн. наук Е. В. Батурина
(кафедра ПЭ и ТБ, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Предприятия молочной промышленности являются крупными источниками загрязнения водного бассейна. На сыродельном заводе средней мощности в год образуется около 14 000 $м^3$ сыворотки [1]. Неутилизируемые ресурсы молочной сыворотки только в России составляют 2,5 млн. тонн в год [2]. Важнейшим фактом является то, что сыворотка – это основа для производства биогаза.

Целью работы является исследование процесса анаэробного брожения молочной сыворотки совместно с различными отходами пищевой промышленности.

Задачи, которые предстояло решить в ходе данной работы: определение оптимального соотношения сыворотки и осадка сточных вод молочного завода при анаэробном сбраживании и изучение процесса анаэробного сбраживания сыворотки с осадком сточных вод при добавлении в смесь свекольного жома и при добавлении в смесь сточной воды мясокомбината и свекольного жома. В качестве сырья использовали творожную сыворотку, осадок сточных вод молокозавода, полученный на этапах механической и физико-химической обработки, сточные воды с мясокомбината и свекольную массу сахарного завода в разных соотношениях. Исследуемые образцы биомассы загружали в лабораторную установку, и через 5, 11, 18 и 25 дней измеряли массовую долю жира, белка и твердых веществ [3].

В результате экспериментов по анаэробному сбраживанию сыворотки с различными компонентами обнаружили, что при сбраживании смеси сыворотки с осадком сточных вод молокозавода в соотношении 1:1 наблюдается эффективная очистки воды от сухого вещества, белка и жира. Свекольный жом добавляется в сбраживаемую смесь в качестве наполнителя, т.к. его добавление незначительно влияет на эффект очистки по сухим веществам, жиру и белку, но увеличивает выход метана. Самая эффективная очистка наблюдается при сбраживании сыворотки с осадком сточных вод молокозавода и сточной водой мясокомбината в соотношении 2:1:2.

По результатам, полученным в ходе экспериментов, рекомендуем использование анаэробного сбраживания отходов молочной промышленности как отдельно, так и в сочетании с отходами других отраслей пищевой промышленности (мясной, сахарной). С точки зрения снижения нагрузки на техносферу предлагаемый способ очистки

сточных вод и утилизации промышленных отходов является наиболее прогрессивным. В результате образуется биогаз и очищается вода. Эффективность очистки воды от сухих веществ составляет до 69 %, а от белка и жира – до 100 %. Повышение эффективности очистки по сухим веществам на 19 % достигается при добавлении сточных вод от мясоперерабатывающего завода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евдокимов И. А. Современное состояние переработки молочной сыворотки [Текст] /И. А. Евдокимов, А.Г. Храмцов, П. Г. Нестеренко//Молочная промышленность. 2008. – № 11. – С. 36–38.

2. Зябрев А. Ф. Переработка сыворотки – путь к созданию эффективного молочного производства / А.Ф. Зябрев, Т.А. Кравцова, Н.В. Горячий, И. А. Сидоркин // Переработка молока. 2011 № 8. С. 10–11.

3. Роговская И. Н. Биохимический метод очистки производственных сточных вод [Текст] / И. Н. Роговская. – М.: Стройиздат, 2007. – 140 с.

УДК 678: 67.017

Студенты И.А. Писарева, А.В. Мякишева
Науч. рук.: проф., д-р техн. наук С.С. Никулин;
доц., канд. техн. наук Л.А. Власова*
(кафедра ТОСиПП, *кафедра ПЭиТБ, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

СОЛЯНОКИСЛЫЙ ФЕНАЗИН – КАК НОВЫЙ КОАГУЛЯНТ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ

Совершенствование производств синтетических каучуков достигается вводом в эксплуатацию более современных способов их изготовления, высокотехнологичного оборудования, каталитических и инициирующих систем и др. [1, 2, 3]. Это повышает их эффективность, позволяет более экономично использовать природные ресурсы и в достаточной мере обеспечивает экологическую безопасность. Однако внедрение новых разработок не позволяет в полной мере решить многие вопросы, возникающие при изготовлении полимерных материалов. Так процесс снижения агрегативной устойчивости дисперсных систем несет значительную техногенную нагрузку на окружающую природную среду. Поэтому поиск новых технологических решений в этом направлении имеет важное как научное, так и прикладное значение.

Целью работы является исследование возможности применения феназина в качестве коагулирующего агента при производстве бута-

диен-стирольных каучуков и сравнение действия данной соли с такими, ранее изученными флокулянтами, как N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорид и полимера на его основе.

Выделение крошки каучука из латекса СКС-30 АРК проводили по классической методике [4] с использованием солянокислого раствора феназина гидрохлорида (ФГХ) с концентрацией 1,5 % мас. В качестве подкисляющего агента применяли 2,0 % мас. водный раствор серной кислоты. Процесс осуществляли на коагуляционной установке, основным узлом которой была емкость с перемешивающим устройством. Процесс осуществляли при 20^{o} С. Оценку эффективности коагулирующих агентов проводили по прозрачности серума и гравиметрически. Основные показатели товарного бутадиен-стирольного латекса марки: СКС-30 АРК следующие: сухой остаток 21,3 % мас., поверхностное натяжение, 57,1 мН/м, pH латекса – 9,5, содержание связанного стирола 22,7 %.

Отмечено, что гидрохлорид феназина обладает более высокой эффективностью коагулирующего действия в сравнении с ранее исследованными флокулянтами.

Полноту выделения полимера при использовании N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида достигали при расходе 25 кг/т каучука, поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида – 2,0 кг/т каучука и ФГХ – 2,5 кг/т каучука.

Отмечается интересная особенность в поведении низкомолекулярного катионного электролита ФГХ как коагулирующего агента, которая заключается в том, что его расход приближается к расходу катионного полимерного электролита, что вероятнее всего связано с наличием двух атомов азота в молекуле феназина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химия и технология синтетического каучука / Л.А. Аверко-Антонович, Ю.О. Аверко-Антонович, И.М. Давлетбаева, П.А. Кирпичников.– М.: Химия, КолосС, 2008. – 357 с.

2. Насыров И.Ш., Фаизова В.Ю., Капанова В.А., Никулина Н.С., Никулин С.С. Применение в производстве эмульсионных каучуков комбинированного коагулянта хлорид натрия – катионный электролит / И.Ш. Насыров, В.Ю. Фаизова, В.А. и др. // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2020. – № 1. – С. 14–19.

3. Коренев, А.Е. Технология эластомерных материалов / А.Е. Коренев, А.М. Буканов, О.Н. Шевердяев. – М.: Истек, 2009. – 504 с.

4. Практикум по коллоидной химии латексов / Т.Н. Пояркова [и др.] – М.: Издательский дом Академии Естествознания. – 2011. – 124 с.

УДК 67.02:637.146.33 Магистрант Е.М. Коровацкая
Науч. рук.: доц., канд. хим. наук Р.М. Маркевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ);
первый заместитель директора, канд. техн. наук Н.Н. Фурик
(РУП «Институт мясо-молочной промышленности»)

СОЗДАНИЕ КОНСОРЦИУМОВ ЛАКТОКОККОВ С АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Значительная бактериальная обсемененность – одна из основных проблем при приемке молока. Решением может стать использование культур-антагонистов в процессе ферментации молока [1]. Поэтому, цель исследования – создание консорциумов заквасочных микроорганизмов с антагонистической активностью к технически-вредным микроорганизмам.

На основе лактококков-антагонистов было сконструировано 4 консорциума различного состава и проведена оценка их антагонистической активности к технически-вредным микроорганизмам. Сравнительный анализ результатов проводили по среднему значению зоны задержки роста тест-культур каждого вида (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее значение зоны задержки роста тест-культур, мм

№ п./п.	Штаммовый состав*	Дрожжи	Маслянокислые бактерии	Плесневые грибы	Кишечная палочка
№ 1	*L. lactis* subsp. *lactis* **844 М-А, 487 М-А, 1541** М-А, *L. lactis* subsp. *cremoris* **2826 М-А**	0,0	1,7±1,1	25,0±9,6	20,0±1,8
№ 2	*L. lactis* subsp. *lactis* **844 М-А, 1286 М-А, 116 М-А,** *L. lactis* subsp. *diacetylactis* **249 М-ADG, 2187 М-А**	11,7±9,0	1,2±0,8	20,0±7,7	14,0±3,0
№ 3	*L. lactis* subsp. *lactis* 2344 М-А, 2475 М-А, 2616 М-А, *L. lactis* subsp. *cremoris* **2818 М-А,** *L. lactis* subsp. *diacetylactis* **676 М-ADG,** 627 М-ADG	16,7±7,1	6,3±3,0	18,3±7,1	26,0±3,2
№ 4	*L. lactis* subsp. *lactis* 463 М-А, 2031 М-А, 2718 М-А, *L. lactis* subsp. *cremoris* **2826 М-А,** *L. lactis* subsp. *diacetylactis* **676 М-ADG,** 2071 М-ADG	0,7±0,5	2,5±1,2	23,3±9,0	30,0±2,7

* – Штаммы-антагонисты выделены полужирным начертанием

Установлено, что для получения консорциума с высоким уровнем антагонистической активности широкого спектра действия можно комбинировать штаммы-антагонисты и штаммы, не обладающие антагонистической активностью.

Таким образом, при создании консорциумов направленного антагонистического действия необходимо вести индивидуальный подход в определении антагонистической активности для каждого консорциума заквасочных микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.В. Антагонизм как результат межмикробных отношений / А.В. Семёнов // Бюллетень науч. центра УрО РАН. – 2013. С. 1–8.

УДК 628.355

Студ. А.М. Ермакович
Науч. рук.: доц. И.А. Гребенчикова; асп. А.А. Масехнович
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИТЧАТЫХ БАКТЕРИЙ

Нитчатое вспухание активного ила – одна из наиболее серьезных проблем на сооружениях биологической очистки сточных вод. Однако из-за множества факторов, служащих причиной этого явления, единственного верного метода борьбы со вспуханием в настоящее время не разработано [1].

Целью данной работы являлось установление влияния pH среды на морфологические характеристики нитчатых микроорганизмов, а также выявление способности бактерий изменять уровень pH в результате своей жизнедеятельности.

Объектами исследований служили изоляты нитчатых бактерий, выделенные из биоценоза активного ила Минской очистной станции УП «Минскводоканал». Влияние нитчатых форм микроорганизмов на значение pH среды (синтетической сточной воды) анализировали при их культивировании в аэробных, микроаэробных и анаэробных условиях. Значительные различия в сравнении с исходным значением pH среды (6,5) отмечены в анаэробных условиях для бактерий изолятов М4, М5, М9, М41 (pH культуральной жидкости менее 5,0). В микроаэробных условиях значительных отклонений значений pH культуральной жидкости в сравнении с таковыми для исходной среды не установлено. В условиях аэрации заметное снижение pH выявлено при культивировании бактерий изолятов М22, М24 (до уровня 4,9 и 4,1 соответственно).

Для анализа влияния pH среды на развитие нитчатых бактерий культивирование проводили в средах с различными значениями этого показателя (4,0; 6,0; 8,0; 10,0). Установлено, что низкий уровень pH (4,0) способствует распаду бактериальных нитей на отдельные клетки. При значениях pH 6,0 и 8,0 отмечен наиболее активный рост микроорганизмов с формированием длинных нитчатых структур. При высоком значении pH (10,0) бактерии исследованных изолятов способны к образованию нитей средней длины в небольшом количестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркевич, Р.М. Методическое руководство по контролю процесса биологической очистки городских сточных вод / Р.М. Маркевич, И.А. Гребенчикова, М.В. Рымовская. – Минск: БГТУ, 2009. – 161 с.

УДК 543.421/.424 Студ. У.Ю. Гайда
ст. науч. сотр. НПЦ ЛОТИОС Е.Г. Леончикова
зав. лабораторией НПЦ ЛОТИОС О.А. Самосюк
Науч. рук. зав. кафедрой, доц. В.Н. Леонтьев
(кафедра биотехнологии БГТУ);
гл. науч. сотр., проф. В.Н. Гапанович
(Научно-практический центр ЛОТИОС, г. Минск)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ (МИ) СОДЕРЖАНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ (ФС) МЕТФОРМИНА ГИДРОХЛОРИДА (МГ) В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ (ВЗР) ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Промышленный выпуск лекарственных препаратов (ЛП) законодательно предполагает наличие метрологически аттестованных МИ концентрации активных фармацевтических ингредиентов [1-2].

Цель: разработать МИ массовой концентрации ФС МГ в ВРЗ с необходимым пределом определения.

Методы: в работе использован СФ-метод, основанный на способности растворов ФС МГ в воде поглощать УФ-излучение при λ=232 нм. Пробы ВРЗ моделировали в лабораторном вытяжном шкафу при распылении ФС МГ в диапазоне массовых концентраций вещества от 1,0 до 50,0 мг/м^3. Количественное определение ФС МГ проведено по предварительно установленному градуировочному графику, описываемому уравнением y=0,0819x, коэффициент корреляции – 0,9996. Результаты: линейность разработанной МИ подтверждена в интервале концентраций ФС МГ в растворе от 1,0 до 10,0 мкг/см^3, предел количественного определения ФС МГ в ВРЗ – 0,1 мг/м^3 (аналитическая чувствительность – 0,082 (мкг/см^3)$^{-1}$). МИ избирательна, устойчивость метода – менее критического диапазона (0,18 %). Установлены метрологические характеристики МИ: повторяемость, внутрилабораторная воспроизводимость, прецизионность, правильность (смещение метода незначимо), расширенная неопределенность МИ – 18%.

Вывод: разработана и метрологически аттестована МИ содержания ФС МГ в ВРЗ (АМИ МН 0094-2023), которая может быть использована для текущего производственного и оперативного госсаннадзорного контроля при выпуске ЛП на основе МГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон РБ «Об охране труда» от 23.06.2003 № 256-З.

2. Закон РБ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 07.01.2012 № 340-З.

УДК 637.14

Магистрант Е. В. Жуковская
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. В. Н. Леонтьев
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ГИДРОЛИЗ БЕЛКОВ СУХОГО ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА ХИМОТРИПСИНОМ И ЩЕЛОЧНОЙ ПРОТЕАЗОЙ

Одним из способов улучшения свойств белков молока и уменьшения их аллергенности является гидролиз.

Цель работы – изучение гидролиза белков сухого обезжиренного молока (ОАО «Беллакт», Республика Беларусь) протеолитическими ферментами химотрипсином и щелочной протеазой.

Для проведения гидролиза белков использовали ферменты химотрипсин (Sigma Aldrich, США) и протеазу щелочную (активность 1350,0 ед/мг; ООО «Фермент», Республика Беларусь). По литературным данным оптимум pH химотрипсина 8–9, а щелочной протезы 8–10. Активность химотрипсина, которая составила 1345,9 ± 3,3 ед БТЭЭ/мг, определяли по методике [1]. Гидролиз проводили при температуре 40°С, pH 8,0 и фермент-субстратном соотношении 1:40. Полученные пептиды анализировалим методом гель-хроматографии на колонке 1,8×35 см с Sephadex G-50 medium (Pharmacia Fine Chemical, Швеция). Детектирование осуществляли на спектрофотометре Specord U200 Plus (Analytik Jena, Германия) при длине волны 280 нм.

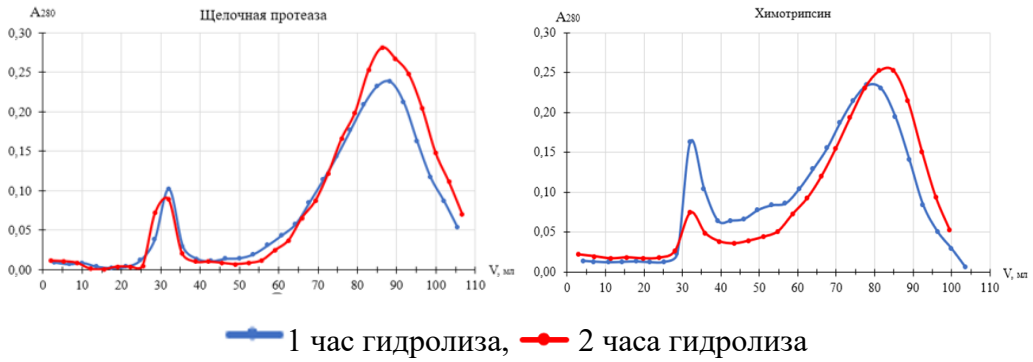


Рисунок – Профили элюирования пептидов, полученных в результате гидролиза белков молока

Таким образом показаны различия в молекулярно-массовом распределении пептидов, полученных под действием химотрипсина и щелочной протеазы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Химотрипсин, лиофилизат для приготовления раствора для инъекций для местного и наружного применения: ФС.3.7.0004.22: введ. 11.04.2022 Москва: Минздрав России, 2022. – 9 с.

УДК: 579.61

Студ. Д.С. Космич
Науч. рук.: ассист. О.В. Нестер; ст. преп. С.И. Вакула
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

CORDYCEPS MILITARIS И ЕГО ПОЛЬЗА ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

В настоящее время большинство населения страдает от хронических заболеваний, и считается, что основными причинами являются быстрая урбанизация и изменения в еде и образе жизни. Поэтому научное сообщество неустанно работает над разработкой продуктов природного происхождения, таких как нутрицевтики, которые могли бы помочь улучшить состояние здоровья человека, не оказывая при этом вредных последствий.

Cordyceps militaris – род спорыньёвых грибов, пиреномицеты, паразитирующие на определённых видах насекомых. В природе встречается более 400 различных видов кордицепсов [1].

Cordyceps militaris входит в число тысяч доступных грибов, содержащих различные биологически активные компоненты, приносящие бесчисленную пользу для здоровья: помогает при артрите; помогает очистить печень, очистить кровь, остановить воспаление и рак; помогает вылечить болезни сердца; лечит болезни дыхательной системы и др. [2].

В биохимическом составе *Cordyceps militaris* присутствуют ценные для фармакологии биологически активные вещества: полисахариды, нуклеозиды, антиоксиданты, кордицепин, коэнзим Q (убихинон), незаменимые аминокислоты, фосфолипиды, витамины Е и С, микроэлементы и макроэлементы. В составе кордицепса содержатся полезные для здоровья человека вещества: стериды, аденозин, пальмитат холестерина, D-маннит (кордицепсовая кислота), пероксид эргостерина, нуклеозид гипоксантин, уридин, 3'-дезоксиаденозин и минералы [2].

Таким образом, *Cordyceps militaris*, как съедобный гриб, может быть идеальным нутрицевтиком, содержащим в своём составе БАВ [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кордицепин для здоровья и благополучия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7356751/. – Дата доступа: 25.03.2024.

2. Кордицепс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://znanierussia.ru/articles/. – Дата доступа: 25.03.2024.

УДК 663.461.2 Студ. Я.А. Мощенкова, И.С. Свидунович
Науч. рук. ассист. О.В. Нестер
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

КОНСЕРВАНТЫ ПРОТИВ ВКУСОВЫХ УБИЙЦ ПИВА

Консерванты – это вещества, добавляемые в пищевые продукты, косметику, лекарства и другие товары с целью предотвращения роста и размножения микроорганизмов, а также сохранения свежести и стабильности продукта на протяжении длительного времени.

Целью нашей работы являлось определение минимальной действующей концентрации (МИК) консервантов, используемых в пивных напитках, на штаммы *Saccharomyces cerevisiae, Saccharomyces carlsbergensis, Candida salmonicola, Staphylococcus aureus.*

В ходе исследования использовали метод диффузии из лунок в агар и метод разведений в жидких средах [1]. Результаты работы представлены в таблице.

Таблица – Определение минимальной ингибирующей концентрации

Микроорганизм	Концентрация микроорганизмов, КОЕ/мл							
	Сорбат калия, 2 мг/мл	Сорбат калия, 0,8 мг/мл	Контроль	RF	МБС, 2 мг/мл	МБС, 1 мг/мл	Контроль	RF
Saccharomyces cerevisiae	$2{,}1\cdot10^{4}$	-	$7{,}7\cdot10^{7}$	3,6	-	$1{,}5\cdot10^{3}$	$1{,}1\cdot10^{8}$	4,9
Saccharomyces carlsbergensis	-	$2{,}3\cdot10^{4}$	$1{,}7\cdot10^{8}$	3,9	-	$1{,}1\cdot10^{5}$	$1{,}7\cdot10^{8}$	3,2
Candida salmonicola	-	$3{,}3\cdot10^{3}$	$1{,}3\cdot10^{8}$	4,6	-	$1{,}6\cdot10^{2}$	$1{,}7\cdot10^{8}$	6,0
Staphylococcus aureus	-	-	-	-	$3{,}5\cdot10^{1}$	-	$2{,}0\cdot10^{8}$	6,8

Взятые нами консерванты подавляют рост как вредоносных штаммов, так и оказывают влияние на пивные дрожжи.

Сравнив 2 консерванта, мы выяснили, что в действии на «дикие» дрожжи, МБС проявил себя лучше, чем сорбат калия (значительно снизилась концентрация КОЕ). Однако, МБС так же подавляет рост пивных дрожжей сильнее, чем другая пищевая добавка. Несмотря на это, данный консервант выгоден для применения его в качестве ингибирования роста «диких» дрожжей, так как его воздействие на полезную культуру не столь критично.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микробиология. Лабораторный практикум: учеб. пособие для Студ.ов специальностей «Биотехнология», «Биоэкология», «Биология». – Минск: БГТУ, 2007. – 160 с.

УДК 615.033

Студ. И.А. Драничников
Науч. рук. доц. О.В. Остроух
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ПРОЦЕДУРА БИОВЕЙВЕРА В РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Применение лекарственных препаратов – неотъемлемая часть жизни человека в современном мире.

Цель фармацевтической разработки – получение лекарственного препарата немедленного действия на основе осельтамивира фосфата дозировками 30 мг и 45 мг в форме твердых желатиновых капсул с эквивалентными оригинальному препарату характеристиками.

Для исключения необходимости проведения биоэквивалентных исследований *in vivo* изучена возможность разработки лекарственного препарата с пропорциональными качественными и количественными составами с зарегистрированным генерическим лекарственным препаратом «Флустоп, капсулы 75 мг» (процедура биовейвера).

Биовейвер – это процедура, которая позволяет оценить биоэквивалентность воспроизведенных лекарственных средств без проведения исследований *in vivo*.

При отсутствии необходимости проведения исследования биоэквивалентности в отношении дополнительных дозировок должны соблюдаться следующие условия:

а) производственный процесс лекарственных препаратов с различными дозировками является одинаковым;

б) качественный состав лекарственного препарата с различными дозировками совпадает;

в) состав лекарственных препаратов с различными дозировками должен быть количественно пропорционален;

г) данные теста сравнительной кинетики растворения подтверждают отсутствие необходимости в проведении дополнительного исследования биоэквивалентности *in vivo*.

Полученные результаты показывают, что профили растворения исследуемого и референтного лекарственных препаратов во всех средах растворения для дозировок 30 мг и 45 мг можно признать сопоставимыми, так как 85% действующего вещества высвобождается в течение 15 минут.

Таким образом, эквивалентность лекарственных препаратов «Флустоп, капсулы, 30 мг и 45 мг» и «Флустоп, капсулы, 75 мг» подтверждена.

УДК 615.014.451

Студ. Д.Р. Криницкий
Науч. рук. доц. О.В. Остроух
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ВАЛИДАЦИЯ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Стерилизация (от лат. sterilis – бесплодный) – валидированный процесс, используемый для освобождения продукции от жизнеспособных микроорганизмов [1].

В связи с тем, что процесс стерилизации должен пройти валидацию, возникает необходимость проведения аттестации стерилизаторов – автоклавов.

Автоклавы, прошедшие аттестацию и отвечающие всем требования регламентирующих документов, гарантированно и с воспроизводимыми результатами приводят к получению лекарственных средств, соответствующих заранее установленным характеристикам качества.

В ходе процесса стерилизации подтверждается:

1. *Аттестация монтажа:* проверка комплектности и актуальности технической документации, монтажа, контрольно-измерительных приборов (КИП);

2. *Аттестация функционирования:* проверка функционирования системы управления, установленных параметров, правильности показаний КИП, реакции системы на аварийные сигналы, эффективности проникновения пара, распределения температуры в пустой и загруженной рабочей камере и др.

При проведении работ на фармацевтическом предприятии в г. Витебск аттестуемому автоклаву был присвоен статус «квалифицирован», поскольку все испытания показали соответствие результата предъявляемым требованиям (таблица).

Таблица – Критические параметры

Предъявляемые требования	Результат испытаний
Поддержание температуры в зоне: 121-124 °С	121,05-123,86
Моментальная разница температуры в камере: не более 2 °С	0,83-0,95
Время фазы экспозиции: 15 мин	30:15-30:25
Стерильность биологических индикаторов после процесса стерилизации	индикаторы – стерильны

ЛИТЕРАТУРА

1. Надлежащая производственная практика в рамках ЕАЭС: утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 3 ноября 2016 г. № 77 – 599 с.

УДК 547.458.88

Студ. Е.А. Семёнова; магистрант Е.В. Костюкович
Науч. рук. доц., канд. техн. наук М.В. Рымовская
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕКТАТА КАЛЬЦИЯ ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ПЕКТИНА

Пектин – это полисахарид растительного происхождения, состоящий из частично этерифицированной метанолом полигалактуроновой кислоты. Свекловичный пектин относится к низкоэтерифицированным пектинам (содержание метоксилированных кислотных групп менее 50%). Такие пектины и их соли характеризуются высокой комплексообразующей способностью и используются в медицине в качестве энтеросорбентов. В частности, пектат кальция обладает хорошей сорбционной способностью и удобен для изготовления различных лекарственных форм препарата [1]. Цель работы – отработать основные условия получения пектата кальция из свекловичного пектина.

Использованный в работе пектин был получен из свекловичного жома кислотным гидролизом с использованием лимонной кислоты, имел влажность 93,5%, степень этерификации 33–42%, 10% раствор в воде давал pH 4,0. В качестве реагента использовали 10% растворы карбоната кальция и хлорида кальция. При внесении солей в раствор ориентировались на достижение pH 6–7. Для определения влияния степени этерификации пектина на количество связавшегося кальция проводили параллельный опыт с деэтерификацией пектина в щелочной среде. Получаемый осадок пектата кальция оценивали визуально и путем микроскопирования при увеличении ×100, определяли влажность и количество связавшегося кальция.

Нами показано, что требуется предварительная очистка пектина от остатков лимонной кислоты, использование карбоната кальция менее удобно, чем хлорида кальция, а деэтерификация увеличивает степень осаждения пектата кальция. Рекомендуемый процесс включает отмывку осадка пектина этанолом, растворение пектина в теплой (50°С) очищенной воде, подщелачивание двукратным избытком гидроксида натрия (pH 10-11), выдерживание 30 мин, внесение эквимолярного количества соляной кислоты (pH 4–5), внесение 10% раствора хлорида кальция, подщелачивание в процессе реакции до pH 6–7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макарова, К.Е. Металлсвязывающая активность низкомолекулярных некрахмальных полисахаридов: дис. … канд. биол. наук: 14.03.06 / К.Е. Макарова. – Владивосток, 2014. – 101 с.

УДК 579.66

Студ. Е.П. Магдич
Науч. рук. ассист. Д.С. Сергиевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ВЫДЕЛЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПОЛИЛАКТИДА

Стремительный рост производства полимерных материалов сопряжен с образованием и накоплением больших объемов соответствующих отходов, утилизация которых известными методами трудоемка и экологически нецелесообразна.

Альтернативой в данном вопросе выступает разработка метода биодеградации, основанного на деструкционной деятельности микроорганизмов в отношении молекулы полимера.

Эффективность предлагаемого метода можно повысить путем создания и использования биоразлагаемых полимерных материалов. На данный момент наибольшую популярность получил полимер полилактид, представляющий собой полиэфир на основе молочной кислоты.

Таким образом, целью научно-исследовательской работы является выделение и характеристика культур почвенных микроорганизмов − потенциальных деструкторов полилактида.

Выделение чистых культур микроорганизмов осуществляли из образцов почв, отобранных в лесной местности и вблизи скопления пластиковых отходов. Разведения со смывов соответствующих образцов высевали на питательную агаризованную среду ММ9. В качестве источников углерода использовали глюкозу и глицерин с конечными концентрациями в среде 0,2 и 2,0% соответственно. Для выделения актиномицетов использовали крахмально-аммиачную среду. В результате работы всего в виде чистых культур выделено 28 бактериальных изолятов.

Отбор перспективных микроорганизмов-деструкторов провели на основе наличия гидролитических ферментов, обуславливающих протеолитическую и/или липолитическую активность.

В результате отобрали 13 перспективных штаммов микроорганизмов, обладающих хотя бы одной из активностей.

Используя перспективные изоляты, провели лабораторный эксперимент по выявлению у них способности к биодеградации образца полилактида для 3D-печати.

Экспонирование полилактида с перспективными бактериями осуществляли в жидкой синтетической питательной среде, не содер-

жащей источников углерода, в шейкере-инкубаторе при температуре 32ºС, частоте встряхивания 160 мин$^{-1}$ в течение 30 суток.

О степени биодеградации исследуемых полимерных образцов судили по изменению кинематической вязкости раствора полилактида в хлороформе. Измерения вязкости раствора проводили с использованием капиллярного вискозиметра ВПЖ-2 с диаметром капилляра 0,56 мм при постоянной температуре окружающей среды 22ºС, концентрации полилактида в растворе составила 5,0 г/л.

По окончанию эксперимента в каждой из трех партий отобрали активные культуры микроорганизмов, продемонстрировавшие в ходе испытаний наибольшую биодеградирующую активность. Таким образом, можно выделить 3 наиболее перспективные культуры, представляющие интерес в области биодеградации рассматриваемого материала. Значения кинематической вязкости растворов для трех указанных бактериальных изолятов будут представлены таблице 1.

Таблица 1 – Кинематическая вязкость растворов полилактида

Образец	Значение кинематической вязкости, мм^2/сек	Разница между значениями кинематической вязкости опытного и контрольного образцов
Контроль 1	0,9113±0,0105	–
Kr24	0,8227±0,0180	0,0886
Kr25	0,7981±0,0213	0,1132
Контроль 3	0,9142±0,0110	–
TXF74	0,8259±0,0289	0,0883

Кроме того, по завершению эксперимента, определили концентрацию жизнеспособных клеток активных изолятов, которая составила от $3 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^8$ КОЕ/мл.

Таким образом, в процессе инкубирования образцов полилактида в присутствии выделенных микроорганизмов установлено достоверное снижение степени полимеризации. Данный факт, в совокупности с высоким титром жизнеспособных клеток, свидетельствует о том, что выделенные бактериальные изоляты способны расщеплять эфирные связи в полимерной матрице и использовать полилактид в качестве источника углерода.

В результате выполнения научно-исследовательской работы выделено 13 перспективных штаммов бактерий, способных осуществлять биодеградацию полилактида с различной активностью. Все штаммы обладают гидролитической активностью, проявляют протеолитическую и/или липолитическую активность. Способны ассимилировать молочную кислоту, образуемую при расщеплении полилактида.

УДК 615.322:582.998.16 Студ. У.А. Ковалевская
Науч. рук. ассист. Я.Л. Страх (кафедра биотехнологии, БГТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА В ТРАВЕ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ

Echinácea purpúrea (L.) Moench. – эхинацея пурпурная – травянистое растение семейства Asteraceae. Траву данного растения применяют в качестве биологически активной добавки или ее составляющей для достижения противовоспалительного и иммуномодулирующего эффектов. Они достигаются в том числе за счет наличия в составе групп веществ, обладающих аниоксидантной активностью. Актуальность изучения растительного сырья в качестве источников веществ, обладающих антиокислительной активностью, растет ввиду с взаимосвязи процессов старения организма, патогенеза различных заболеваний и воспалительных процессов с свободно-радикальным и перекисным окислением [1]. В связи с этим целью работы является определение суммы биологически активных веществ восстановительного характера в экстрактах травы *Echinácea purpúrea* (L.) Moench. Объектом исследования являлись воздушно-сухие листья эхинацеи пурпурной (в количестве 3-х образцов) из коллекции ЦБС НАН Беларуси.

Экстракцию проводили при температуре 70 ºС при атмосферном давлении 70%-ным этиловым спиртом в течение 60 мин при соотношении сырье : экстрагент 1 : 25. Полученные экстракты отфильтровывали и упаривали досуха при 40 ºС в вакууме. Определение суммы биологически активных веществ восстановительного характера экстрактов проводили согласно методике, описанной в патенте RU 2170930 «Способы определения антиокислительной активности». Для анализа использовали растворы экстрактов в 70%- ном этиловом спирте в концентрации 5 мг/мл. В результате эксперимента сумма БАВ восстановительного характера составила в образце № 1 – 1,68 мг/мл, № 2 – 1,88 мг/мл, № 3 – 1,68 мг/мл или 0,34, 0,38, 0,34 мг/ г экстракта соответственно. Приведенные данные являются сопоставимыми для трех анализируемых образцов, в связи с чем можно сделать вывод, что для дальнейшей селекции по параметру содержания БАВ восстановительного характера можно использовать любой из представленных сортообразцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Страх Я.Л. / Определение суммы биологически активных веществ восстановительного характера в вегетативных частях морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) // Я.Л. Страх, О.С. Игнатовец // І міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. «Проблеми та досягнення сучасної біотехнології:», м. Харків, 25 березня 2021 р. / Х. : НФаУ, 2021. – С. 316–317.

УДК 579.61:616-092

Студ. А.Е. Паутова
Науч. рук. ассист. Я.Л. Страх
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭНДОТОКСИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛЬ-ТРОМБ ТЕСТА

Одно из основных требований, предъявляемых к лекарственным средствам – безопасность. Одним из важнейших показателей безопасности лекарственных средств парентерального применения, обеспечивающий их надлежащее качество являются «бактериальные эндотоксины». Эндотоксины представляют собой бактериальные токсические вещества, которые являются структурными компонентами определённых бактерий и высвобождаются только при лизисе бактериальной клетки. Это ключевой момент, который отличает эндотоксины от экзотоксинов, которые секретирует живая бактериальная клетка в окружающую среду.

Валидация – процедура, дающая высокую степень уверенности в том, что конкретный процесс, метод или система будет последовательно приводить к результатам, отвечающим заранее установленным критериям приемлемости; в частности, валидация технологических процессов проводится с использованием образцов не менее трёх серий реального продукта с целью доказательство и предоставление документального свидетельства, что процесс (в пределах установленных параметров) обладает повторяемостью и приводит к ожидаемым результатам при производстве полупродукта или готового продукта требуемого качества; валидация аналитических методов состоит в определении: точности, воспроизводимости, чувствительности, устойчивости (межлабораторная воспроизводимость), линейности и других метрологических характеристик [1].

Гель-тромб тест самый простой и самый известный из всех методов, в точности повторяющий реакцию коагуляции мечехвоста *in vitro*. Для его проведения смешивают равные количеств ЛАЛ-реактива и испытуемого препарата, затем реакционные смеси инкубируют 60 мин при температуре 37°С. Если в результате реакции получается твёрдый гель, то результат называется положительным и означает, что концентрация эндотоксина равна или боле чувствительности ЛАЛ-реактива. Если гель не образуется, то результат отрицательный, и это означает, что концентрация эндотоксина менее чувствительности ЛАЛ-реактива [2]. Схема проведения эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Схема проведения эксперимента

Раствор	Исходный раствор	Растворитель	Фактор разведения	Конечная концентрация КСЭ в испытуемом растворе	Количество повторностей
C	Раствор КСЭ в воде для ЛАЛ-теста с концентрацией КСЭ — 2λ	Вода для ЛАЛ—теста	1 2 4 8	2λ λ 0,5λ 0,25λ	4 4 4 4
D	Вода для ЛАЛ-теста	—	—	—	—

Анализ «Подтверждение заявленной чувствительности ЛАЛ-реактива» является универсальным средством проверки работоспособности тест-системы и может быть использован при решении валидационных задач разного уровня. Заявленная чувствительность ЛАЛ-реактива считается подтверждённой и используется в дальнейших расчётах в том случае, если полученное в эксперименте значение чувствительности ЛАЛ-реактива не менее 0,5λ и не более 2λ, результаты подтверждения чувствительности представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты подтверждения чувствительности анализа

A* / B*	2λ	λ	0,5λ	0,25λ	K—
1	+	+	+	—	—
2	+	+	+	—	—
3	+	+	+	—	
4	+	+	+	—	

*Примечание: A – концентрация контрольного стандарта эндотоксина;
B – номер повторности.

В ходе проведения испытаний была подтверждена заявленная чувствительность ЛАЛ-реактива, выявлены основные аспекты проведения исследуемого испытания.

ЛИТЕРАТУРА

1. ФАРМПРОМ. Валидация в фармацевтическом производстве [Электронный ресурс] – Отраслевой информационный портал – Режим доступа: http://pharmprom.ru/glossary/validation/ – Дата доступа: 22.04.2024.

2. Ситников А.Г. Методы проведения анализа / А.Г. Ситников // Сборник статей, лекций и практических рекомендаций «ЛАЛ–тест», № 4 (11) 2005 г., С 17–32.

УДК 615.322:582.755.1 Студ. А.А. Хилько
Науч. рук. ассист. Я.Л. Страх
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ ГИПЕРИЦИНА ИЗ СЫРЬЯ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО (*HYPERICUM PERFORATUM* L.)

Зверобой продырявленный (лат. *Hypericum perforatum* L.) – многолетнее травянистое растение рода Зверобой (Hypericum) семейства Зверобойные (Hypericaceae). Одно из наиболее распространённых лекарственных растений. В качестве лекарственного сырья используют траву зверобоя (лат. *Herba Hyperici*) – собранные в фазе цветения побеги дикорастущего или культивируемого зверобоя продырявленного. Трава зверобоя содержит дубильные вещества, эфирное масло, β-ситостерин, тритерпеновые сапонины, витамины, флавоноиды, антрахиноны, макро- и микроэлементы и др. Гиперицин – пигмент красного цвета, производное антрахинона, который вместе с гиперфорином содержится в зверобое. Это соединение используется при терапии депрессии, улучшает функциональное состояние центральной и вегетативной нервной системы. Оказывает некоторое антидепрессивное действие, связанное с угнетением активности моноаминооксидазы (МАО) (в основном МАО типа А). Обладает умеренно выраженным седативным эффектом. Целью данной работы является разработка способа выделения гиперицина из зверобоя.

На первом этапе измельчали сырье до размера частиц ≈ 1мм для увеличения полноты извлечения ключевых веществ. Далее обрабатывали сырье дихлорметаном с использованием ультразвуковой бани в течение получаса для очистки от хлорофиллов и других нежелательных примесей. После чего отфильтровывали на фильтре Шотта, подсушивали на воздухе, после чего очищенное сырье направляется на экстракцию. В качестве экстрагента использовали 80% раствор этилового спирта. Соотношение сырье:экстрагент – 1:60. Экстрагировали в течение 1 ч при температуре 43 ºС. После чего экстракт отфильтровывали через бумажный фильтр и упаривали досуха под вакуумом при температуре 40 ºС. Полнота экстракции гиперицина при использовании данного метода достигает 73±4%. Для более полной экстракции используют многократную экстракцию, где кратность равна 6-ти, а выход повышается до 99% [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудометова, Н. А. Исследование экстракции гиперицина из зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) / Н. А. Рудометова, Т.А. Никифорова, И.С. Ким // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. «Процессы и аппараты пищевых производств» – 2016. – № 4. – С. 32–39.

УДК 371.84

Учащ. Д.В. Богданович (Национальный детский технопарк)
Науч. рук. доц. Е.А. Флюрик (кафедра биотехнологии, БГТУ)

РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «БИОТЕХНОЛОГИИ»

В Национальном детском технопарке в настоящее время проводятся занятия с одаренной молодежью по 15 научным направлениям, одним из которых является «Биотехнологии». Занятия проводятся в рамках смены, которая длится 24 дня, учащиеся осваивают учебную программу и выполняют исследовательский проект.

В настоящее время в нашей стране имеется большое количество высокомотивированных ребят, которые задумываются о своей будущей профессии заранее. Но в процессе обучения многие из них теряют интерес к занятиям в целом и к научным исследованиям в частности, одной из причин этого является большой объем информации, который необходимо изучить. Зачастую данная информация преподается сухо, лаконично и неинтересно.

Для обеспечения оптимального соотношения практических и теоретических занятий в течение смены, а также предоставления учащимся дополнительных возможностей по изучению материала, необходимо усовершенствовать имеющийся учебно-методический комплекс (УМК).

УМК – система нормативной и учебно-методической документации, средств обучения и контроля, необходимых и достаточных для качественной организации основных и дополнительных образовательных программ, согласно учебного плана.

Целью нашей работы было отобрать наиболее сложные для освоения темы по направлению «Биотехнологии» и разработать практические средства обучения, предназначенные для повышения интереса к теоретическим и практическим исследованиям.

Для разработки была выбрана тема «Основы микробиологии». В ходе выполнения научно-исследовательской работы был разработан набор «Бактериография», который оснащен всем необходимым для проведения работы по культивированию микроорганизмов и созданию с их помощью картин на питательных средах.

Наглядность, красочность и возможность самому провести первые настоящие эксперименты с микроорганизмами, точно не оставят равнодушных, как взрослых, так и детей, особенно если это имеет не только развлекательное, но и познавательное содержание.

УДК 664.642.1+663.14

Учащ. П.Д. Ивановская (Национальный детский технопарк)
Науч. рук. доц. Е.А. Флюрик (кафедра биотехнологии, БГТУ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИЗВЛЕЧЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ АКТИВАТОРОВ ДРОЖЖЕЙ *SACCAROMYCES CEREVISIAE*

В современной хлебопекарной отрасли актуальными вопросами являются интенсификация технологического процесса, повышение качества готовых изделий, продление сроков хранения хлеба.

Большинство рецептов требуют, чтобы объем поднимающегося теста увеличивался вдвое – это может занять от одного до трех часов, в зависимости от температуры, влажности, используемых ингредиентов. Однако, если добавить слишком большое количество дрожжей в тесто, то может измениться структура изделия, и, чтобы ускорить рост дрожжей, при этом не меняя их количество, были разработаны различные способы, ускоряющие метаболизм дрожжей, а частности – активизация дрожжей с помощью извлечений из растительного сырья.

В работе представлены результаты исследования влияния растительных экстрактов на рост и развитие дрожжей *Saccaromyces cerevisias*.

В качестве активаторов использовали извлечения: шпината (*Spinacia oleracea*); душицы (Origanum vulgare); укропа (*Anethum graveolens*); розмарина (*Rosmarinus officinflis*); голубики (*Vaccinium uliginosum*).

Приготовленные извлечения добавляли непосредственно к дрожжам при приготовлении опары. С использованием активированных дрожжей выпекали образцы хлеба.

Далее провели оценку полученных изделий по органолептическим показателям.

Наилучшие показатели были отмечены у образцов с добавлением настоек голубики и розмарина.

Проведенные исследования наглядным образом продемонстрировали возможность активировать деятельность хлебопекарных дрожжей и получить итоговый продукт с лучшими органолептическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрожжи *Saccaharomyces cerevisiae* морфология, химический состав, метаболизм: учеб. пособие / Т.В. Меледина [и др.]. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 91 с.

УДК 579.61+613.48

Учащиеся С.А. Сасс, В.Д. Василевская
(Национальный детский технопарк)
Науч. рук. доц. Е.А. Флюрик (кафедра биотехнологии, БГТУ)

РАЗРАБОТКА БИОСТЕЛЕК С АНТИГРИБКОВОЙ ПРОПИТКОЙ

Микозы, в том числе и микозы стоп, встречаются достаточно часто во всех странах мира. Доля этих заболеваний в структуре всех дерматологических болезней составляет около 40%. Микоз и ряд других кожных заболеваний стоп, связан с деятельностью микроорганизмов. Поэтому лечение кожных заболеваний достаточно сложный процесс. В данной работе представлены результаты выполнения проекта по созданию простого и действенного варианта решения проблемы – стельки с антимикробным эффектом. Выбор стелек, в качестве профилактического средства, объясняется тем, что они имеются в каждой паре обуви. В настоящее время ассортимент данного товара достаточно широк: стельки против запаха, ортопедические, впитывающие пот, утепленные, но стельки с антимикробным действием представлены очень мало на отечественном рынке. При создании стелек использовали следующее растительное сырье: лаванда, душица и змеевик. Извлечения получали настаиванием сырья в 70%-ом этиловом спирте (соотношение 1 : 3). Далее в полученных настойках определили содержание основных действующих веществ и на основании полученных данных составили смесь для пропитки стелек (соотношение извлечений – 1 : 1 : 1). С помощью луночного метода доказали эффективность действия полученной смеси на культуры *Candida* и *Staphylococcus*. Полученной смесью пропитывали стельки (основа стелек – конопляное волокно и льняной материал). Для определения эффективности полученных образцов проводили их двухэтапную проверку. В начале на плотной питательной среде, далее – в жидкой среде. Полученные образцы стелек проверяли не только по отношению к *Candida* и *Staphylococcus*, но и к некоторым другим культурам (*Escherichia coli, Pseudomonas fluorescens, Bacillus* sp., *Clostridium* sp.). Установили, что наибольший подавляющий эффект данные стельки оказали на рост культур *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas fluorescens*.

В ходе исследования отобрано растительное сырье, обладающее антимикробной активностью к культурам микроорганизмов, вызывающих микоз. Получена пропитка для стелек, которая, как было доказано экспериментально, обладает антимикробными свойствами.

УДК 615.32.453.2

Студ. Е.А. Загадская
Научн. рук. доц. Ю.Г. Чернецкая
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В настоящее время на фармацевтическом рынке Республики Беларусь отсутствуют ранозаживляющие средства в форме порошков для наружного применения на основе растительного сырья.

В качестве источников действующих веществ ранозаживляющих порошков использовались лекарственные растения, произрастающие в Республике Узбекистан: зверобой продырявленный и бессмертник песчаный, содержащие флавоноиды, в том числе гликозид кемпферола и изокверцитрин, обладающие регенерирующими свойствами [1], в качестве наполнителя – целлюлозу микрокристаллическую.

Результаты исследования физико-химических свойств образцов ранозаживляющего порошка разработанного состава представлены в таблице.

Таблица – Результаты исследования физико-химических свойств ранозаживляющего порошка

Физико-химические свойства	На момент выпуска	Через 6 месяцев хранения	Через 12 месяцев хранения
Внешний вид	Порошок с желтоватым оттенком	Порошок с желтоватым оттенком	Порошок с желтоватым оттенком
Потеря в массе при высушивании	7,92 %	7,94 %	8,27 %
Гигроскопичность	5,24 %	5,45 %	5,58 %
Степень набухания	2,04	2,02	2,02
pH	7,11	7,57	7,88
Размер частиц	не более 20 мкм	не более 20 мкм	не более 20 мкм
Насыпная плотность	0,40 г/мл	0,41 г/мл	0,41 г/мл

В результате проведенных исследований установлено, что физико-химические свойства образцов ранозаживляющего порошка на основе растительного сырья стабильны при хранении при температуре (25 ± 2)°С в течение 12 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Evaluation of burn wound healing potential of aqueous extract of Morus alba based cream in rats / N. Bhatia [et al.] // The Journal of Phytopharmacology. 2014. Vol. 3(6). P. 378–383.

УДК 577.334.042.2

Студ. Е.А. Загадская
Научн. рук. Ю.Г. Чернецкая
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ПРИРОДНЫЙ АНТИОКСИДАНТ ПИКНОГЕНОЛ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

Пикногенол (PYC) – это растительный экстракт, полученный из коры французской приморской сосны (*Pinus pinaster ssp. atlantica*), который оказывает антиоксидантное, противовоспалительное и антитромбоцитарное действие. По своему составу PYC представляет собой концентрат полифенолов, которые растворимы в метаноле, горячей воде и этилацетате. В коре основную фракцию полифенолов составляют гидролизуемые и конденсированные дубильные вещества. PYC в основном содержит процианидины и их мономеры (катехин и эпикатехин), а также фенольные кислоты. Общее количество процианидинов составляет до 70 ± 5%. Установлены отсутствие мутагенности, летальная доза (LD50)>5,0 г/кг массы тела, NOAEL>1000 мг/кг/день. Согласно рекомендациям Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA), это соответствует безопасной дозировке более 700 мг/день [1].

Полифенолы различным образом способствуют защите организма от свободных радикалов, действуя как восстановители, поглотители радикалов, доноры водорода и хелаторы металлов.

При пероральном введении PYC увеличивает антиоксидантную активность плазмы, выраженную в способности поглощать кислородные радикалы. Кроме того, известно, что PYC защищает липиды от перекисного окисления свободными радикалами у пожилых людей и людей с ишемической болезнью сердца.

PYC уменьшает повреждение кожи ультрафиолетом и защищает от фотостарения, предотвращает повреждение кожных покровов, вызванное активными формами кислорода (АФК).

Следовательно, является актуальным использование PYC в качестве антиоксиданта для предотвращения заболеваний, вызванных АФК, что делает перспективным его разработку в форме пищевой добавки и в качестве косметического средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Faten A. M. Al-Abkal, Dina M. Khodeer, Yasser M.A. Moustafa: The Possible Protective Effects and Mechanisms of Action of Pycnogenol: In Vivo Animals and Human Studies. Rec. *Pharm. Biomed. Sci.* 5 (3), 71-80, 2021.

УДК 664

Студ. А. В. Денисова
Науч. рук. ст. преп. Е. Ф. Чернявская
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ВЕГАНСКОГО ЙОГУРТА

В последнее десятилетие растительные альтернативы молочным продуктам стали популярны, что подтверждается включением вегетарианских и веганских блюд в меню магазинов и ресторанов. Это способствует росту спроса и восприятию вегетарианской диеты как здорового выбора [1]. Картофель, как важный и распространенный продукт, отличается отсутствием аллергенов и адаптируется к различным климатическим условиям, что делает его перспективным для использования в производстве веганского йогурта [2].

Целью исследования является разработка состава веганского йогурта на основе картофельного "молока", для чего планируется определение концентрации основных (подсолнечное масло, лецитин, картофельное пюре) и дополнительных компонентов (подсластитель, источник белка и т.д.), выбор подходящего загустителя, а также изоляция и оценка свойств молочнокислых бактерий для использования их в качестве пробиотических добавки.

На начальном этапе подбирали соотношение лецитина и масла так, чтобы расслоение эмульсии было минимальным. Для проведения опыта приняли содержание картофельного пюре 5%. В результате отобрали образцы с содержанием лецитина и подсолнечного масла 0,25% + 1%, 0,5% + 5%, 1% + 0,5%, 1% + 5% и 1% + 1% соответственно.

На следующем этапе исследования определяли оптимальное содержание картофельного пюре методом органолептической оценки, учитывая его влияние на основной вкусовой фон продукта. Варьировали концентрации картофеля от 0% до 15% и различные сочетания лецитина и масла, которые показали хорошие результаты в предыдущем эксперименте. Отобранные образцы с содержанием картофеля 2,5%, 5% и 10% обладали стабильностью в день стерилизации и на следующий день, приятным вкусом и цветом.

Для повышения биологической ценности продукта было решено дополнить рецептуру йогурта белковым компанентом. Таким образом следующим этапом стал подбор источника белка и его концентрации. Для подбора источника белка провели серии экспериментов с варьированием концентрации компонентов эмульсии, вида источника белка и его содержания. В качестве источников белка исследовали сухое соевое молоко и гороховую муку. Отбор оптимальных концентраций провели на основании цвета, устойчивости и однородности молока.

Добавление соевого молока не позволило получить стабильную эмульсию, внесение же 15%-ой заваренной гороховой муки в количестве 2% от массы основного продукта дало эмульсию, характеризующуюся высоким уровнем стабильности.

Для придания картофельному молоку приятного вкуса в него добавляли подсластитель. В качестве подсластителя выбрали сахар в количестве 1%, 2%, 3%, 4% и 5%. Проведя органолептическую оценку приготовленных образцов, сделали вывод, что образцы с содержанием сахара 1%, 2% и 3% имеют более приятный вкус.

Для получения консистенции, аналогичной йогурту в картофельном молоке, необходимо использовать загустители. В нашем исследовании мы рассмотрели разные варианты загустителей: альгинат натрия, пектин, ксантановую камедь и агар-агар. После нагревания образцов на водяной бане до полного растворения, мы сравнили их густоту в горячем и холодном состоянии. Отобрали образец с содержанием альгината натрия в 2%, так как он обладает наибольшей стабильностью и требуемой вязкостью.

На основании проведённых исследований мы разработали три варианта продукта на основе картофельного молока с разным содержанием сахара (1%, 2% и 3%).

Во второй части исследования выделяли молочнокислые бактерии (МКБ) для создания пробиотической закваски. Изоляты МКБ были получены из различных кисломолочных продуктов, таких как творог, йогурт, сметана, сыр и закваска. Кроме того, мы также выделяли изоляты из соевого коктейля. Всего было получено 15 изолятов.

На основании изученных свойств отобрали 12 штаммов, исключив морфологически подобные изоляты. Далее мы сосредоточились на их способности сквашивать молоко. В ходе опыта отобрали 7 изолятов, которые успешно сквасили молоко. Эти отобранные изоляты, вместе с коллекционными штаммами, составили совокупность микроорганизмов, которые могут быть использованы в качестве закваски для вегетарианского йогурта согласно разработанной рецептуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. ScienceDirect [Электронный ресурс] / Microbiological, chemical, and sensorial characterisation of commercially available plant-based yoghurt alternatives – https://www.sciencedirect.com/ science/ article/pii/S2666833522000983/. – Дата доступа: 15.04.2024.

2. GooglePatent [Электронный ресурс] / Vegane kartoffelemulsion. – https://patents.google.com/patent/EP3687298A4/de?invetor=Eva+Tornberg. – Дата доступа: 15.04.2024.

УДК 579.61

Студ. П. С. Сергеева
Науч. рук. ассист. Е. Ф. Чернявская
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

РАЗРАБОТКА ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРОДУКТА ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОБИОТЫ ЖКТ НОВОРОЖДЕННЫХ

Пробиотики – это непатогенные для человека (или животного) бактерии или другие микроорганизмы, обладающие антагонистической активностью в отношении патогенных и условно патогенных микроорганизмов и обеспечивающие восстановление нормальной микробиоты человека или выполняющие другие полезные для человека (или животного) функции. Актуальность задачи разработки пробиотиков подтверждает высокая частота дисбиотических нарушений кишечного микробиоценоза, относящихся к одной из наиболее распространенных причин дезадаптации организма у людей всех возрастов. В качестве объектов исследования выступили микроорганизмы, выделенные из микробиоты ЖКТ ребенка, предметом стали – их физиолого-биохимические и морфологические свойства.

На первом этапе исследовательской работы выделяли микроорганизмы из проб содержимого кишечника высевом на селективные питательные среды (среда Блаурокка, среда для роста бифидобактерий, MRS-4), на среду МПА и составляли «пейзаж» микробиоты ЖКТ новорожденного.

На данном этапе было выделено и охарактеризовано 17 штаммов микроорганизмов, среди которых преобладали кокки (6 штаммов) и палочковидные клетки (3 штамма), а также коккобациллы (5 штаммов). В дальнейшем проводили оценку на принадлежность к потенциально пробиотическим штаммам на основании физиолого-биохимических свойств (тест на сквашивание молока, тест на оксидазу, тест на каталазу, тест на отношение к кислороду, тест на спорообразование, окраска по Граму). В результате оценки были отобраны следующие штаммы: *Bif. 1, Bif. 2, Bif. 3, Bif. 5, Bif. 6, Bif. 7б, Lact. 9, Lact. 27б.*

Изоляты *Bif. 1*, *Bif. 3*, *Bif. 5*, *Lact. 9* потенциально являются штаммами, принадлежащие к роду *Enterococcus* (кокковидная форма клеток) Данные штаммы исследовали с помощью ПЦР-теста, используя праймеры для амплификации гена htrA, специфичного к *E. faecalis* и *E. faecium*. В результате проведения анализа определили, что *Bif. 1* пренадлежит к виду *E. faecium.*

В дальнейшем штаммы проверены на кислоточувствительность и антагонистическую способность по отношеню друг к другу и к санитарно-показательным штаммам (таблицы 1 и 2 соотвественно).

Таблица 1 – Кислоточувствительность штаммов

	Концентрация микроорганизмов, КОЕ/мл			
Кислотность среды, pH	2,0	4,0	5,0	6,6
Bif. 1	0	$2{,}1 \cdot 10^3$	$2{,}4 \cdot 10^5$	$6{,}7 \cdot 10^4$
Bif. 2	0	0	$3{,}1 \cdot 10^4$	$3{,}4 \cdot 10^5$
Bif. 3	0	$2{,}1 \cdot 10^3$	$6{,}1 \cdot 10^4$	$6{,}4 \cdot 10^5$
Bif. 5	0	0	$1{,}2 \cdot 10^4$	$5{,}1 \cdot 10^5$
Bif. 6	0	$2{,}1 \cdot 10^3$	$3{,}8 \cdot 10^5$	$7{,}8 \cdot 10^5$
Bif. 7б	0	0	$2{,}1 \cdot 10^3$	$4{,}6 \cdot 10^4$
Lact. 9	0	0	$3{,}0 \cdot 10^4$	$4{,}5 \cdot 10^4$
Lact. 27б	0	0	$1{,}5 \cdot 10^4$	$5{,}3 \cdot 10^4$

По данным результатам определили, что *Bif. 1, Bif. 3, Bif. 7б* имеют низкую кислоточувствительность, что является хорошим показателем для создания аутопробиотического препарата.

Таблица 2 – Антагонистическая способность

Штамм	*Bif. 1*	*Bif. 2*	*Bif. 3*	*Bif. 5*	*Bif. 6*	*Bif. 7б*	*Lact. 9*	*Lact. 27 б*	*S. abony* ATCC 6017	*S. aureus* ATCC 6538	*E. coli* ATCC 8739	*C. albicans* ATCC 10231
Bif. 1	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bif. 2	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bif. 3	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+	+	–
Bif. 5	–	–	+	–	+	–	+	–	+	+	–	–
Bif. 6	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	–
Bif. 7б	–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–
Lact. 9	–	–	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–
Lact. 27 б	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Из данных таблицы определили, что штаммы *Bif. 3, Bif. 6, Lact.* 9 проявляют сильную антагонистическую активность по отношению к другим штаммам молочнокислых бактерий, поэтому их невозможно использовать в комбинированном препарате. Особое внимание на себя обращают штаммы *Bif. 5, Bif. 7б,* так как они проявляют антагонистическую активность по отношению к санитарно-показательным штаммам.

На заключительном этапе отобранные изоляты (*Bif. 1, Bif. 2, Bif. 5, Bif. 7б, Lact. 27б*) оценивали на способность к кислотообразованию. Высокую титруемую кислотность показали штаммы *Bif. 1* (100 °Т), *Bif. 5* (92 °Т), *Bif. 7б* (96 °Т). На основании всех приведенных исследований именно эти изоляты могут стать основой для создания аутипробиотического препарата.

УДК 615.074 Студ. Д.В. Акудович
Науч. рук. канд. биол. наук, ст. преп. Н.Ю. Адамцевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ КАРДЕНОЛИДОВ В ЛИСТЬЯХ НАПЕРСТЯНКИ КРУПНОЦВЕТКОВОЙ

Растения рода Наперстянки служат природным источником карденолидов, которые широко применяются в современной фармакотерапии и не имеют синтетических аналогов. С 1966 года на территории Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси интродуцирован вид наперстянки крупноцветковой (*Digitalis grandiflora* Mill.). Данный вид отличается неприхотливостью, зимостойкостью, устойчивостью к болезням и вредителям.

Известно, что накопление биологически активных веществ в растительном организме зависит от множества факторов, в частности от условий и этапа развития растений. Исходя из вышеуказанного, цель данной работы – выполнить сравнительный анализ содержания карденолидов в листьях наперстянки крупноцветковой в различные фенологические фазы, и определить оптимальные сроки заготовки сырья.

Объектами исследования служили высушенные листья наперстянки крупноцветковой (сбор 2023 года). Экстракцию растительного сырья и количественный анализ сердечных гликозидов выполняли согласно методикам, приведенным в Государственной фармакопее Республики Беларусь (Т. 2, стр. 385) [1].

В таблице представлены результаты количественного определения карденолидов в листьях наперстянки крупноцветковой.

Таблица – Содержание сердечных гликозидов в листьях наперстянки крупноцветковой (в пересчете на дигоксин)

Фенологическая фаза растения	Массовое содержание карденолидов, мг/ г
Вегетация	0,58 ± 0,02
Массовое цветение	**1,46 ± 0,04**
Массовое созревание семян	1,15 ± 0,03

Согласно полученным результатам, заготовку листьев наперстянки крупноцветковой рекомендуется проводить в период массового цветения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная Фармакопея Республики Беларусь II. Т. 2. Контроль качества вспомогательных веществ и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохранения Республики Беларусь, РУП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении», 2012. – 472 с.

УДК 615.074 Студ. И.С. Конюшко
Науч. рук. канд. биол. наук, ст. преп. Н.Ю. Адамцевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТРАВЕ ВОРОБЕЙНИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО

Воробейник лекарственный (*Lithospermum officinale* L.) не является фармакопейным растением, однако с давних времен используется в народной медицине. Внедрение сырья данного вида в официальную медицинскую практику может способствовать организации его культивирования с наработкой достаточного количества биомассы, а также его распространению и расширению ассортимента лекарственных растений, культивируемых в Республике Беларусь.

Цель данной работы – определить содержание различных БАВ в траве воробейника лекарственного. Объектами исследования являлись воздушно-сухие листья и стебли воробейника лекарственного из коллекции лекарственных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Оценку общего содержания фенольных соединений, флавоноидов и производных хлорофилла выполняли спектрофотометрическим методом согласно общепринятым методикам [1, 2]. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Результаты количественного анализа БАВ в траве воробейника лекарственного

Показатель	Значение	
	Листья	Стебли
Фенольные соединения, мг/г	118,68 ± 3,56	109,36 ± 3,28
Флавоноиды, мг/г	7,24 ± 0,21	5,93 ± 0,18
Производные хлорофилла, мг/г	3,72 ± 0,11	0,74 ± 0,02

Согласно полученным результатам, содержание фенольных соединений в листьях и стеблях воробейника лекарственного достигает 10% от сухой массы сырья, из них 5,5% являются флавоноидами. Содержание хлорофилла и в листьях, и в стеблях не достигает 1% от массы сухого сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко, Т.А. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу / Т.А. Денисенко, А.Б. Вишникин, Л.П. Цыганок // Аналитика и контроль. – 2015. – Т. 19, № 4. – С. 373–380.

2. Паста хвойная хлорофилло-каротиновая. Технические условия : ГОСТ 21802-84. – Москва : Государственный комитет по стандартам, 1984. – 13 с.

УДК 579.67:637.146.3

Магистрант О.А. Титова
Науч. рук.: канд. хим. наук, доц. Р.М. Маркевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ);
канд. техн. наук Н.К. Жабанос
(отдел биотехнологий РУП «Институт мясо-молочной промышленности»)

АКТИВНОСТЬ КИСЛОТООБРАЗОВАНИЯ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ *STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS*

Процессы изготовления продуктов с применением культуры *Streptococcus thermophilus* значительно отличаются температурными режимами, поэтому при определении целевого использования бактерий *Streptococcus thermophilus* изучение показателей активности кислотообразования штаммов при различных температурах является актуальным. Способность 10 исследуемых штаммов к кислотообразованию определяли по изменению значений активной кислотности и по приросту значений титруемой кислотности молока через 6 ч ферментации при различных температурных режимах.

Через 6 ч ферментации прирост титруемой кислотности молока составил: 7-12°Т при (28±1)°С; 20-46°Т при (32±1)°С; 51-65°Т при (37±1)°С; 53-79°Т при (42±1)°С. Наибольшие значения данного показателя зафиксированы в образцах, ферментируемых штаммами бактерий 606 ST-A, 2083 ST-A, наименьшие - штаммами бактерий 624 ST-A, 2564 ST-A. Изменение значений активной кислотности молока составило: 0,44-1,58 ед. pH при (28±1)°С; 1,01-1,71 ед. pH при (32±1)°С; 1,74-2,12 ед. pH при (37±1)°С; 1,86-2,27 ед. pH при (42±1)°С. Наименьшие изменения значений активной кислотности наблюдались в образцах молока, ферментируемых штаммом бактерий 624 ST-A, а наибольшие – в образцах, ферментируемых штаммом бактерий 2086 ST-A, 2758 ST-A.

В качестве перспективных для включения в состав заквасок было отобрано 4 штамма бактерий *Streptococcus thermophilus,* обладающих высокой способностью к кислотообразованию (606 ST-A, 2083 ST-A, 2086 ST-A, 2758 ST-A), и 4 штамма бактерий, обладающих умеренной способностью к кислотообразованию (1094 ST-A, 612 ST-A, 2258 ST-A, 2756 ST-A). Для определения направления целевого использования штаммов бактерий 624 ST-A, 2564 ST-A будут проведены дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов/ Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2006 – 455 с.

УДК 615.074 Студ. А.В. Познякова
Науч. рук. канд. биол. наук, ст. преп. Н.Ю. Адамцевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПЛОДАХ ИРГИ КРУГЛОЛИСТНОЙ

Известно, что в народной медицине используют ягоды ирги круглолистной (*Amelanchier ovalis* Medik.) при болезнях желудочно-кишечного тракта, воспалительных процессах горла, для снижения кровяного давления. Это обусловлено высоким содержанием биологически активных веществ, в особенности, витамина С и фенольных соединений.

Цель данной работы – выполнить количественный анализ фенольных соединений в плодах ирги круглолистной. Объектами исследования являлись воздушно-сухие плоды ирги круглолистной, предоставленные сотрудниками Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Для определения общего содержания фенольных соединений и флавоноидов экстракцию сырья проводили 70%-ным этиловым спиртом, для определения содержания антоцианов – 2%-ным водным раствором соляной кислоты, температура процесса составляла (65 ± 5)°С. Оценку общего содержания фенольных соединений, флавоноидов и антоцианов выполняли спектрофотометрическим методом согласно общепринятым методикам [1, 2]. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Результаты количественного анализа фенольных соединений в плодах ирги круглолистной

Показатель	Значение
Общее содержание фенольных соединений (в пересчете на галловую кислоту), мг/г	6,61 ± 0,20
Флавоноиды (в пересчете на рутин), мг/г	3,95 ± 0,12
Антоцианы (в пересчете на цианидин-3-глюкозид), мг/г	3,30 ± 0,09

Согласно полученным результатам, 60% фенольных соединений представлены флавоноидами, которые, в свою очередь, преимущественно являются антоцианами (83%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко, Т.А. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу / Т.А. Денисенко, А.Б. Вишникин, Л.П. Цыганок // Аналитика и контроль. – 2015. – Т. 19, № 4. – С. 373–380.

2. Продукция соковая. Методы определения антоцианов : ГОСТ 32709-2014. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 17 с.

УДК 582.998.16:615.322

Студ. Д.П. Сошко
Науч. рук. асп. А.А. Климович
канд. биол. наук, доц. О.С. Игнатовец
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭКСТРАКТАХ ПУПАВКИ БЛАГОРОДНОЙ

Пупавка благородная – это ценное многолетнее лекарственное растение. Важным классом БАВ, извлекаемым из цветков исследуемого растения, являются флавоноиды – крупнейший класс растительных полифенолов. В настоящее время множество исследований было посвящено изучению фармакологических свойств флавоноидов, что подтверждает их потенциальную ценность для разработки новых лекарственных препаратов с антиоксидантными, противовоспалительными, антиканцерогенными, антимикробными, ранозаживляющими и другими полезными свойствами [1]. Согласно исследованиям флавоноиды, содержащиеся в цветочной массе пупавки благородной, в основном представлены в гликозидной форме, среди которых идентифицированы: антемозид (апигенин-2,3-дигидроциннамоиловая кислота 7-O-β-D-глюкозид), космозиин (апигенин 7-O-глюкозид), хамамелозид [апигенин 7-O-β-D-глюкоза-6″-(3‴-гидрокси-3‴-метилглутарат)], лютеолин 7-O-β-D-гликозид и кверцетин 3-O-α-L-рамнозид [2].

Целью данного исследования является анализ компонентного состава водно-спиртовых экстрактов пупавки благородной методом ВЭЖХ-МС. Оценка компонентного состава образцов водно-спиртовых экстрактов пупавки благородной была проведена методом ВЭЖХ-МС. Анализ проводили в режиме регистрации положительных и отрицательных ионов. Идентификацию веществ проводили по данным МС-спектроскопии по сравнению с библиотечными данными.

Были идентифицированы 4 компонента: хлорогеновая кислота, цинарозид, гиперозид и космосиин. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что наиболее благоприятным периодом для заготовки лекарственного растительного сырья пупавки благородной является фаза массового цветения или бутонизации. Также разработана методика хромато-масс-спектрометрического анализа фенольных соединений пупавки благородной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свойства флавоноидов и их функции в метаболизме растительной клетки: Сб. научн. трудов / Под ред. Т.В. Букина. - Пущино, 1986. - 127 с.

2. Assessment report on Chamaemelum nobile (L.) All., flos / Dezső Csupor // European Medicines Agency, HMPC, 2010. – P. 1–19.

УДК 667

Учащиеся В.С. Коробко, И.А. Шпак (Национальный детский технопарк),
Науч. рук. доц. Е.А. Флюрик (кафедра биотехнологии, БГТУ)

ВЫДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ БЕТАЛАИНОВ

В природе существует широкий спектр пигментов, которые придают растениям яркие цвета. Один из таких классов пигментов, называемых беталаинами, привлекает внимание своей уникальной структурой и свойствами. Исследование беталаинов имеет большой потенциал, так как данные пигменты могут применяться в различных областях, включая фармацевтическую отрасль, пищевую и косметическую промышленности. Изучение свойств беталаинов позволит их более широко использовать при разработке новых лекарственных препаратов и функциональных пищевых добавок.

В данной работе основное внимание уделено выделению и анализу беталаинов, изучению их свойств и возможностей использования в различных областях. Объектом исследования являются корнеплоды свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*) и листья амаранта (*Amaranthus*). Как известно амарант и свекла обладают антимикробными свойствами благодаря содержанию в них беталаиновых пигментов, например, такого как бетацианин. Данное вещество проявляет антимикробную активность против некоторых патогенных микроорганизмов (бактерии и грибы). Для получения красителей использовали листья амаранта и корнеплоды свеклы. Растительное сырье измельчали и заливали или 70% спиртом этиловым, или питьевой водой (соотношение сырье : экстрагент – 1 : 5). В результате получили спиртовое и водное извлечения из растительного сырья.

Исследования показали, что спиртовая настойка амаранта способна ингибировать рост *Tetrococcus* sp., *Penicillium*, настойка свеклы ингибирует рост *Tetrococcus* sp., *Pseudomonas fluorescens, Clostridium* sp., *Penicillium* sp. Для получения разных цветов красителей, у полученных извлечений свеклы и амаранта изменяли показатель pH. Для этого использовали растворы H_2SO_4 – пищевая добавка E513 и NaOH – пищевая добавка E524.

В результате работы получили образцы пищевых красителей из свеклы обыкновенной: жидкий пищевой краситель (красный, желтый, фиолетовый) и порошкообразный пищевой краситель (оранжевый). Данные результаты исследования могут быть положены в основу разработки линейки натуральных отечественных красителей, которые будут являться импортозамещающим продуктом.

УДК 678.046.3

Студенты А. В. Искрицкая, Д. А. Тишко;
Магистрант Д. И. Семёнова
Науч. рук. доц. А. Ф. Петрушеня
(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

ПРОБЛЕМА СОВМЕСТИМОСТИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН С ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕЙ

Сочетание полимеров, их смесей и модификаций с различными наполнителями является одним из наиболее важных способов создания современных композиционных материалов с заданным комплексом свойств.

Использование экологически чистых наполнителей из природного сырья может существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Такие наполнители имеют низкую токсичность и биосферосовместимость, что способствует уменьшению загрязнения окружающей среды при производстве, использовании и утилизации конечных продуктов.

Бентонит является сравнительно недорогим и экологичным материалом для использования. Он образуется в результате выветривания вулканического пепла, чаще всего в присутствии воды. В нашем исследовании используется бентонитовая глина, добытая на месторождении «Острожанское» в РБ. Она характеризуется низким содержанием монтмориллонита (30-50%), а химический состав представлен в основном оксидами SiO_2, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O и Na_2O [1].

Для введения бентонитовых глин в полимерную матрицу часто между кристаллическими слоями глинистого минерала вводятся дополнительные катионы, и полученные органобентониты используют для синтеза. В качестве таких катионов мы использовали катионы соли четвертичного аммония.

В этом случае растущие полимерные цепи плотно прикрепляются (прививаются) к наночастицам и действуют как компатибилизатор (агент совместимости) и матричный материал одновременно [2]. Поэтому в составе композиции могут использоваться компатибилизирующие добавки в виде малеинизированного полиэтилена марки Bondyram TL4114, который представляет собой линейный полиэтилен низкой плотности, модифицированный малеиновым ангидридом и в виде полиэтиленового воска марки ПВ-200, производимый из первичного полиэтилена высокого качества и представленный в виде белых мелкодисперсных гранул.

Несмотря на то, что органофилизация глины позволяет сделать ее поверхность более совместимой с полимерами, органоглина все же

может оставаться несовместимой с некоторыми неполярными полимерами из-за различий в их полярности. Для достижения более высокой степени расслоения органоглины в полимерной матрице часто используют третий компонент, такой как компатибилизатор или агент совместимости.

При добавлении бентонитовой глины в полярные полимеры (полиамиды, полиуретаны, полиакрилонитрилы), происходит взаимодействие между полярными группами на поверхности глины и группами в полимере, что может способствовать улучшению механических и барьерных свойств. Некоторые полярные полимеры также могут способствовать улучшению дисперсии бентонитовой глины в матрице полимера.

Тем не менее, важно учитывать, что несмотря на потенциальную совместимость, необходимо изучить взаимодействие между бентонитовой глиной и конкретным полярным полимером для обеспечения оптимальных результатов и свойств композиционного материала. Если в неполярный полимер ввести не модифицированную глину, то нанокомпозит будет обладать слабыми межфазными взаимодействиями [3].

В ходе обзора мы пришли к выводу, что для устранения или уменьшения этих проблем можно применить методы модификации бентонита и использовать пластифицирующие добавки, которые улучшают совместимость между бентонитом и полимером, обеспечивая более равномерное распределение и улучшение свойств композитного материала. В перспективе мы планируем получить нанокомпозиты с различным содержанием глины и изучить их свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.Н. Москальчук, А.А. Баклай, Т.Г. Леонтьева, Д.К. Стреленко Сорбционные материалы на основе бентонитовой глины месторождения «Острожанское» для обеспечения безопасного обращения с радиоактивными отходами. – БГТУ, 2015. – 8 с.

2. Панасюгин А., Цыганов А., Машерова Н. Модифицированные глины как сорбенты, катализаторы, носители активных каталитических фаз. – БГТУ, 2022. – 198 с.

3. «Molecular interactions arising in polyethylene-bentonite nanocomposites» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/311978667_PolymerClay_Nanocomposites (дата обращения 26.03.2024).

УДК 678.046…… Студ. А.В. Корпусь
Науч. рук. доц. Е.П. Усс
(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С КАНИФОЛЕСОДЕРЖАЩИМИ И НАНОРАЗМЕРНЫМИ ДОБАВКАМИ

Целью работы является оценка влияния канифолесодержащих и наноразмерных добавок на упруго-прочностные характеристики эластомерных композиций до и после теплового старения.

Объектами исследования являлись образцы наполненных резиновых смесей на основе комбинации синтетических полиизопренового и полибутадиенового каучуков. В работе использован канифолетерпеностирольномалеиновый аддукт (КТСМА), полученный путем высокотемпературной обработки смеси терпентина и стирола в соотношении 95:5 малеиновым ангидридом при содержании последнего 46 % от массы реакционной смеси. Дозировка опытного аддукта в резиновой смеси составляла 2 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Для образца сравнения применяли промышленный мягчитель – канифоль сосновую, которую вводили в равнозначной дозировке с КТСМА. В качестве наноразмерных компонентов применяли образцы алмазосодержащей шихты марки АШ-А и ультрадисперсного алмаза УДА СП производства НП АО «Синта» (г. Минск, РБ). Наноматериалы вводили в состав наполненных эластомерных композиций в дозировках 0,1 и 0,2 мас. ч. на 100,00 мас. ч. каучука.

Испытание исследуемых резин для определения упруго-прочностных свойств проводили на разрывной машине при скорости растяжения (500±25 мм/мин) согласно ГОСТ 270–75. Стойкость образцов к термическому старению в воздушной среде оценивали по ГОСТ 9.024-74 при температуре 100±1 °С и продолжительности 72±1 ч. Установлено, что применение наномодификаторов в эластомерных композициях на основе СКИ-3 + СКД оказывает наибольшее влияние на значения модуля 300 % резин. Данный показатель для резин с КТСМА 95:5 и шихтой АШ-А во всех дозировках характеризуется наименьшими значениями по сравнению с другими исследуемыми образцами. Определено, что применение опытных аддуктов с нанодобавками или без них практически не влияет на прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве резин (изменение данных показателей не превышает 6 %) по сравнению с образцом, содержащим канифоль. Установлено, что образцы с КТСМА и вулканизаты с аддуктами и наномодификаторами обладают теплостойкостью на уровне образцов с нанодобавками.

УДК 678.71
Студ. Е.А. Меренкова
Науч. рук. зав. кафедрой, д-р техн. наук О.В. Карманова
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И РЕЗИН, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АКТИВАТОРА И РАЗЛИЧНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ВУЛКАНИЗАЦИИ

При получении резиновых смесей на основе диеновых каучуков применяют серные вулканизующие системы, включающие вулканизующий агент – серу, ускорители вулканизации разных типов и активаторы вулканизации, как правило, стеариновую кислоту и оксид цинка [1]. В настоящее время применяются комплексные активаторы вулканизации с пониженным содержанием оксида цинка, которые обеспечивают улучшение вулканизационных свойств при сохранении требуемого уровня физико-механических показателей, а также улучшают экологические характеристики резиновых смесей [2]. Важным компонентом серной вулканизующей группы является ускоритель, применение которого совместно с активатором обусловливает изменение в широких пределах скорости вулканизации, характера процессов формирования и структуры сетки, а, следовательно, и свойств вулканизата.

Целью работы являлось исследование свойств резиновых смесей и резин, полученных при использовании ускорителей различных классов и комплексного активатора вулканизации с пониженным содержанием оксида цинка. В качестве объектов исследования использовали резиновые смеси на основе синтетического полиизопрена СКИ-3 в присутствии ускорителей вулканизации, принадлежащих к разным классам органических соединений (тиурамы, сульфенамиды, тиазолы) и комплексного активатора вулканизации Вулкатив-С1 (производитель ООО «Совтех», г. Воронеж). Изготовление композиций проводилось в резиносмесителе РС-0,1 по разработанному технологическому режиму с доработкой на лабораторных вальцах ЛБ 320-160/160. Вулканизация осуществлялась в вулканизационном прессе при 143°С 30 минут. В качестве эталона применяли резиновые смеси, в которых содержался оксид цинка 5 мас.ч., стеариновая кислота 2 мас.ч. В опытных резиновых смесях – 5 мас.ч. комплексного активатора вулканизации. В ходе исследования установлено, что опытные образцы характеризовались более высокими показателями физико-механических свойств. При этом твердость по Шору А опытных и эталонных образцов составляла 66-68 усл.ед. При анализе структурных параметров отмечено, что показатели плотности поперечных связей при использовании сульфенамида Ц и тиурама Д значительно превышают показатели образцов с каптаксом. Образцы с комплексным активатором

вулканизации имели плотность сшивки с сульфенамидом Ц и тиурамом Д выше эталона. Сравнивая показатели опытных резин с разными ускорителями, можно сделать вывод о том, что ускорители различных типов по-разному влияют на образование поперечных связей в каучуке при вулканизации и на упруго-прочностные свойства. Однако при сопоставлении эталонных образцов с опытными отмечено, что в последнем случае независимо от типа ускорителя обеспечивается лучший комплекс упруго-прочностных свойств и структурных параметров вулканизатов. Это позволяет рекомендовать комплексный активатор вулканизации для использования в рецептурах на основе диеновых каучуков. На следующем этапе будут проведены расширенные испытания с получением базы данных с прогнозированием технических свойств резин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касперович А. В., Шашок Ж. С., Вишневский К. В. Технология производства резинотехнических изделий : учебно-методическое пособие /. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2014. – 108 с.

2. Создание активирующих систем для эффективной вулканизации эластомеров / О. В. Карманова, Л. В. Попова, О. В. Пойменова, Ю. К. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – № 3(61). – С. 126-129. Карманова О. В.

УДК 678.71

Студ. Е. А. Острохижко
Науч. рук, зав. кафедрой, д-р техн. наук О.В. Карманова
(кафедра ТОСиПП, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

При изготовлении резиновых смесей с высоким содержанием наполнителей применяются технологически активные добавки (ТАД), что позволяет регулировать перерабатываемость резиновых смесей и полуфабрикатов, интенсифицировать технологические процессы, обеспечивая повышение однородности и стабильности свойств готового изделия [1]. Большинство ТАД представлены продуктами высших жирных кислот, ароматических кислот, их солей и эфиров и являются ингредиенами полифункционального действия, так как могут выполнять функцию пластификаторов, диспергаторов ингредиентов, вторичных активаторов вулканизации [2-3]. В технологии шин и резинотехнических изделий наиболее распространённым ТАД является Struktol A50 (ф. «Schill + Seilacher Struktol GmbH», Германия). В работах [3-4] представлены результаты по созданию импортозамещающих химикатов, выполняющих роль и композиций на их основе.

Целью работы являлось получение высоконаполненных эластомерных композитов с использованием технологически активных добавок (ТАД), синтезированных на основе сырья отечественного производства, предназначенных для замены импортного аналога.

В рамках данной работы синтезированы ТАД в виде карбоксилатов цинка разного состава. При синтезе варьировали соотношение карбоновых кислот и цинксодержащих компонентов, получены 5 образцов ТАД: ТАД-7, ТАД-10, ТАД-12, ТАД-15 и ТАД-20 с различным соотношением компонентов. Изготовлены опытные резиновые смеси с высоким содержанием технического углерода П-514 на основе трёх каучуков изопренового (СКИ-3), бутадиенового (СКД) и бутадиен-стирольного (СКС-30АРК). В состав резиновой смеси введены опытные ТАДы. В качестве эталона была изготовлена резиновая смесь с коммерческим продуктом Struktol A89 (ф. «Schill + Seilacher Struktol GmbH», Германия). Содержание технологически активных добавок составлило 5 мас. ч. на 100 мас. ч. кислоты.

Анализ пласто-эластических свойств резиновых смесей показал, что опытные образцы характеризуют меньшим значением вязкости по Муни (ТАД-7 – ТАД-15) по сравнению с эталоном. Условное напряжение при удлинении на 300% и условная прочность при растяжении у всех опытных образцов выше, чем у эталона, что свидетельствует о возможно лучшем распределении компонентов вулканизующей группы и наполнителей и обуславливает более равномерное распределение напряжения при механических нагрузках. Относительное удлинение при разрыве находится на высоком уровне для всех образцов, у ТАД-7 и ТАД-10 данные показатели выше, чем у эталона. При введении опытных ТАД твёрдость по Шору сохраняется на уровне эталона и повышенный у образца ТАД-12. При этом эластичность по отскоку находится практически на одном уровне.

Таким образом, на основе полученных данных, проведена оптимизация состава опытных ТАД, применение которой позволит заменить Struktol в составе резиновых смесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уральский М.Л., Горелик Р.А., Буканов А.М. Контроль и регулирование технологических свойств резиновых смесей. М.: Химия, 1983. – 128 с.

2. Исследование свойств резин в присутствии композиционного активатора вулканизации / О. В. Карманова, С. Г. Тихомиров,

3. Л. В. Попова, А. Ю. Фатнева // Каучук и резина. – 2020. – Т. 79, № 1. – С. 28-31.

4. Попова Л.В., Карманова О.В., Репин П.С., Тарасевич Т.В. Нетрадиционные методы утилизации побочных продуктов масложировой промышленности // Экология производства. 2012. № 12. С. 42.

УДК 678: 67

Студ. Н.М. Сотникова, студ. А.А. Гайворонская
Науч. рук.: доц. М.С. Щербакова; доц. А.С. Казакова
(кафедра технологии органических соединений
и переработки полимеров, ВГУИТ)

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО ЧИСЛА ВЯЗКОСТИ ПТФ

Определение предельного числа вязкости ПТФ, соответствующего требованиям стандарта ГОСТ Р 51695, позволяет оценить качество получаемого полимера (в том числе вторичного) и выбрать метод переработки.

Цель работы - уточнение необходимых условий и процедуры проведения определения предельного числа вязкости раствора ПТФ с помощью двухрожкового вискозиметра серии ВПЖ-2.

Предельное число вязкости (дл/г) определяется для растворов ПТФ по ГОСТ 18249 на вискозиметре любого типа по ГОСТ 10028 с постоянной 0,1 $мм^2/с^2$. Согласно ГОСТ 10028 таким параметрам соответствуют вискозиметры: ВПЖ-1, ВПЖТ-1 с диаметром капилляра 1,16 мм, ВПЖ-2, ВПЖТ-2 с диаметром капилляра 0,99 мм. При этом согласно ГОСТ 18249 обязательным требованием к подбору диаметра капилляра вискозиметра является значение времени истечения чистого растворителя в пределах от 80 до 200 с.

В качестве растворителя согласно ГОСТ Р 51695 используется смесь фенола с 1,2-дихлорбензолом, а также смеси фенола с 1,1,2,2-тетрахлорэтаном, что допускается ГОСТ Р 51695. Растворение ПТФ проводится при непрерывном перемешивании при температуре 135-140 °С в течение не более 15 мин. При использовании других типов растворителей, указанных в стандарте осуществляется пересчет определения предельного числа вязкости. В работе в качестве растворителя использовали смесь фенола с 1,1,2,2-тетрахлорэтаном (50:50 по объему), что допускается ГОСТ Р 51695. При использовании вискозиметра ВПЖ-2 с диаметром капилляра 0,99 мм время истечения чистого растворителя меньше 80 с (26,9 с), однако постоянная вискозиметра соответствует ГОСТ 10028 и равна 0,1 $мм^2/с^2$.

Исходя из ранее полученных данных [1] готовили раствор с концентрацией полимера в смеси фенола с 1,1,2,2-тетрахлорэтаном (50:50) равной 0,007 ±0,005 $г/см^3$.

Навеску гранул ПТФ поместили в предварительно взвешенную на аналитических весах мерную колбу объемом 10 $см^3$ и ½ растворителя. Поместили колбу в термостат разогретый до 135 °С, растворение гранул длилось 45 минут при помешивании раствора каждые 5 минут.

таким Опытным путем получена максимальная начальная концентрация полимера в смеси фенола с 1,1,2,2-тетрахлорэтаном (50:50) равная 0,007 ±0,0005 г/см^3

Далее полученный раствор заливали в вискозиметр. Через 15 мин термостатирования многократно определяли время истечения раствора при температуре термостатирующей жидкости 21,5 °С. Для получения следующей необходимой концентрации рассчитывали необходимый объем растворителя, приливали данный объем к имеющемуся раствору и перемешивали. Полученный раствор взвешивали на аналитических весах для расчета плотности и помещали в вискозиметр. Процедура пошагового уменьшения концентрации повторялась не менее 5 раз. Расчет концентрации проводили согласно ГОСТ 18249. Полученные данные обрабатывались по ГОСТ 18249.

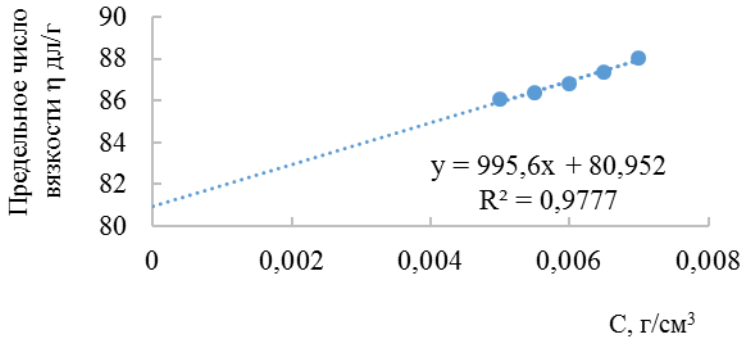


Рисунок 1 – Зависимость придельного числа вязкости от концентрации ПТФ

Таким образом, определены необходимые условия замера предельной вязкости раствора ПТФ применительно к смеси фенола с 1,1,2,2-тетрахлорэтаном (50:50) и вискозиметра ВПЖ-2, а именно: подобран диаметр капилляра вискозиметра равный 0,99 мм, постоянная которого соответствует требованиям ГОСТ 10028-81; установлена начальная максимальная концентрация ПТФ для смеси фенола с 1,1,2,2-тетрахлорэтаном (50:50) позволяющая добиться увеличения продолжительности истечения в 1,2–1,4 раза по сравнению со смесью растворителей; уточнена процедура выполнения методики; характеристическая вязкость ПТФ составила 81,0 дл/г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Седых, А.С. Казакова, М.С. Щербакова Уточнение методики определения предельной вязкости раствора ПЭТФ с помощью вискозиметра ВПЖ-2/ Сборник научных работ 74 науч.-технич. конференция учащихся, студентов и магистрантов. – Минск: БГТУ, 2023 г. Часть 2. – 305 с.

Секция
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ

УДК 502.3

Студ. К. В. Кучмей
Науч. рук. зав. кафедрой А. В. Лихачева
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ЗАО «ВИТЭКС» В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ЗАО «Витэкс» является одним из крупнейших в Республике Беларусь производителем парфюмерно-косметической продукции. Технология производства экстрактов, реализованная на предприятии, характеризуется образованием отходов растительного сырья, которые представляют собой измельченные до 3-5 мм растительные остатки, пропитанные пропиленгликолем либо растительным маслом.

Данные отходы не используются, и вывозятся на полигон ТКО. Такой способ обращения с отходами неприемлем. Поэтому перед нами встал вопрос поиска вариантов использования отходов растительного сырья ЗАО «Витэкс» в сельском хозяйстве.

Анализ научно-технической литературы позволил выделить следующие методы обращения с отходами растительного сырья :

– термическое обезвреживание при температуре 900°С;

– захоронение на полигоне;

– использование при изготовлении строительных изделий:

а) из легкого бетона на органическом заполнителе растительного происхождения;

б) в качестве выгорающей добавки;

– компостирование отходов;

– рекультивация нарушенных земель;

– мульчирование почвы;

– заделка отходов в почву.

Был проведен сравнительный анализ методов использования отходов растительного сырья ЗАО «Витэкс». По результатам которого был сделан вывод, что наиболее целесообразными методами являются компостирование отходов и заделка отходов в почву.

Был проведен эксперимент, по результатам которого были сделаны выводы о целесообразности заделки отходов в почву.

Использование метода заделки отходов в почву позволит улучшить физические, химические и биологические свойства почвы, накопить влагу и улучшить гранулометрический состав почвы. Стоит также упомянуть о том, что при заделке отходов в почву необходимо учитывать время для их трансформации. Таким образом, оптимальное время трансформации отходов составляет примерно 1 год.

УДК 502.3

Студ. А. С. Качкарик
Науч. рук. зав. кафедрой А. В. Лихачева
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧА

Углеродный след является показателем, характеризующим вклад конкретного производства, операции, действия в процесс изменении климата на Земле. В работе проведена сравнительная характеристика углеродного следа кирпича, произведённого традиционным способом на ОАО «Керамин» и с использованием в качестве выгорающей добавки отходов производства ЗАО «Витэкс». Все расчёты выполнены на производственную мощность ОАО «Керамин».

При расчете углеродного следа продукта учитываются выбросы парниковых газов на всех стадиях жизненного цикла, начиная от добычи сырья и заканчивая переработкой отходов, образующихся после окончания срока эксплуатации рассматриваемого продукта.

Жизненный цикл производства кирпича включает следующие стадии: добыча исходного сырья – транспортирование сырья – подготовка исходного сырья – формование кирпича – сушка полуфабриката – обжиг кирпича – бой кирпича и отправка его на повторное использование. Выброс парниковых газов осуществляется на стадии добычи и транспортировки сырья, сушки и обжига кирпича. Это связано с использованием органического топлива при работе техники при добыче сырья и транспортных средств при транспортировке сырья, а также в самом производстве для обеспечения высокотемпературных технологических процессов. На стадии обжига дополнительно происходит выброс парниковых газов за счет разложения отходов, использующихся в качестве выгорающей добавки.

По результатам выполненных расчетов установлено, что в выброс парниковых газов вклад стадии обжига составляет 54,1 %, сушки – 42,4%, транспортировки сырья – 5,5 %. При этом индекс интенсивности выбросов парниковых газов составляет для стадии обжига 1,63; сушки – 1,42; транспортировки сырья – 0,11.

Сравнение рассчитанных количеств выбрасываемых парниковых газов при производстве кирпича традиционным способом и с использованием отходов в качестве выгорающей добавки, показало, что выброс парниковых газов в атмосферный воздух при производстве кирпича с использованием в качестве выгорающей добавки отхода меньше, чем при производстве кирпича традиционным способом. В пересчете на CO_2-экв. это составляет 301,5 т/год или 2,5%.

УДК 502.3

Маг. Ван Гочжэн
Науч. рук. зав. кафедрой А. В. Лихачева
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАГНИТНЫЕ СОРБЕНТЫ ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Цель исследований – получение магнитных сорбентов из отходов металлургической промышленности и определение их свойств.

В качестве объектов исследования рассматривались:

– смесь окалины и сварочного шлака (ОАО «Дорстройиндустрия» Филиал Опытно-механический завод);
– шлак от индукционной печи (ОАО «ЛМЗ Универсал»);
– шлак от дуговой печи (ОАО «ЛМЗ Универсал»);
– магнитные сорбенты, полученные из отходов.

Магнитные сорбенты получали по модифицированной методике Массара методом осаждения из смеси окалины и сварочного шлака. Для перевода соединений железа из отхода в раствор, его обрабатывали 20% раствором серной кислоты при нагревании в течение суток. Затем отделяли фильтрованием непрореагировавший остаток. В образовавшемся растворе определяли содержание ионов железа, рассчитывали необходимый для последующей обработки объем 5% раствора гидроксида калия. В результате чего образовывался и выпадал в осадок смешанный оксид железа (магнитные наночастицы). На следующий день сорбент профильтровывали, промывали, сушили на воздухе, для дополнительного окисления железа (II) в железо (III). После этого просушенный на воздухе сорбент высушивали до постоянной массы.

Композиционные сорбенты получали по приведенной выше схеме, вводя на разных стадиях металлургические шлаки от индукционной и дуговой печи.

Для каждого варианта получения магнитного сорбента составляли материальные балансы, используя данные, определенные в лабораторных условиях при проведении процесса. Технологические процессы получения магнитных сорбентов характеризуются высокой водоемкостью из-за большого расхода воды на стадии промывки сорбента.

Для сравнения вариантов получения магнитных сорбентов, были определены свойства полученных материалов: насыпная плотность, плавучесть, водопоглощение, нефтеемкость, краевой угол смачиваемости, магнитные свойства. Результаты работы подтверждают хорошее качество полученных сорбентов.

УДК 504

Студ. Е. Ю. Зуб
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ОТ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Одним из основных источников выбросов в стекольном производстве являются стекловаренные печи. Варка стекла из шихты протекает при высоких температурах, а многие её компоненты обладают летучестью в этом диапазоне температур. Для достижения необходимой температуры требуется сжигание большого количества топлива, в качестве которого в большинстве случаев используется природный газ. Это неизбежно приводит к образованию загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферный воздух. Таким образом, существует реальная угроза локального загрязнения промышленными выбросами воздушного бассейна. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы от деятельности стекловаренных печей вносят оксиды азота NO_x (около 80%).

В настоящее время наиболее перспективными методами очистки газовоздушных выбросов от оксидов азота являются селективное и неселективное каталитическое восстановление оксидов азота до азота. Для эффективной очистки этими методами необходима предварительная очистка выбросов от пыли и от диоксида серы, который является каталитическим ядом. Особенно много SO_2 выбрасывается от стекловаренных печей в случае использования в качестве одного из компонентов шихты сульфата натрия, например, при производстве флоат-стекла. Чаще всего для очистки от SO_2 используют известковый или известняковый методы, которые подразделяются на сухой, мокросухой и мокрый методы. Предлагается использовать мокрый метод, несмотря на его более высокую стоимость и повышенный расход воды. В этом случае улавливаемый диоксид серы растворяется в воде и переходит в ионную форму, что максимально ускоряет его связывание реагентом. Очистка мокрым методом состоит из следующих этапов: приготовление суспензии; её распыление в абсорбере; образование сульфита кальция, его окисление до гипса. Полученный гипс может использоваться в строительной отрасли для производства гипсокартонных плит или в качестве добавки, регулирующей сроки схватывания, в производстве цемента. Использование мокрого метода обеспечит повышение эффективность очистки от SO_2 до 95 – 98%, что позволит предотвратить отравление катализатора и, в свою очередь, повысить эффективность последующей очистки выбросов от оксидов азота.

УДК 504.06

Студ. А.В. Захарченко
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЧИСТКА ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Очистка промышленных выбросов от летучих органических соединений (ЛОС) является одной из актуальных проблем, поскольку в атмосферу ежегодно выбрасываются десятки тысяч тонн органических веществ в газообразном состоянии. Многие летучие органические соединения (бензол, толуол, этилацетат и др.) обладают токсичными, мутагенными и канцерогенными свойствами. В результате попадания в атмосферу данные вещества и вторичные продукты их фотохимического окисления причиняют ущерб окружающей среде и наносят вред здоровью людей. Существуют различные методы очистки газовоздушных выбросов от ЛОС: сорбционные, биохимический, термический, термокаталитический, плазмокаталитический и др.

Сорбционные методы очистки применяются при относительно высоких концентрациях летучих органических соединений. Главным недостатком этих методов является необходимость регенерации сорбента и извлечение из него уловленных компонентов. При очистке газовоздушных выбросов, содержащих множество различных ЛОС, разделение многокомпонентной смеси после регенерации сорбента является весьма сложным и дорогостоящим процессом. Это обуславливает нецелесообразность применения сорбционных методов в этом случае.

Биохимический метод обеспечивает высокую степень очистки от ЛОС, однако, он требует дополнительных затрат на поддержание жизнедеятельности микроорганизмов. Кроме этого, возникает вопрос утилизации образующейся избыточной биомассы, а длительность очистки может составлять от нескольких дней до нескольких часов.

Термический метод очистки требует высоких температур и дополнительного расхода топлива. Температура обезвреживания может быть снижена путём применения катализаторов. Разновидностью термокаталитического метода является плазмокаталитический, который в последнее время находит всё более широкое применение благодаря своим достоинствам. Этот метод можно использовать в широком диапазоне концентраций ЛОС, в том числе, при весьма незначительных. Плазмокаталитические установки характеризуются высокой производительностью, высокой степенью очистки, компактными размерами, невысоким энергопотреблением, что делает этот метод предпочтительным.

УДК 621.742.55

Студ. К.Д. Ковалёва
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время литейное производство сопряжено с образованием большого количества отходов и сталкивается с проблемой их утилизации. Большинство видов литейного производства можно рассматривать как вторичные материальные ресурсы, для переработки которых предложены соответствующие технологии. Несмотря на это, во многих случаях они размещаются в окружающей среде, выступая как загрязнители почвы, водных ресурсов, атмосферного воздуха вследствие их опасных свойств.

Основная масса отходов металлургических процессов образуется в виде отходов формовочных смесей (земли формовочной горелой), которые относятся к 4 классу опасности и на 90-95% состоят из кварцевого песка. Этот отход образуется при выбивке изделий из форм. Отходы формовочных смесей, как правило, подвергаются регенерации, однако при этом образуется мелкодисперсная фракция, которая не подходит для повторного использования при изготовлении литейных форм. В настоящее время в Республике Беларусь незначительная её часть применяется при производстве керамических изделий, однако большая часть вывозится на полигоны.

Металлургический шлак образуется в печах при плавке металла. Его класс опасности не установлен. Металлургические шлаки подразделяются на ваграночные и сталеплавильные. Металлургический шлак, по литературным данным, может содержать (масс. %): SiO_2 35-47, Al_2O_3 9-16, CaO 30-50, MgO 2-14, Mn_2O_3 до 3 и Fe_2O_3 до 0,7.

Железосодержащая пыль образуется при очистке отливок, а также в системах пылеулавливания от ваграночных печей. Железосодержащая пыль с вредными примесями в соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, относится к 3 классу опасности, без вредных примесей – к 4 классу опасности. Железосодержащая пыль содержит до 25% железа.

Исходя из состава отходов литейного производства, можно сделать вывод, что их следует рассматривать как вторичный материальный ресурс и активнее вовлекать в производственный процесс. Это позволит не только снизить затраты на природное сырьё, но и снизить воздействие на окружающую среду за счёт предотвращения размещения в ней отходов литейного производства.

УДК 666:574.21

Студ. Н.В. Белевец
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ

В настоящее время при производстве силикатных строительных материалов часто предлагается использовать различные отходы: сталеплавильные шлаки, отходы формовочных смесей, золы ТЭЦ, отходы гальванического производства и т.п. При этом основное внимание уделяется определению физико-механических свойств полученных материалов: плотности, прочности при сжатии и изгибе, водопоглощению, морозостойкости и др. В значительно меньшей степени внимание уделяется экологической безопасности материалов, полученных с использованием отходов производства. Между тем отходы часто содержат весьма опасные элементы, попадание которых в окружающую среду могут причинить ей существенный вред.

Можно предложить несколько подходов к определению экологической безопасности силикатных стройматериалов, полученных с использованием отходов производства: химический, санитарно-гигиенический, на основе оценки жизненного цикла.

Химический подход основан на определении химической стойкости керамических материалов, которая определяется в соответствии с ГОСТ 473.1 – 2023 «Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения кислотостойкости». Кислотостойкость характеризует стойкость материала, однако не показывает миграцию токсичных элементов в окружающую среду.

Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов, полученных с использованием отходов производства, предполагает количественное определение химических веществ, выделяющихся из них в объекты окружающей среды.

В последнее время всё чаще используется оценка жизненного цикла (ЖЦ) продукции. ЖЦ – это последовательные или взаимосвязанные стадии производственной системы от добычи сырья до утилизации продукции. При оценке ЖЦ стройматериалов, полученных с использованием отходов, необходимо рассмотреть, как при этом изменится воздействие на окружающую среду на каждой стадии, включая подготовку отхода, его транспортировку, технологический процесс производства с использованием отхода, а также эксплуатацию готовой продукции.

УДК 637.1

Студ. М.М. Милишкевич
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПОДБОР КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ЗАВОДА

Для предприятий молочной промышленности характерно большое количество различных сточных вод. Самые объемные из них это производственные сточные воды от промывки оборудования, загрязнённые в основном органическими веществами. Одним из методов их очистки является коагуляция и флокуляция.

Для экспериментального исследования была приготовлена модельная сточная вода с использованием молока жирностью 3,2% (2 мл молока на 100 мл воды), имеющая pH = 6,95-7,3 и оптическую плотность D_0 = 2,097-2,105. Для исследований были выбраны наиболее распространенные коагулянты (сульфат алюминия, хлорид железа и оксихлорид алюминия) и флокулянты Magnaflok, Zetag и Praestol.

Пробное коагулирование проводилось при различных значениях pH с использованием различных доз коагулянтов и флокулянтов как при их раздельном, так и совместном присутствии.

В ходе эксперимента было установлено, что при использовании в качестве коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ наилучшая очистка (90,8%) наблюдается в нейтральной среде при дозе коагулянта 200 мг на 1 л сточной воды. При добавлении к сточной воде $FeCl_3$ степень очистки достигает 94,8% при pH=10,5 и дозе коагулянта 300 мг на 1 л сточной воды. Наилучшие результаты были получены при использовании оксихлорида алюминия ($Al_2(OH)_5Cl \cdot 6H_2O$) в нейтральной среде при дозе коагулянта 400 мг на 1 л сточной воды (эффективность очистки более 95%).

Для интенсификации процесса очистки также к модельной сточной воде добавлялись различные флокулянты. Было установлено, что при введении анионоактивных и неионогенных флокулянтов очистка сточной воды не происходит. При добавлении катионоактивного флокулянта Zetag 8125 происходит быстрое образование крупных флокул.

Наибольшая эффективность очистки (96,5%) наблюдается при совместном использовании коагулянта $Al_2(OH)_5Cl \cdot 6H_2O$ (доза 400 мг сухого вещества на 1 л сточной воды) и флокулянта Zetag 8125 (доза 50 мг сухого вещества на 1 л сточной воды). При использовании данной комбинации коагулянта и флокулянта также происходит наиболее быстрая очистка сточной воды – эффективность очистки более 96% достигается уже через 2 минуты после введения реагентов.

УДК 637.1

Учащ. Я.Е. Аносович (УО «Национальный детский технопарк»)
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ

Молочная отрасль характеризуется большой водоёмкостью и большим объёмом водооведения. Примеси, содержащиеся в производственных сточных водах предприятий по переработке молока, включают потери молока и молочных продуктов, а также реагенты, применяемые в основном для мойки тары и оборудования. Количество сточных вод зависит от профиля производства, наличия оборотных систем водоснабжения и составляет от 1,0 до 6,0 л на 1 л переработанного молока. Концентрация примесей также зависит от вида выпускаемой продукции (таблица) [1].

Таблица 1 – Характеристика сточных вод предприятий молочной промышленности

Предприятия	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мгO_2/л	БПК, мгO_2/л	Жиры, мг/л	Азот общий, мг/л	Фосфор, мг/л
Молочные	350	1400	1200	до 100	60	8
Сыродельные	600	3000	2400	до 100	90	16

В работе был определён состав производственных сточных вод одного из минских молочных предприятий для дальнейших рекомендаций по выбору наилучшего метода их очистки (таблица 2). Нормативы концентраций загрязняющих веществ при сбросе в городские канализационные сети установлены в соответствии с решением Минского городского исполнительного комитета «Об условиях приема производственных сточных вод» от 9 февраля 2023 № 437.

Таблица 2 – Состав сточных вод молочного предприятия

Определяемый показатель	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мгO_2/л	БПК, мгO_2/л	Железо общее, мг/л	Азот общий, мг/л	Фосфор, мг/л
Концентрация	350	780	530	1,6	38	8
Норматив	400	1000	400	2,8	47	10

Как видно из таблицы, в исследуемых сточных водах наблюдается превышение концентрации загрязняющих веществ по БПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федяева, О.А. Промышленная экология: конспект лекций / О.А. Федяева. – Омск: ОмГТУ, 2007. – 145 с.

УДК 666.71:504.062

Учащ. А.В. Шевчик (УО «Национальный детский технопарк»)
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЦЕНКА СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ

В настоящее время переработка отходов производства является одной из важнейших задач современности, т. к. ее решение позволит снизить воздействие на окружающую природную среду и обеспечить более эффективное использование природных ресурсов. В работе была исследована возможность использования осадков очистных сооружений гальванического производства при изготовлении керамического кирпича.

Образцы кирпича формовались пластическим способом с добавлением отхода в количестве от 5 до 40 масс.%. После сушки они обжигались в электрической печи с изотермической выдержкой при температуре 1000°С в течение часа.

Для полученных образцов определялись плотность, водопоглощение и прочность при сжатии. При увеличении содержания отхода свойства образцов ухудшались – плотность уменьшалась от 1820 до 1330 кг/м^3, прочность при сжатии от 39,8 до 20,2 МПа, водопоглощение увеличивалось от 8,8 до 12,5 %. Однако все образцы соответствовали ГОСТ 530-2012 (марки от М300 до М200).

При увеличении содержания осадка очистных сооружений гальванического производства изменялся цвет образцов керамического кирпича. Он становился более ярким и насыщенным, с красно-бордовым оттенком. Это связано с высоким содержанием гидроксида железа в отходе, который при термообработке превращается в гематит, что подтверждают данные рентгенофазового анализа.

Содержание в осадке сточных вод гальванического производства соединений тяжёлых металлов делает необходимым также изучение санитарно-гигиенических свойств полученных образцов. Для этого моделировались условия эксплуатации кирпича. Образцы с незначительными сколами, имитирующими износ изделий, помещались в кислую среду с pH=4,8, которая моделировала выпадение кислотных дождей. Через 10 суток концентрация ионов Zn (II) в исследуемых растворах составила от 0,364 до 1,222 мг/л, а ионов Cr (VI) от 0,017 до 0,034 мг/л, что ниже ПДК в питьевой воде, однако выше ПДК в воде поверхностных водных объектов. Поэтому такой кирпич рекомендуется использовать для внутренних слоёв стен, чтобы предотвратить его контакт с кислотными осадками.

УДК 666.71:504.062

Учащ. К.А. Крот (УО «Национальный детский технопарк»)
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КИРПИЧА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) продукции – это изучение воздействия на окружающую среду продукции на всех этапах жизненного цикла – начиная с добычи сырья и заканчивая эксплуатацией готовой продукции и обращением с отходами. Очень важно производить эту оценку при переработке отходов, т.к. при замене традиционного сырья на отход может наблюдаться изменение воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла. В работе проводилась ОЖЦ керамического кирпича, полученного с использованием осадка очистных сооружений гальванического производства.

При добыче сырья (глины) воздействие снижается, т.к. часть природного сырья заменяется на отход производства. Также предотвращается воздействие на окружающую среду при хранении отхода, т.к. он используется в качестве вторичного сырья, а не размещается на территории предприятия. Однако, увеличивается воздействие на стадии транспортировки, т.к. отход имеет влажность около 20%, вследствие чего увеличивается масса перевозимых материалов.

На стадии производства основное влияние оказывается на атмосферу. Так, при измельчении глины в атмосферный воздух выбрасываются твёрдые частицы, а при обжиге при сжигании топлива (природного газа) образуются оксиды азота и углерода. При использовании отхода воздействие на окружающую среду практически не меняется.

Наиболее опасной является стадия эксплуатации, т.к. в состав кирпича входит отход, содержащий тяжелые металлы, вследствие чего возможна их миграция в окружающую среду. Было проведено исследование экологической безопасности образцов керамического кирпича путём моделирования условий их эксплуатации в соответствии с МУ 2.1.674-97 «Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промотходов». Концентрация ионов Zn (II) в кислых экстрактах через 30 суток не превышала 1,8 мг/л, ионов Cr (VI) – 0,05 мг/л, что не превышает ПДК в питьевой воде. Однако, для окончательной оценки жизненного цикла керамического кирпича, полученного с использование отхода, исходя из срока их эксплуатации, необходимо изучение миграции ионов тяжелых металлов в течение более длительного времени.

УДК 658.567.1

Магистрант И.В. Доминиковская
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА САХАРА

Для мойки и транспортировки свеклы на предприятиях по производству сахара используется вода. Образующийся в процессе очистки указанных вод осадок состоит из частиц почвы, корешков, кожуры, обломков свеклы и др. Данный осадок относится к числу крупнотоннажных отходов производства сахара. Транспортерно-моечный осадок подвергают сушке в естественных условиях с последующим применением на сельскохозяйственных угодьях.

Цель работы – исследование процесса компостирования с применением транспортно-моечного осадка в качестве компонента сырьевой смеси.

Сырьевую смесь для получения компоста готовили при различном массовом соотношении транспортно-моечного осадка к древесным опилкам (выступающим в роли наполнителя): от одной части отхода к одной, двум, трем, четырем или пяти частям наполнителя. Продолжительность процесса компостирования составляла 60 суток. В течение процесса компостирования проводили увлажнение и периодическое перемешивание компостируемой массы.

Установлено, что компосты, полученные при различном массовом составе сырьевой смеси, по содержанию питательных элементов соответствуют требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям, приготовленным на основе растительных отходов [1]. Компост, полученный при массовом соотношении отхода и наполнителя, равном 1:1, характеризуется максимальным содержанием азота (3,41 мг/кг), а при массовом соотношении 1:3 – наибольшим содержанием калия (в пересчете на K_2O количество составляет 11,41 мг/кг) и фосфора (в пересчете на P_2O_5 количество составляет 19,06 мг/кг). Наибольшим суммарным содержанием азота, фосфора и калия характеризуется компост, полученный при массовом соотношении отход и наполнитель – 1:3. Таким образом, транспортно-моечный осадок может найти применение в качестве сырья для производства компоста.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 34102-2017. Удобрения органические на основе органических отходов растениеводства и предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию – Москва: Стандартинформ, 2017. – 12 с.

УДК 658.567.1

Магистрант Д.В. Мытько
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЦИНКА

Сорбционная очистка сточных вод относится к числу высокоэффективных методов, позволяющих извлекать из раствора загрязняющие вещества различной природы. Расширение областей применения данного метода очистки на практике позволяет получение новых сорбентов. В качестве сорбционных материалов все чаще внимание исследователей привлекают отходы различных отраслей промышленности. К числу таких отходов относится пыль зерновая, образующаяся в процессе производства пищевых продуктов.

Цель работы – определение количества сорбента, вносимого в сточные воды, при проведении процесса очистки. В работе использовали зерновую пыль, образующуюся на одном из предприятий по производству солода. Известно, что пыль зерновая относится к четвертому классу опасности [1]. Для расширения направлений ее применения в работе проведены исследования по определению сорбционных свойств данного отхода. В процессе исследования использовали модельные сточные воды, содержащие ионы цинка. Содержание сорбционного материала в пробе изменялось в диапазоне от 2 г/дм^3 до 50 г/дм^3. Равновесную концентрацию ионов металла в фильтрате после разделения смеси определяли титриметрическим методом [2].

Установлено, что увеличение количества сорбента в пробе от 2 г/дм^3 до 4 г/дм^3 приводит к росту сорбционной емкости материала. Предельная емкость отхода наблюдается при содержании сорбента в воде, равном 4 г/дм^3. Дальнейшее увеличение концентрации сорбционного материала в пробе приводит к снижению сорбционных характеристик отхода. Следовательно, содержание сорбента для проведения процесса очистки сточных вод должно составлять 4 г/дм^3.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОКРБ 021-2019. «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь» // Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9.09.2019 г. № 3-Т.

2. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / Г. Шарло. – Ч.1. – М.: Химия, 1969. – 667 с.

УДК 658.567.1

Студ. П.А. Малиновская
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ ПЫЛИ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Пыль зерновая – отход производства пищевых продуктов. В составе пыли зерновой могут содержаться компоненты стебля зерновой культуры и оболочки зерна, гранулы почвы и другие частицы, образующиеся в процессе заготовки, хранения и подготовки зерна к последующей переработке. Пыль зерновая относятся к отходам четвертого класса опасности [1]. Данный материал характеризуется высокой взрывоопасностью. Отходы могут подвергаться захоронению или подлежать повторному использованию. Цель работы – анализ направлений применения пыли зерновой в качестве вторичных материальных ресурсов. Анализ научно-технической и патентной литературы позволил выделить следующие основные направления применения пыли зерновой, как отхода производства:

− использование в качестве топлива на теплоэнергетических объектах (котельных и др.);

− применение отхода в качестве добавки к сырьевой смеси для получения органического удобрения или компоста;

− изготовление из пыли зерновой топливных брикетов.

В соответствии с «Реестром объектов по использованию отходов» [2] в Республике Беларусь 4 объекта осуществляют использование указанных отходов, при этом три объекта занимаются переработкой отходов от сторонних организаций. Результаты исследований показали, что пыль зерновая может использоваться в качестве сорбента для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 9 сент. 2019 г., № 3-Т с изм. и доп. от 20 февр. 2024 г. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p – Дата доступа: 19.03.2024.

2. Реестром объектов по использованию отходов [Электронный ресурс] // М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Chast1.pdf – Дата доступа: 19.03.2024.

УДК 658.567.1

Студ. К.А. Вашкевич
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Фильтрация является одним из распространенных методов очистки сточных вод от взвешенных веществ. В качестве фильтрующей загрузки могут использоваться различные материалы: ткани, волокна, сплавы металлов, полимеры, металлокерамика и т.д. Зернистые фильтры, благодаря доступности и бюджетности фильтрующей загрузки, находят широкое применение в процессах водоочистки в производственной и бытовой сферах жизнедеятельности человека [1].

Цель работы – анализ влияния высоты загрузки зернистого фильтра на эффективность очистки воды.

Исследования проводили с применением в качестве фильтрующей загрузки кварцевого песка с различным размером частиц. В колонну на поддерживающий слой укладывали три слоя кварцевого песка, различающихся размером зерен: первый слой – с размером частиц 1–2 мм, второй слой – с размером частиц 2,5–7 мм, третий слой – с размером частиц 7–10 мм. В опыте №1 высота каждого слоя составляла 2 см, в опыте №2 – 3 см. Через фильтрующую загрузку пропускали модельный раствор сточных вод, содержащих взвешенные вещества. Отбирали последовательные порции фильтрата и измеряли оптическую плотность растворов.

Установлено, что максимальная величина степени очистки сточных вод, наблюдаемая в начале эксперимента в опытах №1 и №2, составляет 92,9%. Следовательно, увеличение высоты каждого слоя загрузки на 1 см не приводит к росту степени очистки стоков. С течением времени эффективность очистки сточных вод снижается, что обусловлено «проскоком» загрязняющих веществ. На данном этапе фиксируется разница в эффективности очистки сточных вод: для опыта №1 степень очистки резко снижается до 60%, для опыта №2 – до 79%. Таким образом, в зависимости от конструктивных особенностей фильтра в каждом отдельном случае необходимо проводить исследования по оценке влияния высоты фильтрующего слоя на эффективность очистки сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

УДК 658.567.1

Студ. А.А. Юрченко
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОТРАБОТАННЫЙ КАТАЛИЗАТОР НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ КАК СОРБЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛА

Цеолиты находят широкое применение в различных сферах народного хозяйства. Их используют в качестве осушителя газов, катализатора в технологических процессах, компонента удобрений и строительных смесей, материала для очистки воды и др. Зачастую, в процессе применения цеолитов происходит их загрязнение, что переводит данный материал в отходы. Для вовлечения отработанного катализатора крекинга в повторное использование в работе проведены исследования его сорбционных свойств в отношении ионов никеля.

Цель работы – оценка сорбционных свойств отработанного катализатора крекинга в отношении ионов никеля.

Отработанный катализатор крекинга представляет собой мелкодисперсный порошок серого цвета. Частицы катализатора имеют сферическую форму [1].

Исследование сорбционных свойств отхода проводили в статических условиях на модельных сточных водах, содержащих ионы никеля в диапазоне начальных концентраций 0,1–0,6 г/дм^3. Продолжительность взаимодействия сорбционного материала с раствором никеля составляла 90 минут. Содержание ионов никеля в растворе после проведения сорбционной очистки воды определяли титриметрическим методом [2].

Установлено, что при увеличении содержания ионов металла в пробе наблюдается рост сорбционной емкости отработанного катализатора. Полная сорбционная емкость исследуемого материала по ионам никеля в рассматриваемом диапазоне концентраций не превышает 15 мг/г сорбента. Следовательно, отработанный катализатор может найти применение в практике очистки сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская И.Ю. Свойства отработанного катализатора каталитического крекинга и возможности его применения для сорбционной очистки сточных вод / И.Ю. Козловская, В.Н. Марцуль // Труды БГТУ. – №3. Химия и технология неорганических веществ. – 2010. – С. 127–130.

2. Лихачева А.В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ. / А.В. Лихачева, Л.А. Шибека. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.

УДК 663.48

Студ. А.В. Кацкель
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Предприятия по производству пива относится к числу объектов, характеризующихся образованием разнообразных отходов. К числу отходов данного производства относятся [1, 2]:

- зерновые отходы: код отхода – 1110501, класс опасности – неопасные, норматив образования – 4,5% от массы ячменя, поступившего на очистку и сортировку;
- сплав зерновой ячменный: код отхода – 1140601, класс опасности – неопасные, норматив образования – 1,5% от массы очищенного ячменя;
- отходы солода (ростки): код отхода – 1140400, класс опасности – неопасные, норматив образования – не более 4,5% от массы солода;
- дробина пивная загрязненная: код отхода – 1140502, класс опасности – третий класс, норматив образования – 27,0% от объема готового пива;
- дрожжи пивные отработанные: код отхода – 1146102, класс опасности – неопасные, норматив образования – 1,58% от объема пива;
- хмелевая дробина: код отхода – 1140503, класс опасности – неопасные, норматив образования – 60% от задаваемого хмеля;
- белковый отстой (прессованный): код отхода – 1141101, норматив образования – 35 кг/100 дал пива.

Многие из указанных отходов могут использоваться для получения корма для животных и птиц, удобрений, компостов, топливных брикетов и др. Установлено, что дробина пивная обладает сорбционными свойствами в отношении ионов тяжелых металлов и может после сушки и классификации выступать в роли сорбента.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЭкоНиП 17.01.06-001-2017 «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности» // Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18.07.2017 г. № 5-т.

2. ОКРБ 021-2019. «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь» // Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9.09.2019 г. № 3-Т.

УДК 658.567.1

Студ. Е.В. Гайкевич
Науч. рук. доц. Л.А. Шибека (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ТРОСТНИКА

Изготовление строительных и декоративных материалов из природных ресурсов, характеризующихся высокими эстетическими и экологическими свойствами, является одним из направлений, получивших интенсивное развитие в настоящее время. Помимо классического древесного сырья все чаще внимание производителей привлекают другие сырьевые ресурсы. Тростник, как широко распространенное на территории Республики Беларусь растение, также находит применение в производственной деятельности субъектов хозяйствования. Тростник используется для изготовления тростниковых плит, применяемых для изготовления крыш и стен зданий, изгородей, изделий для декора и др. В процессе производства указанных видов продукции образуются отходы тростника.

Цель работы – анализ дисперсного состава отходов тростника, образующихся при изготовлении строительных материалов.

В составе сухого тростника содержится 40-45% целлюлозы, 20% лигнина, 24% пентозанов, 4-11% углеводов [1]. В зависимости от стадии производства продукции образуются отходы тростника, имеющие различные размеры частиц. Для определения перспективных направлений применения рассматриваемого материала в работе проведены исследования дисперсного состава отходов тростника. В процессе исследования применяли ситовый метод, предусматривающий рассеивание частиц отхода на ситах с различными диаметрами отверстий.

Установлено, что в составе отходов тростника на фракцию размером более 10 мм приходится основное количество частиц – более 65%. Высоким содержанием (более 23%) характеризуется фракция с размером частиц от 7 до 10 мм. Следовательно, для применения отходов тростника в качестве вторичного сырья в различных областях народного хозяйства будет необходимым предварительная их подготовка, предусматривающая их измельчение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование целлюлозосодержащего сырья, полученного из *Phragmites Communis* [Электронный ресурс] // IX Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2017» – Режим доступа: https://scienceforum.ru/2017/article/2017035267 – Дата доступа: 21.03.2024.

УДК 628.316.12

Учащ. М.В. Павлюкович
Науч. рук. доц. И.Ю. Козловская
(УО «Национальный детский технопарк»)

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИМ СОРБЕНТОМ

Сорбционный метод может быть использован как для очистки высококонцентрированных водных растворов, так и для финишной глубокой очистки, когда требуется практически полностью извлечь ионы тяжелых металлов из очищаемых растворов. В качестве сорбентов используют природные и синтетические материалы [1].

Цель работы – получение сорбента для очистки сточных вод от ионов железа из цеолитсодержащего отхода.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: проведена активация цеолитсодержащего отхода растворами серной и соляной кислот, раствором хлорида натрия; проведены экспериментальные исследования процессов сорбционной очистки сточных вод от ионов железа трехвалентного; подобраны условия сорбционной очистки (время сорбции, доза сорбента); изучена возможность регенерации полученных материалов.

Установлено, что величина полной статической обменной емкости для отхода составляет около 0,70 мг-экв/г, для отхода после обработки раствором хлорида натрия – 0,72 мг-экв/г, после обработки соляной кислотой – 0,81 мг-экв/г, после обработки серной кислотой – 0,87 мг-экв/г. Величина сорбционной емкости для полученных сорбентов сравнима с природными цеолитами.

Эффективность очистки сточных вод в диапазоне концентраций 0,2–5,0 мг/дм^3 составляет около 80%, в диапазоне концентраций 10–100 мг/дм^3 – 65–73%. Показано, что для проведения сорбции достаточно 3-х часов, дальнейшее увеличение продолжительности нецелесообразно. Подобранная доза сорбента для очистки составляет 2 г/дм^3. Степень регенерации сорбентов 10%-м раствором хлорида натрия достигает 12,6%, для повышения степени регенерации необходимо проводить обработку раствором несколько раз, либо применять для регенерации растворы кислот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высокоэффективные неорганические сорбенты для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ecologia.by/number/2015/7/07201504/ – Дата доступа:23.03.2024.

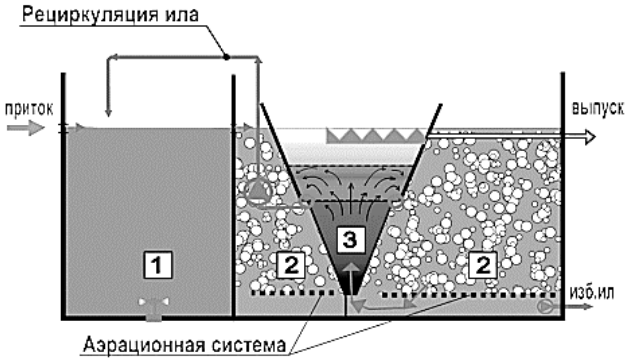
УДК 628.3

Студ. Я.А. Шкелко
Науч. рук. доц. И.Ю. Козловская
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В USBF-РЕКТОРЕ

На сегодняшний день наиболее распространенным способом очистки сточных вод молочного производства является биологическая очистка. Типовая схема включает в себя: решетки, песколовку, первичный и вторичный отстойники, аппарат биологической очистки.

Для биологической очистки сточных вод молочного производства используют реакторы различных конструкций. Интерес представляет использование USBF-реактора (рис.1). Отличительной особенностью технологии USBF является отсутствие первичных и вторичных отстойников, так как весь процесс происходит в одном резервуаре.



1 – зона денитрификации; 2 – зона нитрификации; 3 – сепаратор.

Рисунок 1 – Конструкция USBF-реактора

Сточная вода поступает в аноксидную зону, где в бескислородных условиях происходит дефосфотация стоков. Далее вода подается в зону денитрификации, а после в аэрируемую зону, где происходит нитрификация и стабилизация активного ила. Обработанная в аэрированной зоне вода поступает в сепаратор призматической формы, где суспензия вводится в реактор снизу в полностью флюидизированный слой ила, а свободную от суспензии жидкость выводят над поверхностью слоя ила. USBF-реакторы могут быть полностью автоматизированы, характеризуются высокой производительностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. USBF – приоритетная биотехнология очистки сточных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eko-building.com/images/Publication/NDT_2015_1.pdf. – Дата доступа: 23.03.2024.

УДК 66.08

Маг. А.А. Кураленок
Науч. рук. ст. преп. А.В. Дубина, доц. И.Ю. Козловская
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА И МАРГАНЦА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

В Беларуси ежегодно образуется около 500 т отработанных батареек, их переработкой занимается предприятие ОАО «БелВТИ». Линия переработки включает механическое разделение всех батареек, их дробление, разделение на крупную и мелкую фракции. В крупную фракцию попадает все, кроме маргнцево-углеродной набивки, на сепараторе отделяются металлическая и органическая части, в органику также идет цинк, так как этот металл не магнитится.

Целью исследования являлось получение соединений цинка и марганца из отработанных элементов питания.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение оптимальных условий для полного извлечения соединений цинка и марганца из отработанных элементов питания; выделение соединений марганца и цинка из растворов выщелачивания.

По результатам работы установлена возможность автоматического разделения батареек по массе, что важно при реализации технологической схемы, т.к. масса щелочных батареек отличается от солевых на 50%. Растворение отхода происходит в 1,5М серной кислоте в течение суток. Соотношение отхода и кислоты составляет 1:20.

Установлены условия выделения марганца и цинка из растворов осаждением в виде гидроксидов в различных диапазонах pH, в качестве осадителя использовали раствор гидроксида натрия. Построили дифференциальные кривые титрования на модельных растворах цинка и марганца. Для уточнения диапазонов pH проводили осаждение из реальных растворов, полученных после выщелачивания металлов из батареек. Использовали диаграмму Пурбе, которая отображает термодинамически устойчивые формы существования элементов при различных значениях pH и окислительно-восстановительного потенциала. Установлено, что в диапазоне pH 7,5–8 осаждается цинксодержащий осадок, в диапазоне pH 8,1–12,0 выпадает марганецсодержащий осадок. Состав полученных продуктов и их свойства в настоящее время исследуются.

Таким образом, полученные промежуточные результаты свидетельствуют о возможности получения ценных компонентов, соединений марганца и цинка, из отработанных элементов питания.

УДК 628.544

Студ. А.С. Третьякович
Науч. рук. ст. преп. А.В. Дубина
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА РАЗЛИЧНЫМИ СОРБЕНТАМИ

Формальдегид поступает в водную среду с промышленными и коммунальными сточными водами. Он содержится в сточных водах производств основного органического синтеза, пластмасс, лаков, красок, лекарственных препаратов и др. Формальдегид обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным, сенсибилизирующим, канцерогенным действием, вызывает поражение центральной нервной системы, легких, печени, почек, органов зрения. Сброс сточных вод, содержащих формальдегид, недопустим и требуется подбора соответствующего метода для очистки таких вод. Концентрация формальдегида в сточных водах варьируется в широком интервале от 1-2 мг/л до 1000 мг/л. Цель работы – сравнение эффективности очистки сточных вод от формальдегида методом сорбции. В эксперименте использовались модельные сточные воды с концентрацией формальдегида 50 и 500 мг/л. В качестве сорбентов использовались: «Лигносорб», активированный уголь «Лидеркарбон-М», анионит «АВ-17» и катионит «КУ-2», сорбент «SynergySorb® ПС-1000». Эксперименты проводились в статических и динамических условиях.

Выводы: на основе полученных данных для анализируемых вод в статических и динамических условиях при концентрации формальдегида 50 мг/л лучшим сорбентом является «SynergySorb® ПС-1000», имеющий эффективность очистки около 99%. Для сточных вод с концентрацией формальдегида 500 мг/л в таких же условиях наиболее эффективным сорбентом является уголь, имеющий эффективность очистки 60%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обезвреживание формальдегидсодержащих сточных вод деревообрабатывающих производств /Дубина А.В., Марцуль В.Н.//В сборнике: Материалы докладов 46-ой республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов. УО «ВГТУ». 2013. С. 191-192.

2. Сорбционные материалы и коагулянты из отработанных ионитов/ Дубина А.В., Варкович К.Ч., Романовский В.И.// В книге: Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. Материалы международной научно-технической конференции: в 2-х частях. Могилев, 2011. С. 30-31.

УДК 628.35:316.12

Студ. Н.Г. Бунина
Науч. рук. проф., канд. техн. наук, доц. В.Н. Марцуль
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФОСФОРА В ПРОЦЕССАХ ПОДГОТОВКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Фосфор является одним из важнейших элементов в биологических системах и сельском хозяйстве, неотъемлемым компонентом для роста растений и ключевым элементом в составе удобрений. Одним из источников фосфора могут быть иловые воды очистных сооружений.

Очистка иловых вод от фосфора является важной задачей, так как иловые воды, содержащие высокие концентрации фосфора, вновь возвращаются в приемную камеру очистных сооружений, тем самым увеличивая нагрузку на сооружения и ухудшая качество очистки сточных вод.

Объектом исследования являлись модельные сточные воды, содержащие аммоний- и фосфат-ионы в заданных концентрациях. Концентрации азота аммонийного и фосфора фосфатного были приняты в соответствии с их содержанием в потоках, наблюдаемых на очистных сооружениях Минской очистной станции. Исследовали три варианта извлечения названных веществ: с внесением $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, полуобожженного доломита (700°С) и CaO. По результатам исследований, наибольшая степень извлечения была у варианта с добавлением полуобожженного доломита – 99,7%.

Результаты исследований, полученные на модельных сточных водах, были использованы для очистки фугата, получаемого в результате обезвоживания осадков очистных сооружений с предварительным кондиционированием. Исходные концентрации азота аммонийного и фосфора фосфатного в фугате составляли соответственно 45 и 131 мг/дм^3.

В зависимости от вида реагентов и их концентрации степень извлечения азота аммонийного составляла от 37,7% до 96,6%, а фосфора фосфатного – от 57,1% до 99,5%.

На эффективность извлечения азота аммонийного и фосфора фосфатного влияет значение pH, соотношение исходных концентраций азота и фосфора в воде и применяемые реагенты.

Результаты представляют интерес для Минской очистной станции и могут рассматриваться как вариант решения проблем при разработке проекта реконструкции.

УДК 681.3

Студ. М. В. Чепурко, М. Д. Былина
Науч. рук. ст. преп. Н. М. Олиферович
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

Для принятия оперативных решений операторы флотации производят визуальную оценку пены, а именно: цвет пены, размер пузырьков, размер и цвет нерастворимого остатка (минерализация); плотность пены; на шламовой флотации - ровность пены. Однако внешняя оценка пены даже для опытного флотатора является достаточно субъективной.

Машина пенной сепарации глубокая импеллерная МПСГИ-4 представляет собой колонную машину, разделенную на 4 камеры, объемом каждая 38 м^3. Нумерация камер начинается от загрузки питания. На трубопроводе подачи питания каждой машины установлены: запорная арматура, расходомер, плотномер и регулирующая задвижка. Из пульподелителя пульпа поступает в приемный карман машины МПСГИ-4, откуда перетекает в 1-ю камеру машины. В каждой камере расположен блок-импеллер (оснащен электроприводом), в который подается сжатый воздух. Количество подаваемого сжатого воздуха регулируется автоматически (определится в период пуско-наладочных работ).

Система автоматизации установки функционирует давно, и система управления имеет возможность совершенствования. Управление происходит путем регулировки маточника, подаваемого в пульподелитель. Подача маточника в пульподелитель осуществляется по плотности питания на МПСГИ-4. Регулировка подачи маточника в пульподелитель осуществляется по показаниям одного из плотномеров. Подача маточника регулируется в автоматическом режиме открытием или закрытием затвора на трубопроводе маточника.

Недостатком данной системы управления является сложность обеспечения точного контроля плотности пульпы, особенно при изменении характеристик питания, таких как качество питания, степень высвобождения минеральных зерен, гранулометрический состав и минералогии.

Для улучшения системы управления будет создана каскадная система управления по контору плотность питания количество массовой доли калия в хвостах продукта. Это позволит улучшить систему управления за счет изменения расхода пульпы в МПСГИ-4.

УДК 681.3

Студ. Л.Ю. Пономарев, М.А. Кирпиченков
Науч. рук. ст. преп. М.А. Анкуда
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОТБЕЛИВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Согласно современным тенденциям развития ЦБП, в мире повсеместно применяют так называемый бесхлорный метод отбеливания – ECF (elementar chlorine free), т.е. без молекулярного хлора.

Участок отбеливания целлюлозы первой ступени состоит из БНЦ (бассейна небеленой целлюлозы), реакционной колонны D0 (химического реактора) и барабанного вакуум-фильтра.

Основная цель процесса на рассматриваемом участке – это получение целлюлозы необходимой степени белизны. Итоговая степень белизны определена технологическим регламентом, а он в свою очередь соответствует ГОСТ [2,3], международным требованиям ISO по качеству выпускаемой продукции ЦБП и другим нормативным документам. Степень белизны определяется специализированной измерительной системой, именуемой Каппа-анализатором фирмы Valmet (Metso Automation, Finland) (он же анализатор белизны, т.к. измеряется и белизна и показатель каппа).

В БНЦ проваренная масса подается центробежным насосом после участка сортировки целлюлозы от сучков и др. твердых включений. Масса выгружается из БНЦ донным скребком, и попадает в вертикальную трубу, после которой напорный насос подает суспензию в химический реактор (колонну D0). Затем отбеленная масса попадает на барабанный вакуум-фильтр, где обезвоживается. После фильтрования целлюлозная масса поступает на следующую ступень отбелки.

Особенность процесса на участке D0 заключается в том, что при взаимодействии отбеливающего химиката и целлюлозы реакция отбеливания происходит достаточно быстро (приблизительно за несколько секунд) и требуемая степень белизны на участке почти достигнута, а процессы происходящие в реакторе – это доведение до максимально возможной степени белизны целлюлозы, выдерживанием временного интервала в 15 мин пока масса проходит через реактор снизу вверх, давлением в 3 бар и температурой в 70ºС.

Линия отбеливания характеризуется высоким потреблением химикатов. Стабилизация pH на участке является весьма важной задачей из-за возможности превращения отбеливающего химиката – диоксида хлора, в другие соединения при значении pH равном 3-7 ед и выше.

Кроме возможности образования прочих нежелательных веществ, образуются хлористая и хлорноватая кислоты [1]:

$$2ClO_2 + H_2O \rightarrow HClO_3 + HClO_2 \quad (1)$$

Также при отсутствии «свежего» волокна, т.е. все волокна прореагировали и оставшийся химикат не прореагировал с целлюлозой (а именно с лигнином), соответственно он достаточно быстро преобразуется в другие нежелательные соединения [1]:

$$4HClO_2 \rightarrow 2ClO_2 + HClO_3 + HCl + H_2O \quad (2)$$

Поэтому в качестве стабилизатора кислотности среды добавляют серную кислоту. В существующей системе управления (СУ) имеется локальный контур регулирования pH среды подачей серной кислоты по показанию pH-метра. Также имеется расходомер серной кислоты. Совместно с вышеперечисленными СУ подачи химикатов, на ОАО «СЦКК» реализована система нейтрализации остаточного диоксида хлора в колонне D0, подачей тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3$) от участка подготовки химикатов.

Существующая СУ – табличное управление, т.е. по заранее расчитанному и заверенному регламенту подают определенное количество серной кислоты и это соответственно может спровоцировать скачки в СУ при регулировании в течение суток из-за постоянного изменения расхода целлюлозной суспензии от БНЦ и ее pH от 8.5 до 10 единиц. Согласно существующей СУ, необходимое значение pH при задании новой уставки может иметь погрешность ±2 ед. pH в некотором коротком интервале времени, что будет требовать большего потребления серной кислоты или слишком малого для нормального режима проведения процесса.

Предлагается синтезировать каскадную СУ по основной величине – pH среды, а вспомогательной – расходу серной к-ты. Данное улучшение СУ должно значительно снизить суточное потребление серной к-ты, для получения нужного pH среды, путем улучшения динамики контура. А также при точном регулировании pH среды, косвенно, но будет меньше затрачиваться диоксид хлора для отбеливания, из-за его невозможности превращения в хлорат и хлорит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отбелка целлюлозы: учебное пособие / Миловидова Л.А., Комарова Г.В., Королева Т.А., Архангельск, 2005 – 130с.

2. Целлюлоза, бумага, картон – Термины и определения / ГОСТ Р 53636-2009/Москва, 2011 – 69с.

3. Процессы производства целлюлозы – Нормативы образования отходов / ГОСТР 56847- 2015 /Москва, 2016 – 20с.

УДК 681.3

Студ. Г. В. Шпаковский, Я. П. Станкевич
Науч. рук. преп.-стажёр А. М. Алексеюк
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВАРКА ПО ТЕХНОЛОГИИ Lo-Solids

ОАО «Светлогорский ЦКК» – крупный производитель сульфатной беленой целлюлозы, гофрокартона, гофроящиков, бумаги для гофрирования и других продуктов из первичных и вторичных бумажных волокон.

Целью варки по технологии Lo-Solids является минимизация концентрации растворенных древесных твердых веществ, имеющихся в фазах объемной и окончательной делигнификации. Важно поддерживать достаточную концентрацию активной щелочи в фазах объемной и окончательной делигнификации. Если возникают условия, при которых концентрация щелочи в щепе является очень низкой и температуры близки к полной температуре варки, то может образоваться целлюлоза с низкой вязкостью и высокой степенью отходов. Если концентрация остаточной щелочи в объемной щелочной фазе слишком низкая, также возможно осаждение лигнина. Важным параметром для оценки производительности установки является H-фактор. Он отражает зависимость температуры от относительной скорости. Относительная скорость в свою очередь определяет время нахождения целлюлозы в котле и температуры, при которой происходит отделение примесей.

Основным управляющим воздействием для изменения температуры варки является изменение уставки для регулятора варочной циркуляции (2AE004). Существующую систему управления можно улучшить, если добавить каскад для улучшения динамики объекта. Так как объект регулирования распределенный, инерционный, и подвержен воздействию значительных возмущений, то необходимое качество регулирования можно достичь совершенствованием имеющейся системы управления.

Недостатком системы управления является наличие большого количества возмущений, которые, в свою очередь, значительно влияют на контролируемую величину, а именно температуру варочной циркуляции. Для улучшения системы управления будет создана Комбинированная автоматическая система регулирования по температуре. Это позволяет улучшить качество регулирования, а также добавляет дополнительный каскад, которые благоприятно влияет на динамику регулирования.

УДК 681.5

Студ. З. Н. Зубец, И. А. Захвей
Науч. рук. ст. преп. Н. М. Олиферович
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НАПОРНОЙ ФЛОТАЦИЕЙ «ЭКОЭН»

Флотация – сложный физический процесс, основная суть которого, удаление из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются. В некоторых случаях флотацию используют и для удаления растворенных веществ, например, ПАВ.

Достоинства флотации является непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, простая аппаратура, селективность выделения примесей, по сравнению с отстаиванием большая скорость процесса.

Напорные флотационные установки имеют производительность от 5-10 до 1000-2000 $м^3$/ч. Они работают при изменении параметров в следующих пределах: давление в напорной емкости 0,17-0,39 МПа; Время пребывания в напорной емкости 14 минут, а во флотационной камере 10-20 минут. Объем засасываемого воздуха составляет 1,5-5% от объема очищаемой воды. Значения параметров зависят от концентрации и свойств загрязнений. В случае необходимости одновременного проведения процесса флотации и окисления загрязнений необходимо насыщать воду воздухом, обогащенным кислородом или озоном. Для устранения процесса окисления вместо воздуха на флотацию следует подавать инертные газы.

На предприятии я взял схему многокамерной флотационной установки с рециркуляцией.

Флотатор производительностью 600 $м^2$/ч имеет диаметр 12 м. В этой установке загрязненная сточная вода сначала поступает в гидроциклон, где удаляется часть взвешенных частиц. Затем ее направляют в первую камеру, где смешивают с циркуляционной водой, насыщенной воздухом. Воздух выделяется в камере и флотирует загрязнение. Далее сточная вода поступает во вторую, а затем и третью камеры, в которых также происходит процесс флотации. После третьей камеры вода выводится из флотационной установки и проходит через мутномер, при превышении заданной мутности она отправляется на рециркуляцию. Если же, вода соответствует заданным параметра, она идет дальше.

УДК 681.5

Студ. Д.А. Кухарчик, Д.О. Новицкая
Науч. рук. ст. преп. А. Н. Шумский
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОМ ТРУБОПРОВОДЕ

Газораспределительная станция (ГРС) предназначена для снижения уровня давления газа до заданной величины, которая является необходимой в соответствии с нормами безопасного потребления. Также к ее функциям относятся очистка среды от механических примесей и конденсата, измерение и регистрация расхода топлива. Главной задачей процесса регулирования давления в газовом трубопроводе, является поддержание давления на участке газораспределительной станции (ГРС) для дальнейшего использования.

ГРС работает следующим образом: природный газ через входной газопровод поступает на пылеуловители, где очищается от механических примесей. Очищенный газ проходит через регуляторы давления, в которых давления газа снижается и поддерживается постоянным независимо от расхода. Далее газ проходит участок одоризации, а затем проходит в последующий трубопровод на выходе.

Основными технологическими аппаратами в ГРС являются блоки: отключающих устройств; очистки газа; предотвращения гидратообразования (при необходимости); автоматического редуцирования (регулирования давления, измерения расхода газа); автоматической одоризации газа (показываем на функциональной схеме).

При подаче газа в подземные газопроводы – не ниже минус 10 С; при подаче газа в надземные и наземные газопроводы – не ниже расчетной температуры наружного воздуха для района строительства.

В процессе контролируются следующие параметры: давление на входе и выходе, давление на входе до задвижек и после. Концентрация и расход газа.

Целью модернизации является – оптимальное, с точки зрения энергозатрат, управления газонагревателем (теплообменным аппаратом). В данном процессе мы регулируем температуру теплообменника за счёт расхода газа и воздуха. Анализ показал, что установка дополнительных расходомеров, датчика температуры и клапана позволит построить каскадную систему управления. Такое решение позволить улучшить динамику регулирования и экономить ресурсы.

При подаче газа в подземные газопроводы – не ниже минус 10 С; при подаче газа в надземные и наземные газопроводы – не ниже расчетной температуры наружного воздуха для района строительства.

УДК 681.5

Студ. А.В. Данченко, Н.И. Подтероб
Науч. рук. доц. В.И. Бакаленко
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБОЙ МАЙОНЕЗНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Цель процесса – создание оптимальных условий для получения стойкой эмульсии (близкой к гомогенной) из практически нерастворимых друг в друге компонентов (масло растительное, вода) и сухих компонентов рецептурного набора (яичный порошок, сухое обезжиренное молоко, горчичный порошок, сахар, соль, сода) с добавлением пряностей, вкусовых и желирующих добавок при производстве майонеза.

Подготовка к приготовлению: За 24 часа до начала производства майонеза необходимое количество горчичного порошка помещают в ёмкость и заливают водой с температурой 80-100 в соотношении 1:2. Смесь хорошо перемешивается до однородной консистенции с заглаживанием верхнего слоя. На ровную поверхность смеси осторожно наслаивается вода с температурой 100 высотой 4-6 см. Ёмкость плотно закрывается крышкой и оставляется в покое на сутки. Перед употреблением верхний слой воды осторожно снимается.

Процесс приготовления: Сухие компоненты из заполненных в соответствии с рецептурой емкостей поступают в смеситель емкостного типа и заливаются водой температурой не ниже 30-40°С. Смесь тщательно перемешивается и нагревается до температуры 80-85°С (стадия пастеризации) посредством подачи воды температурой 95-100°С в рубашку смесителя. Контроль температуры ведётся по прибору. Время пастеризации 30 мин. На этапе размешивания пастеризующегося раствора добавляется сахар-песок. По окончании пастеризации масса перемешивается и охлаждается до температуры 50-55°С. Затем вводится предусмотренное рецептурой готовое количество раствора яичного порошка и готовой горчицы. Температура смеси вновь доводится до 60-65°С и выдерживается при ней 25-30 мин., затем смесь вновь охлаждают до температуры 30°С.

Недостатками этого метода является то, что формирование эмульсии происходит в кислой среде, в присутствии соли и сахара. Для избавления процесса от недостатка добавим датчик Ph, который будет контролировать кислотность и, передавая сигнал позволит дозатору порционно подавать соду в смеситель для регулирования кислотности.

УДК 681.5

Студ. М. А. Карабань, А. С. Мелешко
Науч. рук. ст. преп. Т. А. Дейнека
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАРГАРИНА ОАО «МИНСКИЙ МАРГАРИНОВЫЙ ЗАВОД»

Маргарин представляет собой продукт, изготовленный путем эмульгирования растительных масел с добавлением стабилизаторов и ароматизаторов. Его текстура и вкус приближаются к маслу, однако он обладает более широким диапазоном температурной стабильности, что делает его универсальным ингредиентом для кулинарии.

На предприятии был запущен цех, специализирующийся на производстве маргарина с различными концентрациями жиров.

По технологии жировая эмульсия поступает из пастеризатора в комбинатор, состоящий из 3 охлаждающих цилиндров и одного цилиндра для дополнительной обработки, поступление смеси из комбинатора в кристаллизатор. В испарительную камеру каждого охлаждающего цилиндра из аммиачной системы охлаждения подается аммиак под давлением меньше 2 МПа, которое регулируется клапаном.

В каждом охлаждающем цилиндре комбинатора вращается вал с ножами. Ножи обеспечивают непрерывное соскабливание продукта со стенок цилиндров. Ножевые валы подогревают теплой водой. Требуемые температуры выхода жировой эмульсии из цилиндров комбинатора: из 1-го – 35-30 °С; из 2-го – 27-21°С; из 3-го – 22-8°С. После комбинатора охлажденная смесь попадает в кристаллизатор для дальнейшей механической обработки.

Кристаллизатор имеет три секции, каждая из них обогревается водой температурой 24-30°С. Температура маргарина на выходе должна быть 10-12°С. На выходном конце кристаллизатора имеется компенсирующее устройство для предохранения переохладителя и всей системы от чрезмерных давлений.

Сама система автоматизации сделана оптимально для процесса, однако сам процесс имеет недостаток в виде недостаточного достижения точного и стабильного управления. Решением данной проблемы станет применение каскадной системы управления поддержания температуры на охлаждающих цилиндрах комбинатора и замена клапана на компрессор, для подачи аммиака. Анализ показал, что такое решение позволит улучшить динамику регулирования и экономию ресурсов.

УДК 681.5
Студ. Г. В. Данченко, М. С. Старовойтов
Науч. рук. доц. В. И. Бакаленко
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ МАРГАРИНА

Цель процесса – уничтожение микроорганизмов из маргариновой эмульсии, а также придача ей стабильности. Пастеризация используется почти в любой промышленности, в которой присутствуют жидкости, требующие обеззараживания. Сначала аппаратуру настраивают, подводя под нужную температуру и дальнейшие этапы. Температура регулируется и учитывается так, чтобы прогоняющаяся жидкая среда не пригорала внутри. Обычно на промышленных предприятиях используют пастеризаторы с количеством секций от 3-х до 5-и. Эмульсия вначале прогоняется через сетчатый фильтр пастеризатора, а затем в пластинчатый теплообменник, который соприкасается с контуром подачи горячей воды. Процесс пастеризации маргариновой эмульсии происходит при температуре 80-85°С. Цикл прогонки маргарина через пастеризатор происходит за 15 секунд. Нагревание маргариновой эмульсии предотвращает размножение микроорганизмов в ней, а еще повышает ее стабильность т.е. тем больше прослужит маргарин и будет эффективнее использоваться далее. Так же более эффективное охлаждение уже нагретой эмульсии происходит в секциях регенерации пастеризатора для меньших затрат энергии. В конце процесса эмульсия при температуре примерно 50 градусов выходит из пастеризатора.

Пастеризатор является пластинчатым теплообменником и должен быть надежным. При настройке аппарата предприятия отталкиваются от технологии, которая используется для обработки конкретной среды на конкретном предприятии, за счет чего становится возможен тщательный контроль процессов.

В качестве сырья для жировой основы маргарина могут использоваться различные растительные масла как в натуральном виде, так и прошедшие модификацию. Введение ограничений по содержанию трансизомеров жирных кислот до 2 % в масложировой продукции потребовало от производителей изменения методов и технологий производства. Широко применявшаяся гидрогенизация обладала одним существенным недостатком – повышенным образованием трансизомеров ненасыщенных жирных кислот. Теперь основными технологиями для производителей масложировой продукции стали переэтерификация и фракционирование.

УДК 681.5

Студ. С. А. Журавкова, Г. А. Кустов
Науч. рук. доц. Д. С. Карпович
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ШАМПАНИЗАЦИИ ВИНА

Цель процесса- получение готового продукта- игристого вина. Процесс шампанизации осуществляется в четырех бродильных линиях общей вместимостью 68 900 дал. Процесс шампанизации ведут при температуре не выше 15 0С, в процессе брожения должно быть сброжено сахара не менее 18 г/л. Движение вина по акратофорам происходит автоматически за счет увеличивающегося давления. Выходящее из последнего бродильного аппарата шампанизированное вино направляют в биогенераторы для обогащения его продуктами жизнедеятельности дрожжей в течение не менее 36 часов. Полезный объем каждого биогенератора по 2 150 дал. После выхода из биогенераторов, шампанизированное вино (при необходимости) подвергают обработке холодом при температуре минус 3,5 – 4 0С снижая температуру вина в 2-х трубчатых теплообменниках Альфа – Лаваль и выдерживая в термос-резервуарах. В них вино выдерживают в потоке при температуре охлаждения не менее 24 часов. Затем вино фильтруют в изотермических условиях (при обработке холодом) на фильтр-прессах с одновременным доведением экспедиционным ликером до соответствующих кондиций по массовой концентрации сахаров насосом-дозатором и направляют в приемные акратофоры. В приемных акратофорах шампанское выдерживают не менее 6 часов, после чего направляют на розлив через обеспложивающий фильтр.

Суть модернизации. Замена пластинчатого теплообменника на кожухотрубный. В долгосрочной перспективе это является выгодным вложением в производство. Теплообменное оборудование пластинчатого типа имеет более компактную конструкцию и может быть использовано для работы с меньшим объемом жидкости или газа. Однако оно имеет более низкую теплоотдачу и может быть менее надежным в условиях высокого давления и температуры. В случае производства игристого вина мы имеем дело с высокими давлениями и большими объемами жидкости, что способствует выбору более надежного и дорогостоящего оборудования.

Регулирование температуры вина происходит путем изменения температуры охлаждающей среды.

УДК 681.3

Студ. Е. В. Ивашко, П. Д. Петручук
Науч. рук. ст. преп. Н. М. Олиферович
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ СКВАШЕННЫХ СМЕСЕЙ

Цель технологического процесса охлаждения сквашенной смеси (сметаны) является понижение температуры продукта от $T_{вх.пр}$=45^{0}С до $T_{вых.пр}$=20^{0}С.

На участке охлаждения сквашенных смесей основными технологическими аппаратами являются: теплообменник, гомогенизатор и резервуар.

На первой стадии технологического процесса в теплообменник, который разделен на две секции, поступает продукт. Тепло передается от горячей среды к холодной. Между средами всегда должна иметь место разность температур. Количество тепла, отданного горячей средой, равно количеству тепла, полученного холодной средой за вычетом потерь во внешнюю среду. Таким образом в первую секцию теплообменника противотоком поступает магистральная вода $F_{м.в.}$ = 60 м^3/ч с температурой $T_{м.в}$ = 20 – 25^{0}С, которая охлаждает продукт до $T_{пр}$ = 32 – 33.5^{0}С. После, продукт поступает во вторую секцию теплообменника, в которую так же противотоком поступает ледяная вода $F_{л.в.}$ = 60 м^3/ч с температурой $T_{м.в}$ = 0 – 2^{0}С и охлаждает продукт до температуры $T_{вых.пр}$ = 19 – 20 ^{0}С.

Ледяная вода циркулирует через резервуар, если уровень воды становится выше 80% трехходовой клапан меняет направление потока и циркуляция прекращается на определенное количество времени. В зависимости от температуры продукта на выходе регулируется процент открытия клапана потока ледяной воды на входе.

После теплообменника продукт поступает в гомогенизатор. Гомогенизатор – это прибор, который используется для получения однородной смеси. Он перемешивает продукт максимально тщательно, в результате чего получается единая гомогенная масса. В пищевой промышленности гомогенизация позволяет повысить вкусовые качества продуктов и увеличивает срок их хранения. В гомогенизаторе поддерживается давление путем регулирования скорости насоса М2 по стадиям: в первой $P_{гом.}$ = 80 бар и во второй $P_{гом.}$ = 20 бар.

В процессе не используется регулирование магистральной воды, за счет этого появляется возмущающие воздействие в виде колебаний магистральной воды. Магистральная вода тоже является ресурсом и из-за колебаний на входе для ее температуры должно существовать

оптимальное значение расхода, после которого существенного снижения температуры уже не происходит.

В результате измерения температуры продукта на выходе, средняя температура вышла $T_{ср}$ = 19,6^{0}С, следствием этого являются колебания, описанные выше. В основном колебания выходной температуры продукта приходится на начало процесса, но даже так при уставке температуры в $T_{пр}$ = 20^{0}С средняя температура выходит ниже, на сам продукт сильного влияния это не дает, но при таких условиях увеличивается расход дорогостоящего ресурса – ледяной воды.

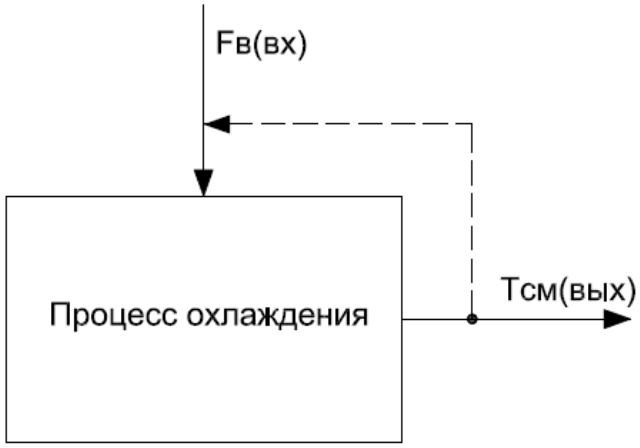


Рисунок – Схема анализа процесса охлаждения сквашенной смеси как ОУ

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. – Москва, 2008.

2. Барашко О.Г. Проектирование систем автоматизации. – Минск, 2012 г. – 242с.

3. Брусиловский Л.П. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности

4. Воробьева Н.И. Основы автоматизации технологических процессов в мясной и молочной промышленности.

5. Вайнберг А. Я., Брусиловский Л. П. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности, 1964.

УДК 681.3

Студенты А. С. Алешевич, Д. О. Арпентий
Науч. рук. ст. преп. Н.М. Олиферович
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КИПЯЧЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

Цель процесса – получение сусла заданного качества.

Участок кипячения сусла состоит из: сусловарочного котла (процесс кипячения сусла), двух экстракторов (процесс смешивания) и конденсатор котловых испарений (процесс рекуперации).

Перед началом самого процесса заполняют экстракторы № 1 и № 2 хмелем. Основной процесс начинается с предварительного нагрева сусла до температуры T=95 ℃, с помощью теплообменника, через который проходит трубопровод.

Начинается процесс заполнения суслом сусловарочного котла. Процесс подачи сусла в сусловарочный котел прекращается при достижение заданного уровня (Lв=500 гл.).

Теплый пар подается в сусловарочный котел, после чего начинается процесс кипячения сусла. Процесс кипячения, длительность которого равно 1 ч., происходит в три этапа, по временной программе (интервал времени 10, 20, 30 минут). В основании котла находится двигатель, который позволяет открывать и закрывать выпускное отверстие.

Пар, образовавшийся при варке сусла, поступает в конденденсатор котловых испарений при открытии выпускного отверстия. Вода с помощью насоса подается в конденсатор, где происходит процесс теплообмена и теплый пар, нагревает воду, которая поступает обратно в танк-сборник.

Во время процесса кипячения, в сусловарочный котел поступает хмель из экстрактора № 1, через 10 и 30 минут после начала варки соответственно первая и вторая подача хмеля. Из экстрактора № 2 хмель поступает за 10 минут до конца процесса варки.

Молочная кислота подается насосом в котел, где смешивается с суслом. Так же $CaCl_2$ подается насосом в котел, где смешивается с суслом за счет чего регулируется уровень pH в сусловарочном котле.

Во время процесса кипячений, в двигатель подают воду циклично каждые 10 минут для охлаждения.

После окончания процесса кипячения сусло подается насосом в вирпул. Процесс варки происходит 9 раз, и начинается процесс мойки. По трубопроводу подают моющее средство в котел, сепараторы и трубопроводы.

Проанализировав процесс варки пивного сусла найдена возможность усовершенствования системы управления.

Целью модернизации является – оптимальное, с точки зрения энергозатрат, управление подачей греющего пара. Использование каскадной системы управления на контуре подачи греющего пара в котел, позволит более качественно и эффективно регулировать температуру в сусловарочном котле.

Сусло при подаче в сусловарочный котел проходя теплообменник изменяет свою температуру, но температура сусла варьируется и является не постоянной. Обязательным условием для варки сусла является температура котла T=140℃. На выходе котла установлен датчик температуры, который показывает температуру конденсата.

Каскадное регулирование – это регулирование, в котором два или больше контуров регулирования соединены так, чтобы выход одного регулятора корректировал уставку другого регулятора.

В нашем случае 2 контура регулирования: 1 – температура котла, 2 – температура на выходе конденсата.

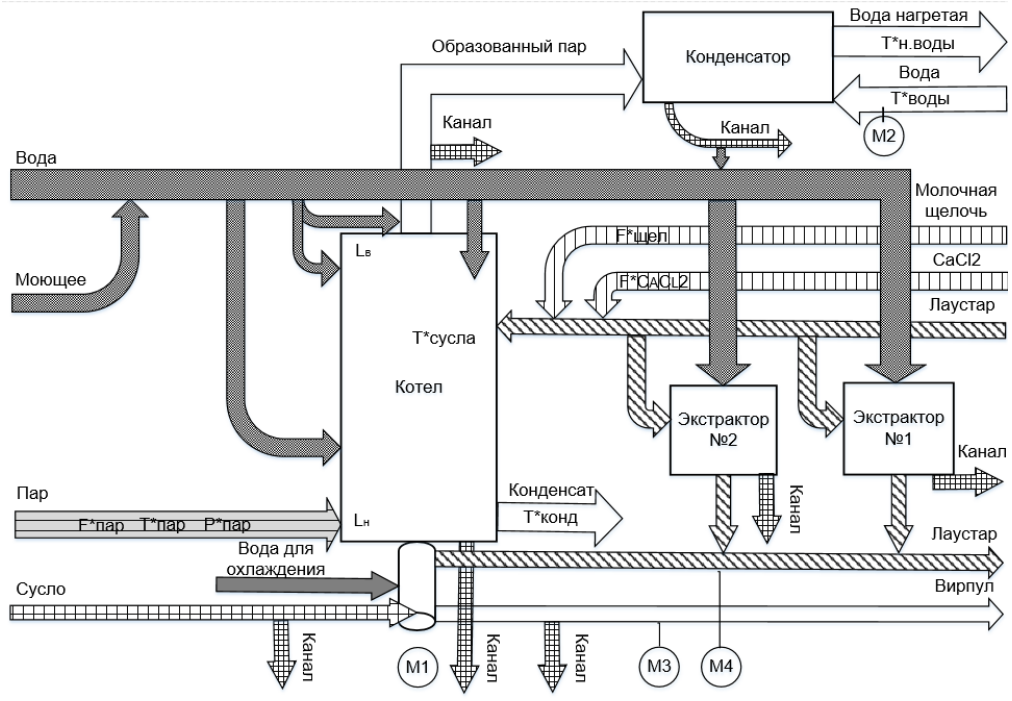


Рисунок 1 – Схема анализа кипячения пивного сусла как объект управления

УДК 681.5

Студенты Е.И. Балвашинский, М.Л. Бажко
Науч. рук. доц. Д. С. Карпович
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ САУ ДЛЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОШАБЛОНА

В установке используется способ нанесения фоторезиста центрифугированием. Установку и снятие шаблонов с патрона центрифуги выполняет оператор. Операции обдува шаблона азотом, дозирование фоторезиста и вращение шаблона с заданной частотой и продолжительностью выполняется автоматически.

Установка состоит из центрифуги ЦФ, дозатора ДО, фильтродержателя ФД, клапана для подбора капли К2, клапана для обдува фотошаблонов азотом К1 емкость с фоторезистом ЕФ, теплообменник ТБ для нагрева фоторезиста.

Центрифуга имеет следующее устройство. В центре ванны размещен электродвигатель. На верхнем конце вала электродвигателя крепится вакуумный патрон, удерживающий шаблон во время вращения. Нижний конец вала через графитовую уплотняющую втулку входит в стеклянный стакан, образующий вакуумную камеру.

Вакуум к патрону подводится через штуцер и осевое сверление вала двигателя. Давление в вакуумном патроне контролируется вакуумметром, установленным в верхней плите.

На плите, закрепленной к нижней части ванны, размещены вакуумный клапан, штуцер подвода вакуума, блочные части разъемов, датчик вакуума и давления.

Нижняя часть ванны закрывается объемным кожухом. С корпусом ванны соединен патрубок вытяжной вентиляции. На дно ванны устанавливается конус, образующий между стенкой ванны кольцевой вентиляционный канад.

На дне ванны патрубок для слива отходов фоторезиста.

Сверху ванна закрывается объемной крышкой. На верхней плите центрифуги размещен поворотный кронштейн, с капельницей и соплом для обдува азотом.

Дозатор имеет следующее устройство. Плунжер дозатора перемещается в корпусе по фторопластовому уплотнению.

В комплект принадлежностей входит фторопластовый молоток для обстукивания корпуса фильтродержателя при удалении пузырьков воздуха.

Фильтродержатель ФД устанавливается на столе установки на трех ножках.

УДК 681.5

Студ. А. А. Скрыпов, М. А. Журавлёв
Науч. рук. преп.-стажер Т. П. Фокин
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАТИРАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВНОГО СУСЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ПИВОВАРЕННАЯ КОМПАНИЯ АЛИВАРИЯ»

Затирание солода – это ключевой этап в процессе приготовления пивного сусла. Во время затирания солод смешивают с горячей водой и последовательно нагревают до определенных температурных диапазонов. Это необходимо для активации различных групп ферментов, которые отвечают за вкус, крепость, плотность, прозрачность и пенообразование в пиве. В результате этого процесса нерастворимые вещества, такие как крахмал и белки, переводятся в растворимое состояние.

На предприятии был воздвигнут современный цех для варки пива, где проводится процесс затирания.

Обогрев осуществляется через приваренные к наружной поверхности днища котла и его обечайки полутрубы, расположенные в виде спирали, благодаря чему теплоотдача улучшается примерно на 20%. Пар с избыточным давлением 2-3 бара подводится в несколько зон обогрева и конденсируется, отдавая свою тепловую энергию через стенки котла. Образующийся конденсат отводится с помощью конденсатоотводчика, работающего как поплавковый затвор. Благодаря этому избыточное давление в трубах системы обогрева сохраняется, тогда как конденсационная вода отводится без избыточного давления. Число оборотов мешалки должно соответствовать диаметру кот ла, а ее окружная скорость не должна превышать 2 м/с (максимум 3 м/с), иначе в частях затора возникают усилия сдвига, которые могут изменять в нежелательную сторону коллоидное состояние компонентов затора. Затирание зернопродуктов проводится настойным или отварочными способами по классической технологии. Из заторного аппарата заторная масса заторным насосом при проведении отварок передается в другой заторный аппарат или в фильтрационный аппарат при окончании затирания.

Сама система автоматизации сделана оптимально для процесса, однако для него необходимо очень точное поддержания температуры, для этого будет установлен датчик температуры на выходе конденсата, что позволит регулировать подачу пара и тем самым соблюдать правильный температурный режим.

УДК 663.551.41

Студ. А. Ю. Лысенко, П. Д. Петручук
Науч. рук. ст. преп. А.Н. Шумский
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СПИРТА

Система управления и мониторинга параметров брагоректификацинной установки предназначена для автоматического управления параметрами технологического процесса, а также отображения параметров на экране персонального компьютера. Исходная смесь поступает в среднюю часть колонны на тарелку питания. Тарелка питания делит так называемую полную колонну на две части: верхнюю укрепляющую и нижнюю исчерпывающую.

Модули управления колоннами включают в себя следующие регуляторы: регуляторы подачи пара в колонны, регуляторы подачи охлаждающей воды в колонны, регулятор подачи бражки в бражную колонну, регулятор подачи гидроселекционной воды в эпюрационную колонну, регулятор отбора спирта из ректификационной колонны, регулятор отбора сивушных масел из сивушной колонны, регулятор отбора спирта из колонны, окончательной очистки

В результате частичного испарения жидкости, стекающей в куб колонны и попадающей в куб-испаритель, образуется поток пара. Образовавшийся пар поднимается вверх по колонне, затем попадает в дефлегматор, где конденсируется (появляется флегма) и по стенкам трубы возвращается в жидком виде в нижнюю часть колонны. На обратном пути контактирует с поднимающимся паром на тарелках или насадках. Под действием нагревателя флегма снова становится паром, а пар вверху конденсируется дефлегматором.

После стабилизации в верхней части колонны скапливаются разделенные фракции с самой низкой температурой кипения, внизу – с самой высокой (сивушные масла). По мере отбора нижние фракции постепенно поднимаются вверх по колонне. За счет подачи флегмы в колонну существенно сдвигается равновесие в системе жидкость-пар, увеличивается движущая сила процесса и, как следствие, смесь более четко разделяется на компоненты.

Модернизация предполагает переход от модели поддержания температуры, управляемой клапаном подачи пара, к системе точного поддержания температуры подогрева куба колонны. По рассчитанному значению расхода пара, требуемого для процесса получения спирта в колонне снижаются потери на перерегулировании, которые приводят к большим затратам потребления пара.

УДК 621.5

Студ. Ю. Д. Сандихаев, В. Ю. Томашевич
Науч. рук. ст. преп. А. А. Лялько
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРООЧИЩЕННОГО КЕРОСИНА

Гидроочистка нефтяных фракций является одним из наиболее широко распространяемых и важных процессов как для получения базовых компонентов для компаундирования моторных топлив, так и в качестве предварительной стадии подготовки сырья для последующих процессов облагораживания нефтяных фракций

Основной целью установки является удаление из сырья соединений серы, азота, а также снижение содержания полициклических ароматических углеводородов.

Объект автоматизации – вертикально-секционная трубчатая печь установки производства гидроочищенного керосина. С точки зрения управления имеет ряд существенных особенностей:

- необходимость длительной непрерывной работы;
- тесная связь по материальным и информационным потокам;
- режимы ведения процесса близкие к критическим;
- наличие внешних и внутренних возмущений.

Целью системы управления является стабилизация заданного параметра (температура газосырьевой смеси на выходе из печи) на требуемом уровне. Автоматическая система управления является связанной. Данная система является полностью автоматизированной, за исключением остановки и пуска системы.

Трубчатая печь имеет внешнее возмущение (расход газосырьевой смеси на входе в печь), для гарантии компенсации которого температуру на выходе из камер печи устанавливают на 1-1,5 °С выше необходимой. Параметр расхода газосырьевой смеси на входе в печь можно оценить косвенно с использованием параметра расхода сырья, т.к. газосырьевая смесь является двухфазным потоком, а использование соответствующих расходомеров снижает экономическую эффективность данной модернизации.

Модернизация предусматривает использование датчика расхода сырья, находящийся перед тройником и использование датчика температуры, установленного после объекта управления, для построения инвариантной системы регулирования подачи топливного газа к основным горелкам печи.

УДК 681.5

Студ. Н.Д. Демянович, В.Е. Каптюг
Науч. рук. доц. В.В. Сарока
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ ГАЗОВ НА АММИАК-4 ОАО «ГРОДНО АЗОТ»

Конверсия – процесс переработки газов с целью изменения состава исходной газовой смеси. Конвертируют обычно газообразные углеводороды (метан и его гомологи) и оксид углерода (II) с целью получения водорода или его смесей с CO.

Для обеспечения глубокой конверсии процесс проводится в две ступени в присутствии катализатора: I-я ступень - среднетемпературная, II-я ступень - низкотемпературная.

Конвертированная парогазовая смесь с температурой от 320 °C до 380 °C через электрозадвижку поз.HC140 подается в конвертор CO I-ой ступени поз.114.

В трубопровод входа конвертированной парогазовой смеси в конвертор поз.114 предусмотрена подача пара 40 через клапан поз.QCV141 с регулированием расхода посредством регулятора поз.QIC141. Температура на входе в конвертор регулируется:

– байпасированием котла-утилизатора поз.115 частью конвертированной парогазовой смеси с помощью заслонки поз.TCV141 посредством регулятора поз.TIC141;

Входная температура изменяется от 200 °C до 240 °C в зависимости от активности катализатора низкотемпературной конверсии. В начале срока службы катализатора температура должна быть по возможности более низкой, по мере старения температуру необходимо повышать для достижения установленной степени конверсии, но так, чтобы температура на выходе из конвертора поз.117 была не более 260 °C.

Для разогрева и восстановления катализатора имеется подключение конвертора поз.117 к системе циркуляционного азота. В линию входа конвертированной парогазовой смеси в конвертор через съемные участки подведен пар 7 и воздух для проведения окисления катализатора.

Модернизация предполагает введение контура регулирования расхода газа в зависимости от конечной температуры продукта после 1-ой стадии конверсии. Данное решение позволит более экономично использовать газ CO и получить на выходе более очищенный конвертированный газ, используемый в дальнейшем на предприятии.

УДК 681.5

Студ. В.И. Пузевич, А. С. Нахай
Науч. рук. преп.-стажер Т.П. Фокин
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ СОЛЕВОЙ ПУЛЬПЫ В ПЛАСТИНЧАТОМ СГУСТИТЕЛЕ НА СОФ 2РУ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

Система управления процессом сгущения предназначена для поддержания рабочих режимов работы технологического оборудования сгустителя и автоматического регулирования (стабилизации) процесса разгрузки шламов. Сгущение – процесс повышения концентрации твердой фазы в сгущаемом продукте (шлам, пульпа), протекающий под действием гравитационных и (или) центробежных сил

На предприятии построен цех обесшламливания и сгущения солевой пульпы.

В деаэратор поступает солевая пульпа. Для увеличения скорости осаждения шламов в деаэратор подаётся флокулянт. После чего смешанная с флокулянтом пульпа подаётся в пластинчатый сгуститель, который представляет собой специальное оборудование с множеством параллельных пластин. Эти пластины имеют мелкие прорези и расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Жидкость под давлением пропускается через эти прорези, а флоки задерживаются на поверхности пластин.

Остаток грязного маточника перемещается в верхние слои, в зону осветления, где происходит слив сгустителя, который самотёком подаётся в бак чистого маточника, откуда насосом (двигатель М9) поступает на фабрику.

По мере прохождения жидкости через сгуститель, флоки на поверхности пластин начинают образовывать слой, известный как сгусток или торт

Сгущённый продукт разгрузки сгустителей с ж/т не более 1,4 (плотностью не менее 1,5124 г/см^3), плотность которого можно поддерживать изменением расхода флокулянта ($F_ф$). Из нижней части корпуса сгустителя насосом (Н1.1, Н1.2) подаётся в шламо-насосную станцию.

Модернизация предполагает введение контура регулирования расхода флокулянта в зависимости от конечной плотности продукта сгущения.

Данное решение позволит более экономично использовать флокулянт и получить на выходе более очищенный маточник, используемый в дальнейшем на предприятии.

УДК 624.953

Студ. А. В. Желязко, Г. А. Кустов
Науч. рук. ст. преп. М.Ю. Подобед
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

Каталитический крекинг (КК) – это процесс, используемый для расщепления длинных молекул углеводородов в сырой нефти на более мелкие молекулы, такие как бензин, дизельное топливо и другие виды топлива. Процесс включает в себя использование катализатора для ускорения химической реакции, и это важный этап в переработке сырой нефти. Процесс КК осуществляется в реакторно-регенераторном блоке, который состоит из реактора и регенератора. Особенность работы установки заключается в поддержании определенного температурного и расходного режимов.

Для достижения оптимальной степени распыления сырьё подается в реактор, в котором общий поток сырья разделяется на несколько параллельных потоков и смешивается с водяным паром. Во время контакта катализатора с сырьем на поверхности катализатора откладывается кокс. Отделенный от смеси отработанный катализатор по опускным трубам реактора опускается в стриппинг-камеру, где для отпарки углеводородов с поверхности отработанного катализатора подается водяной пар среднего давления.

Отпаренный катализатор из стриппинг-камеры реактора поступает в узел смешения с воздухом, где поднимается по райзеру смешения и через щелевой распределитель попадает в камеру сгорания регенератора.

Происходит смешение с потоком катализатора, благодаря чему отработанный катализатор нагревается до температуры, необходимой для проведения процесса выжига кокса. По мере движения катализатора вверх по камере сгорания кокс выгорает, смесь поступает в верхнюю секцию регенератора.

Модернизация предполагает стабилизацию температуры в верхней части реактора путем изменения расхода регенерированного катализатора с корекцией по перепаду давления на заслонке. Нормированный сигнал подается на вход промышленного контроллера, где сравнивается с заданным значением температуры. При их несоответствии друг другу, формируется сигнал рассогласования; предусмотрена сигнализация верхнего и нижнего значения температуры.

УДК 681.5

Студ. П. А. Иванов, А. С. Мелешко
Науч. рук. ст. преп. Т. А. Дейнека
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ СУХОГО КРАХМАЛА

Сырьем для производства картофельного крахмала служит картофель. Средний химический состав клубня картофеля состоит из 75% воды и 25 % сухих веществ, из которых 18,5 % крахмала.

В производстве картофельного крахмала степень использования сырья характеризуется коэффициентом извлечения крахмала, который колеблется от 82 до 88 %. Выход крахмала зависит от содержания его в перерабатываемом картофеле и от потерь крахмала с побочными продуктами и сточными водами. Основные потери крахмала в производстве происходят с мезгой в виде связанного крахмала (около 40 %) и свободного крахмала (3.. .4 %), что составляет около 1,7 % массы переработанного картофеля.

Особенности производства и потребления готовой продукции. Картофель подают на производство с помощью гидравлического транспортера, при этом частично отделяют легкие примеси, песок и землю. Моют картофель в моечных машинах комбинированного типа, при этом процесс мойки составляет 10... 14 мин.

Картофель измельчают на терочных машинах, принцип работы которых состоит в истирании клубней поверхностью, состоящей из пилок с мелкими зубьями.

После отделения картофельного сока на осадочных центрифугах кашку направляют на ситовые аппараты или на гидроциклонные установки, где от нее отделяют и промывают крупную и мелкую мезгу, осаждают и промывают крахмал. Полученная здесь крахмальная суспензия имеет концентрацию 12... 14 % и содержит некоторое количество мелкой мезги (4...8 %), водорастворимых веществ (0,1.. .0,5 %) и сильно разбавленного картофельного сока. Поэтому ее подвергают двухступенчатому рафинированию, после чего крахмальную суспензию с концентрацией 7.. .9 % подают на пеногасящее устройство и на песковые гидроциклоны. Далее крахмал обезвоживают и высушивают.

Основным фактором, который может помощь улучшить процесс получение крахмала, это повышение информативности системы управления и снижение факторов возмущение на конечную влажность продукта.

УДК 681.5

Студ. И. Н. Чуйко, Е. Н. Шацкий
Науч. рук. доц. О. И. Александров
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБРЕЗИНИВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПРОВОЛОКИ

Линия закатки гексагональных бортовых тросов шины из одной обрезиненной проволоки является современным ответом на проблему производства гексагональных бортовых тросов шины.

Цель: произвести гексагональный бортовой трос шины как можно качественнее и быстрее. Система производит бортовые тросы способом, производительность которого определена только параметрами резиновой смеси, скоростью приводов, но, несмотря на это, производство совершенных гексагональных тросов требует от обслуживающего персонала совершенное усвоение управления линией.

Сочетание стенда закатки, магазина, оттяжного барабана, экструдера и раскаточной стойки является стандартным для каждого, кто интересуется производством бортовых тросов. Линия применяет новый принцип управления шаговой головкой с точным позиционированием.

Основной проблемой производства гексагональных тросов точно определенной формы является неравномерное обрезинивание троса. Главной причиной этой неравномерности было, и во многих системах и осталось, частое изменение скорости перехода проволоки экструдером, причем количество экструдированной резины остается практически неизменным. Эта проблема была решена таким образом, что оттяжные барабаны и экструдер работают при постоянной скорости, причем отношение скоростей этих двух установок можно установить так, чтобы отвечало свойствам экструдированной резиновой смеси. Но это еще не все, поскольку проволоку нужно раскатывать с магазина таким образом, чтобы скорость раскатки проволоки была постоянной, и магазин с обрезиненной проволокой не был больших размеров. Когда блоки достигнут установленной высоты, стенд закатки получит сигнал для остановления, пока в магазин не поступит достаточное количество обрезиненной проволоки. После этого закатка повторяется. После этого закатка продолжается до тех пор, пока не окончится программа закатки. Двигатель снизит скорость, и блоки передвинутся по опоре магазина в направлении вниз. При нормальных обстоятельствах трос закончится, и стенд закатки включится еще до того, как блоки дойдут до нижнего положения и оттяжные барабаны остановятся.

УДК 681.5

Студ. Р.С. Капский
Науч. рук. Т.А. Дейнека
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫРАБОТКИ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА НА ФИЛИАЛЕ "ПИНСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ" РУП "БРЕСТЭНЕРГО"

Цель процесса – выработка перегретого пара температурой 380°С. Природный газ поступает к горелке и запальнику через газопровод. При сгорании природного газа выделяются дымные газы, которые выходят через дымоход.

В трубопровод поступает питательная вода из питательной магистрали. При прохождении через дымные газы питательная вода в трубопроводе нагревается до температуры 100°С. После чего попадает в барабан расположенном на газомазутном котле. В котле применено двухступенчатое испарение. Во вторую ступень испарения котла ДЕ-25-24-380ГМ-О (Е-25-2,4-380ГМ) внесена задняя часть экранов топки и конвективного пучка, расположенного в зоне с более высокой температурой газов. Контуры второй ступени испарения имеют необогреваемую опускную систему. Рабочее давление теплоносителя на выходе 2,3 МПа и температура перегретого пара 380°С.

Системы автоматического управления котельными подразделяются на системы общекотельной автоматики и системы управления котлоагрегатами и выполняют следующие основные операции: технологическую защиту, предотвращающую аварии; технологическую блокировку, исключающую выполнение неправильных операций; автоматический контроль работы котлов; технологическую сигнализацию, извещающую персонал о ходе выполнения технологических процессов; дистанционное управление котлом (пуск и останов котлов); автоматическое регулирование.

Основными видами автоматических систем регулирования (АСР) котельных установок для котлов являются регулирование процессов горения и питания; для деаэраторов – регулирование уровня воды и давления пара. Автоматическое регулирование процессов горения предусматривается для всех котлов, работающих па жидком или газообразном топливе.

Модернизация предполагает введение контура регулирования расхода жидкости из котла.

Данное решение позволит более экономично использовать питательную воду и получить на выходе более рациональное использование природных ресурсов.

УДК 621.311

Студ. А. В. Сидоренко
Науч. рук. доц. Н. П. Коровкина (кафедра АППиЭ, БГТУ),
доц. Н.Н. Пустовалова (кафедра ИСиТ, БГТУ)

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШНЕКОВЫХ ДОЗАТОРОВ

Экономия электроэнергии на производстве приводит к ощутимому снижению себестоимости выпускаемой продукции и повышению рентабельности производства. Основными направлениями экономии электроэнергии можно считать следующие:

– внедрение частотно-регулируемых электроприводов;

– замена устаревших электроприводов современными энергосберегающими.

Проблема энергосбережения в настоящее время имеет особую актуальность во всех сферах, особенно в деревообработке, т. к. в этой отрасли проявляется сравнительно меньше активность в области энергосбережения, чем в других отраслях.

Для расчета эффективности замены двигателей серии АИР на двигатели серии RA требуется следующее: номинальные мощности двигателей RA и АИР, коэффициенты полезного действия, число часов работы за год, коэффициент мощности cosφ.

Экономический эффект от реализации энергосберегающего мероприятия определяется с учетом приведения к номинальному режиму эксплуатации оборудования, т. к. при трудно прогнозируемом режиме работы оборудования и значительном его отклонении от номинального годовая экономия электроэнергии и за более длительный период может существенно отличаться от расчетной.

Экономию электрической энергии при замене асинхронных двигателей АИР на RA одинаковых мощностей можно определить по величине снижения потерь мощности.

Разность потерь мощности двигателей АИР иRA:

$$\Delta P = \Delta P_{1АИР} - \Delta_1 P_{RA} = P_{ном} \cdot (1/\eta_{АИР} - 1/\eta_{RA}), кВт,$$

где $\Delta P_{1АИР}$ –потребляемая мощность двигателя АИР, кВт;$\Delta_1 P_{RA}$– потребляемая мощность RA, кВт; $P_{ном}$– номинальная мощность двигателей АИР и RA, кВт; $\eta_{АИР}$ – КПД асинхронного двигателя АИР; η_{RA} – КПД асинхронного двигателя RA.

Экономия электрической энергии в год:

$$\Delta W = P_{ном} \cdot (1/\eta_{АИР} - 1/\eta_{RA}) \cdot t, кВт \cdot ч,$$

где t – число часов работы электродвигателей в году, t = 4300 час.

УДК 681.5

Студ. К.А. Регес
Науч. рук. преп.-стажёр Т.П. Фокин
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВУЛКАНИЗАЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «БЕЛШИНА»

Процесс вулканизации заключается в нагреве сырой покрышки, помещенной в пресс-форму, и выдержке ее под давлением, при повышенной температуре в течение необходимого времени.

Процесс происходит в форматоре-вулканизаторе, который оснащен загрузчиком/разгрузчиком, прессом, паровой плитой, цилиндром управления диафрагмой и диафрагмой.

На данной технологической линии одной из наиболее ответственных является стадия вулканизации. Автоматизация данной стадии – необходимое условие улучшения технологии вулканизации и качества готового продукта. В аппарате основными параметрами регулирования является температура, которую поддерживают паром.

На предприятии для процесса используется однокамерный вулканизационный пресс VL100 “СТАНДАРТ, предназначен для формования и вулканизации диагональных автопокрышек размерами бортов 22,5 " – 48", с максимальным наружным диаметром 2200 мм.

Вулканизация начинается после процесса формования. В диафрагму подается циркуляционная перегретая вода под давлением не менее 20 атм. при температуре 185°С. Одновременно в камеру подается пар давлением 5-6 атм. С этого момента начинается процесс вулканизации. По истечении необходимого времени вулканизации по команде управляющего прибора прекращается подача пара в камеру и перегретой воды в диафрагму. Затем в диафрагму под давлением 20 атм. нагнетается холодная вода. После чего тот же прибор дает команду на открытие пресс-формы. Рычаг поднимает с вулканизованную покрышку, отрывая ее от нижней полу формы и перемещая нижний диск диафрагмы.

Эффективным решение для повышения качества функционирования пресса является учет температуры внутри диафрагмы при формировании температурных режимов вулканизации.

Для решение этой проблемы предлагаю поставить датчик температуры внутри данного аппарата, который будет контролировать температуру внутри диафрагмы и тем самым регулировать подачу горячего пара. Данное решение позволит сэкономить энергетические ресурсы.

УДК 681.5

Студ. М. П. Косач
Науч. рук. ст. преподаватель И.О. Оробей
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Цель процесса – окончательное обезвоживание бумажного полотна путем регулирования температуры поверхности сушильных цилиндров. Пароконденсатная система сушильной части обеспечивает: сушку бумаги достаточной энергией, достаточной температурой поверхностей сушильных цилиндров, управление давлением пара в сушильных группах, отвод конденсата из сушильных цилиндров.

Температуру сушильных цилиндров повышают постепенно, что способствует улучшению качества бумаги и завершению процесса проклейки. В конце сушильной части температуру поверхности цилиндров снижают, так как высокая температура при небольшой влажности бумаги действует на волокна разрушающе.

Задачей предлагаемого модернизации является повышение эффективности работы сушильного шкафа и контроль температуры цилиндров путем измерения температуры отработанной паровоздушной смеси(конденсата).

Сушильный шкаф состоит из цилиндров. Целлюлозное полотно в шкаф вводится в верхнюю часть сушильного шкафа и выводится из нижней. Переход из одного канала в другой осуществляется при помощи отклоняющих цилиндров. Недостатками этих устройств является изменение температуры цилиндров, что влечет за собой неплановые ППР, включающие незапланированные затраты.

Влияние на качество продукции оказывает температура сушки бумажного полотна. Очень важно не пересушить и не оставить избыточное количество влаги в полотне. Для более простого решения этой задачи ставится датчик температуры на трубопровод использованной паровоздушной смеси на выходе из сушильного шкафа.

Данное решение может помочь на более ранней стадии обнаружить отклонение технологии. В итоге это поможет уменьшить количество неплановых ППР и улучшить экономику данного предприятия.

Установка датчика температуры поможет сократить расходы энергии и улучшить экономическую эффективность. При этом датчик температуры не требует больших материальных затрат. Датчик температуры поможет заранее определить изменения в температурах цилиндров, что позволит предотвратить крупные поломки, а в следствии уменьшить количество неплановых ППР.

УДК 54.058

Маг. А.А. Бышик
Науч. рук.: зав. кафедрой А.Н. Гаврилюк; асп. М.С. Мохорт
(кафедра технологии неорганических веществ
и общей химической технологии, БГТУ)

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В РАСТВОРАХ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Вопросам очистки экстракционной фосфорной кислоты посвящено большое количество работ, описывающих методы, особенности и аппаратурное оформление процессов. При этом ключевым фактором в достижении высоких степеней очисти является разрушение содержащихся в кислоте комплексных соединений, характеризующихся высокой химической стабильностью [1].

Установлено, что фтор содержится в экстракционной фосфорной кислоте в виде кремнефтористоводородной кислоты и солей: Na_2SiF_6, K_2SiF_6 и др., фторидов – HF, SiF_4, NaF, CaF_2, AlF_3 и др., фторфосфорных кислот – H_2PO_3F, $H_2PO_2F_2$, комплексных фторидов Fe и Al – FeF_{3-x}^{x+}, AlF_{3+x}^{x-}, и солей $Me_n(H_2PO_4)_xF_y(PO_3F)_z(H_2O)_k$, где Me – Ca, Fe, Al и др.

Соединения алюминия присутствуют в растворе в виде – AlF_3, AlF_4^- комплексов, соединения железа – в виде фосфатных $Fe(H_2PO_4)_4^-$, $Fe(PO_4)_2^{3-}$, $Fe(PO_4)_3^{6-}$, $Fe(HPO_4)_4^+$ и фторидных FeF_3 и FeF_2^+ комплексов.

Серосодержащие соединения присутствуют в виде соединений типа – $MeSO_4$, $Me_2(SO_4)_3$, $Me(HSO_4)_3$, $MeF_n(HSO_4)_m$, и внутренних комплексов различной формы ($Me(SO_4)_n^{3-2n}$, $Me(H_2O)_{6-n}(OSO_3)_n^{3-2n}$), в которых кислород из сульфатных групп замещает *n* молекул воды гидратированных ионов, где Me – Ca, Mg, Fe, Al, Ni, Ti, Mn, Zn и другие. Таким образом, в сложно-солевой системе фосфатно-сернокислотных растворов экстракционной фосфорной кислоты возникают различные фосфатно-, сульфатно-, фторидные комплексы.

Установлено, что при нейтрализации серно- и фосфорнокислых растворов существующие комплексы начинают разрушаться, и при pH 1,7 выпадать в осадок в виде фосфатов и фторидов РЗЭ, соединений кальция, железа и алюминия. С ростом pH раствора в твердой фазе происходит увеличение содержания фтора, кальция и частично РЗЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лембриков В.М., Токмакова Т.В., Волкова М.Н., Бурков А.М. Исследование процесса получения очищенной фосфорной кислоты пищевой квалификации // Труды НИУИФ: к 100-летию основания института: в 2 т. Т.1. – Вологда: Древности Севера. – 2019. − С. 228−240.

УДК 532.135

Маг. Я.А. Шинявская
Науч. рук. проф. Л.С. Ещенко (кафедра технологии неорганических веществ и общей химической технологии, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ АЛЮМОСОДЕРЖАЩЕГО РЕАГЕНТА НА ПРОЦЕСС КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ АЛЮМОФОСФАТОВ

Ортофорсфаты алюминия перспективны для использования в составе различных материалов, в том числе как наполнители электрореологических суспензий (ЭРС). К фосфату алюминия предъявляют ряд требований, ключевым из которых является размерный фактор. Ранее [1] проводили работы по получению высокодисперсного фосфата алюминия состава $AlPO_4 \cdot 2H_2O$, продукты дегидратации которого исследовали как наполнители ЭРС. Было показано, что наиболее электрореологически активным является высокодисперсный $AlPO_4$ со структурой тридимита, получаемый термообработкой $AlPO_4 \cdot 2H_2O$. В данной работе исследовали процесс получения безводного алюмофосфата гидротермальным методом в интервале температур 100-200°С подвергали как алюмофосфорсодержащие растворы, так и рентгеноаморфный продукт, осажденный в системе Al_xR_y – H_3PO_4 – NH_4OH, где R – анион соли алюминия. Алюмофосфатный раствор получали растворением $Al(OH)_3$ в H_3PO_4 при 80-90°С и мольном соотношении P_2O_5/Al_2O_3 = 2,75. Показано, что более мелкодисперсный продукт образуется при температуре 100-160°С и соответствует формуле $AlPO_4 \cdot 1{,}64\text{-}2H_2O$. При температуре 180-200°С кристаллизуется безводный кварцеподобный фосфат алюминия – берлинит, с размером частиц до 200 мкм.

Выявлена зависимость между условиями синтеза, составом, структурой и условиями осаждения рентгеноаморфных продуктов из солей алюминия и фосфорной кислоты и их гидротермальной кристаллизацией в интервале 100-200°С. Установлено, что высокодисперсный фосфат алюминия с тридимитоподобной структурой образуется только при кристаллизации аморфного продукта при 180°С, полученного в системе с нитратом алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ещенко, Л.С. Особенности синтеза высокодисперсных алюмофосфатов состава $AlPO_4 \cdot nH_2O$ / Л.С. Ещенко, О.В. Понятовский // Вес. Нац. акад. Навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2021. – Т. 57, № 3. – С. 310–319.

УДК 661.635; 532.135

Маг. Н.Н. Веремейчик
Науч. рук. проф. Л.С. Ещенко (кафедра технологии неорганических веществ и общей химической технологии, БГТУ)

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Фосфат железа заданного состава и структуры может быть использован в качестве наполнителя для электрореологических суспензий (ЭРС). Одним из способов его получения, обеспечивающий кристаллизацию высокодисперсного продукта, является гидротермальный синтез.

Целью работы явилось исследование состава и свойств ортофосфатов железа, кристаллизующихся в гидротермальных условиях в интервале температур 100–200°С.

Свежеосажденный рентгеноаморфный осадок, полученный в системе Fe_xA_y – H_3PO_4 – NH_4OH – H_2O, где А – анион соли железа, методом химического осаждения, подвергали гидротермальной обработке в течение 4–24ч, pH среды 1,0-1,1. После этого осадок отделяли от жидкой фазы, промывали водой до отрицательной реакции на хлорид-, нитрат- и сульфат-ионы и сушили при температуре 70–80°С до постоянной массы. Исследовано влияние температуры и продолжительности гидротермальной обработки в исследуемом интервале температур на химический и фазовый состав образующихся железофосфатов. Показано, что гидратированный ортофосфат железа состава $FePO_4 \cdot 2H_2O$, который имеет моноклинную структуру, идентичную фосфосидериту, кристаллизуется как при температуре 100°С, так и температурах 180, 200°С. Однако, при увеличении продолжительности гидротермальной обработки исходной суспензии при 180, 200°С до 24 часов, происходит образование основного фосфата железа, рентгенографически идентифицированного как $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3$, имеющего орторомбическую структуру.

Исследован дисперсный состав железофосфатов, полученных при осаждении с использованием растворов нитрата, сульфата, хлорида железа и последующем старением системы «осадок – жидкая фаза» в гидротермальных условиях при температуре 180°С. Установлено, что преобладающий размер частиц полученных таких образом соединений зависит от природы соли железосодержащего реагента. Для железофосфатов, полученных из нитратных и хлоридных растворов, преобладают частицы с размером 10–50 мкм, в сульфатных растворах 5–10 мкм.

УДК 661.635; 532.135

Студ. И.В. Перковский, А.С. Тихонов,
Науч. рук. проф. Л.С. Ещенко
(кафедра технологии неорганических веществ
и общей химической технологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФЕРРИТОВ

На данном этапе развития технологии широкое применение получили наноматериалы, состоящие из частиц, размером от 1 до 100 нм. Одним из видов наноматериалов является магнитореологическая суспензия (МРС), реологические свойства которой изменяются под действием магнитного поля. Наполнитель для МРС должен иметь определённый размер частиц и взаимодействовать с магнитным полем.

Разработка магнитных материалов является важной и актуальной задачей, направленной на создание современных технологий.

Целью работы явилась разработка композиции, состоящей из феррита кобальта, оксида железа (γ-Fe_2O_3) и оксида графена. Феррит кобальта $CoFe_2O_4$ получали путём совместного осаждения из растворов хлорида кобальта и хлорида железа с концентрацией (10 мас. %) при температуре 85-90 ℃ гидроксидом натрия (30 мас. %). Мольное соотношение $CoCl_2/FeCl_3$ составляло 1,6. Средний размер частиц полученного продукта, высушенного при 120 ℃ составил 1-5 мкм. Маггемит (γ-Fe_2O_3), получали путём совместного осаждения из растворов $FeSO_4$ и $FeCl_3$, (0,5 М) раствором аммиака, (6,25 мас. %. NH_3). Мольное соотношения $FeCl_3/FeCl_2 = 2$.

Одним из компонентов магнитной композиции является оксид графена GrO. Метод получения данного соединения описан в работе [1], суть которого заключается в смешении графена с H_2SO_4, и порционной добавки $KMnO_4$. Полученную смесь термостатируют при температуре 80-85 ℃ в течении 10 часов. На данном этапе работы исследуется влияние концентрации H_2SO_4 на скорость взаимодействия с графеном, с целью определения продолжительности данной стадии синтеза. Получение магнитной композиции на основе синтезированных соединений будет осуществляется при помощи шаровой планетарной мельницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таратайко А. В., Мамонтов Г. В. Синтез оксида графена по модифицированному методу Хаммерса // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2023 № 30 С. 67–69.

УДК 66.093.4:546.62-31

Студ. А.В. Алексеева
Науч. рук. проф. Л.С. Ещенко (кафедра технологии неорганических веществ и общей химической технологии, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРАТИРОВАННОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ СО СТРУКТУРОЙ ПСЕВДОБЕМИТА

На данном этапе для разработки новых видов низкотемпературных катализаторов, с высокой химической и физической устойчивостью, особый интерес представляют соединения алюминия: гидратированные оксиды, в частности псевдобемит, который можно получить в виде пористого соединения. Имеются данные по способам получения, однако не все возможно воспроизвести и нет единого представления об условиях образования псведобемита состава AlOOH, обладающего пористой структурой.

Целью работы явилось получение моногидрата оксида алюминия со структурой псевдобемита.

В качестве исходных реагентов использовали сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$) и водный раствор аммиака, с содержанием NH_3 25%. Синтез проводили путем интенсивного смешения растворов $Al_2(SO_4)_3$ с концентрациями 0,3 и 0,6М и аммиака до pH 9,5. Процесс проводили периодически при температуре 85°С. Свежеосажденный осадок в виде гидрогеля помещали в колбы с притертыми пробками и выдерживали при температуре 100°С в течении 14 часов. В результате старения осадок разделился на жидкую и твердую фазы. Удаление жидкой фазы проводили фильтрацией с отмывкой осадка горячей дистиллированной водой. Осадок сушили при температуре 70°С до постоянной массы. Согласно рентгенофазовому анализу установлено, что при использовании раствора соли алюминия с концентрацией 0,3М образуется слабокристаллизованный продукт, в то время как продукт, полученный с использованием 0,6М раствора $Al_2(SO_4)_3$ является рентгеноаморфным. Идентифицированной фазой на рентгенограмме является псевдобемит, в котором на 1 моль Al_2O_3 приходится 1 моль H_2O. Состав высушенного продукта соответствует $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, что связано с присутствием сверхстехиометрической воды, локализованной в межслоевом пространстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзисько, В.А. Формирование гидроокиси алюминия при старении В.А. Дзисько, А.С. Иванова, Г.П. Вишняков // Кинетика и Катализ. – 1976. – Т. 17. – С. 483.

УДК 66.046,52:661.872’053.2-12

Маг. А.О. Кондратович
Науч. рук. проф. Л.С. Ещенко (кафедра технологии неорганических веществ и общей химической технологии, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЦЕСС КОНВЕРСИИ ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА В СИСТЕМЕ $FeSO_4 – H_2SO_4 – CaCO_3 – M – O_2$ (воздух) $– H_2O$

Пигменты-наполнители, включая смесь оксида железа (III) с сульфатом кальция перспективны для используется в производства строительных материалов. Эффективным методом для улучшения качества пигментов и интенсификации процесса производства является использование модифицирующих добавок.

Целью данного исследования явилось изучение влияния добавок ($Al_2(SO_4)_3$, $ZnSO_4$) на процесс и продукты щелочной конверсии железного купороса. Конверсия $FeSO_4$ в присутствии мела и добавок проводили по методике, описанной ранее [1]. Микроволновую обработку реакционной смеси осуществляли при 70-500 Вт, в сушильном шкафу в интервале температур 100-250°С.

Изучено влияние химического состава добавок на процесс и продукты щелочной конверсии, протекающей в системе $FeSO_4 – H_2SO_4 – CaCO_3 – O_2$ (воздух) $– H_2O$ при микроволновом воздействии и обработке в сушильном шкафу. Установлено, что степень окисления соединений Fe (II) при введении в реакционную смесь $Al_2(SO_4)_3$ выше, по сравнению с $ZnSO_4$ и достигает 65% уже на стадии микроволновой обработки при 500 Вт. Отмечено, что микроволновая обработка реакционной смеси ускоряет процесс окисления и образование соединений трехвалентного железа. Показано, что рентгенографически четко обнаруживается полугидрат гипса, в то время как образующиеся промежуточные метастабильные железосодержащие фазы, такие как зелёная ржавчина ($[Fe^{2+}{}_4Fe^{3+}(OH^-)]^{2+}\cdot[SO^{2-}\cdot 2HO]^{2-}$), фиброферрит ($FeSO_4(OH)\cdot 4H_2O$), лепидокрокит (γ-FeOOH) менее отчетливо.

Термическая обработка до 750°С сопровождается разложением основных указанных сульфатов и образование гематита за счет дегидратации лепидокрокита. Показано, что оттенки зависят от химического состава вводимой добавки. Более чистым ярким цветом со светлым оттенком обладает цинксодержащий пигмент-наполнитель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение железокальцийсодержащих пигментных материалов / Л. С. Ещенко [и др.] // материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 3 декабря 2020 г. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 279-284.

УДК 661.833

Студенты А.А. Холод, А.А. Симончик
Науч. рук. доц. В.И. Шатило (кафедра технологии неорганических веществ и общей химической технологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ МОНОАММОНИЙ- И МОНОКАЛИЙФОСФАТА ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Производство фосфатов высокой степени чистоты основано на нейтрализации термической фосфорной кислоты. Использование относительно дешевой экстракционной фосфорной кислоты, позволит снизить себестоимость получаемых фосфатов. Проблема заключается в том, что, фосфорная кислота, получаемая сернокислотной экстракцией природных фосфатов, содержит большое количество примесей.

Процессы очистки экстракционной фосфорной кислоты от примесей путем частичной нейтрализации находят применение при получении чистых фосфатов различного назначения – технических, удобрительных и кормовых.

Целью исследований являлось изучение способа получения моноаммоний- и монокалийфосфата калия на основе экстракционной фосфорной кислоты, получаемой из фосфоритов Марокко

Получение фосфатов включало следующие основные стадии: получение исходных фосфорсодержащих растворов путем нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты раствором аммиака или раствором гидроксида калия; отделение шламового осадка фильтрацией; охлаждение раствора и политермическая кристаллизация продуктов; отделение кристаллических осадков фильтрацией и их сушка.

Степень перехода соединений железа и алюминия в шламовый осадок составила 99,9%, фторид-иона – 58-71%. Низкая степень перехода сульфат-иона в твердую фазу (4,3-8,1%) объясняется образованием сульфатов аммония и калия, которые остаются в составе раствора. Соединения кальция осаждаются на 72-88% в виде фосфата и сульфата кальция, степень осаждения соединений магния не превышает 50%. Из очищенных растворов фосфатов были получены кристаллические осадки моноаммонийфосфата состава (мас.%): P_2O_5 – 55,2; NH_4^+ – 11,8; SO_4^{2-} – 3,0; F^- – 0,008; Fe_2O_3, Al_2O_3, MgO – отс; н.о. – 0,01 и монокалийфосфата состава (мас.%): P_2O_5 – 51,3; K_2O – 34,4; SO_4^{2-} – 2,33; F^- – 0,045; MgO – 0,47; CaO – 1,98; н.о.– 0,064.

Выполненные исследования позволили установить возможность получения моноаммоний- и монокалийфосфата на основе экстракционной фосфорной кислоты, которые могут найти применение в качестве водорастворимых удобрений, кормовых и технических солей.

УДК 678.017:620.17:004.925.84

Студ. Д.С. Музыка, В.В. Мацукова
Науч. рук. доц. Е.И. Кордикова
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ УГЛА РАСТРА НА УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ПРИ 3D-ПЕЧАТИ PETG

При реализации технологии послойного наплавления (FDM-печать), материал из сопла экструдера наплавляется вдоль заданной траектории в виде элементарных дорожек экструдата. Направление этих дорожек является одним из основных технологических параметров процесса и характеризуется углом растра.

Основной целью представленной работы является изучение влияния направления печати на прочность и упругие свойства при растяжении и изгибе. В рамках проведенного исследования использовался филамент PETG от производителя «Некрасовский полимер» (РФ) с заявленным диаметром 1,75 мм, печать которым велась на 3D-принтере Anycubic 4Max Pro с закрытым корпусом, открытым исходным кодом, возможностью нагрева рабочей поверхности, при температуре 240°C, скоростью 30 мм/с и толщине слоя 0,2 мм под различными углами (0°; 90°;0°/90°; +45°/–45°).

Исследование механических характеристик проводили в соответствии с ГОСТ 11262-2017 на образцах в виде лопатки и ГОСТ 4648-2014 в виде бруска на разрывной машине MTS Criterion 43 с автоматической записью диаграммы деформирования. Для определения модуля упругости при растяжении использовали одноосный экстензометр.

Результаты эксперимента (таблица) показывают, что наилучшие упруго-прочностные свойства имели образцы, напечатанные с продольной ориентацией нитей (угол укладки 0°); за ними следует группа изотропных образцов с послойно-переменной укладкой (+45°/–45°, 0/90°), а наиболее низкие показатели механических свойств продемонстрировали образцы, напечатанные с ориентацией 90°.

Таблица – Упруго-прочностные свойства напечатанного материала

Угол растра	$\sigma_р$, МПа	$\sigma_и$, МПа	$E_р$, МПа	$E_и$, МПа
0°	42,7	56,6	1,95	1,71
+45°/-45°	33,8	60,2	1,39	1,61
0°/90°	40,1	52,6	1,78	1,61
90°	28,7	45,5	1,62	1,69

Полученный результат дает возможность определить лучшие условия процесса для получения материала с требуемыми свойствами.

УДК 678.01:539.4:004.925.84

Студ. Е.В. Дайняк, С.Д. Кошель
Науч. рук. доц. Е.И. Кордикова, ст. преп. Г.Н. Дьякова
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПЕЧАТИ

Взаимодействие на границе полимеров определяется адгезионной прочностью, которая зависит от природы контактирующих фаз, свойств их поверхностей и площади контакта.

В классических технологиях для осуществления адгезионного контакта разнородных материалов применяют клей. С использованием аддитивных технологий, при печати двумя экструдерами, имеется возможность осуществлять контакт материалов во время печати одновременно или последовательно различными материалами.

Определение прочности в области контакта проводили в соответствии с ГОСТ Р 57066-2016 на образцах, где одна пластина напечатана TPU, вторая – PLA, ABS, PETG и PC. Для сравнения клеевой прочности связи печатали такие же пластины отдельно и после необходимой обработки поверхности склеивали клеем BISON Super Glue.

Экспериментально установлено, что прочность сдвига зависит от площади контакта между материалами и природы контактирующих материалов (таблица).

Таблица – Прочность адгезионной связи

Площадь контакта, мм^2	TPU/ PLA	TPU/ клей/ PLA	TPU/ ABS	TPU/ клей/ ABS	TPU/ PETG	TPU/ клей/ PETG	TPU/ PC	TPU/ клей/ PC
325	–	1,04	0,56	1,18	0,88	1,53	1,16	1,59
450	0,12	0,69	0,56	0,81	0,83	1,13	0,83	1,12
575	–	0,45	0,50	0,69	0,66	0,85	0,68	0,86

В результате испытаний наихудшими показателями адгезионного контакта с TPU из испытанных материалов обладает PLA, а наилучшей – PC, при этом увеличение площади контакта приводит к снижению прочности адгезионной связи, что, вероятно, связано с концентрацией напряжений у концов образца.

Использование клеевого слоя повышает прочность сцепления разнородных материалов в 1,4–2,0 раза в зависимости от контактирующих материалов при прочих равных условиях.

Полученные результаты дают возможность заключить, что при разработке составных изделий из разнородных материалов по возможности необходимо использовать клеевое соединение.

УДК 531.17

Студ. Р.А. Масло
Науч. рук. доц. Т.Б. Карлович, ассист. А.П. Васеха
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛЧКА TIP-TOP

Волчок tip-top представляет собой механическую систему, состоящую из сферы, срезанной выше экватора, и ножки, вкручиваемой в дно сферы. И сфера, и ножка распечатываются на 3D-принтере PLA полимером. После сборки волчок раскручивается вручную за ножку и может переворачиваться на 180^0 из-за воздействия силы трения.

В работе исследовалось поведение волчка tip-top при воздействии на него дополнительного потока воздуха. С этой целью было изготовлено два образца: с перегородками внутри сферы, (рис.1, обра-

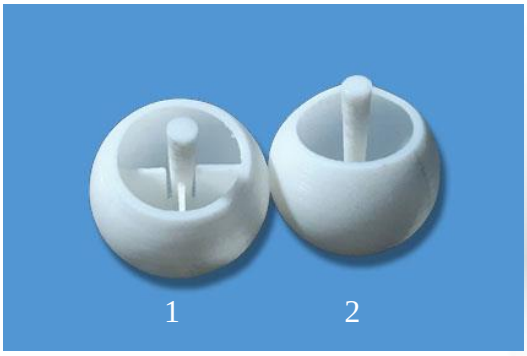


Рисунок 1 – Волчки tip-top, распечатанные на 3D-принтере

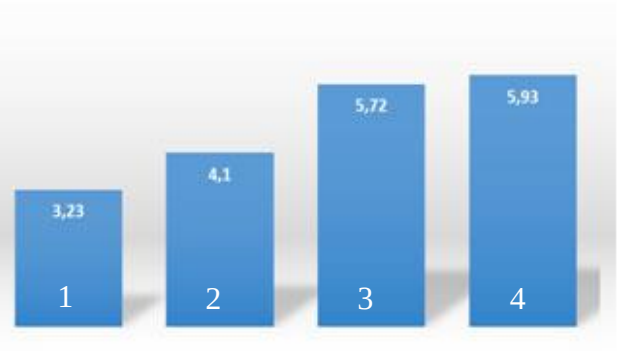


Рисунок 2 – Гистограммы среднего времени верчения волчков

зец 1) и без перегородок (рис. 1, образец 2). В эксперименте измерялось время самостоятельного верчения волчков на ножке после переворота при воздействии дополнительного потока воздуха (ДПВ), создаваемого феном в попутном направлении движения волчка, и без него. Опыты повторялись многократно и производилось усреднение по времени верчения. На рис. 2 среднее время верчения волчков представлено в виде гистограмм: 1 – образец 1 без ДПВ, 2 – образец 1 с ДПВ, 3 – образец 2 без ДПВ, 4 – образец 2 с ДПВ. Анализ гистограмм позволяет сделать вывод, что поток воздуха фена создает воздушную подушку в пространстве сферы и поддерживает движение волчка, поэтому среднее время верчения волчков с ДПВ больше, чем без ДПВ. Причем для волчка 1 с перегородками время верчения увеличивается на 27%, а для волчка 2 без перегородок на 4%, так как перегородки способствуют задержке воздуха внутри сферы.

УДК 678.7:535-31:621.77.04

Студ. А.В. Колотовкина
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер (кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА SLA-ТЕХНОЛОГИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПОЛНЕННОЙ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ FORMLABS CLEAR RESIN

Свойства изделий из фотополимерных материалов зависят от разных факторов, таких как время засветки слоя, толщина слоя и температурные режимы печати и пост-обработки. Управление данными параметрами позволяет контролировать конечные характеристики.

Цель работы – исследовать влияние температурных режимов на физико-механические характеристики наполненной фотополимерной композиции для технологии лазерной стереолитографии (SLA).

Объектом исследования является фотополимерная смола Clear Resin используемая для SLA-печати и наполненная измельченными отходами смол, полученных той же технологией.

Исследование упруго-прочностных характеристик при растяжении проводили в соответствии с ASTM D638-14.

Печать проводили при разных температурных режимах: с нагревом (35ºС), когда принтер автоматически регулирует температуру для выбранного материала, и при комнатной температуре без дополнительного нагрева (23ºС). Также изменяли длительность температурной обработки при доотверждении от 30 до 120 мин.

Микроскопическое исследование поверхности образцов показало, что печать при повышенных температурах приводит к кипению материала, однако снижает время дополнительной засветки.

В результате исследований определили, что оптимальными являются образцы, напечатанные при автономном нагреве материала внутри принтера и времени доотверждения 60–75 минут при температуре 60ºС. При повышении времени засветки прочностные и упругие характеристики увеличиваются незначительно, что позволяет сделать вывод о том, что дальнейшая постобработка неэффективна. Уменьшение времени засветки также нецелесообразно, так как процесс полимеризации не будет завершен и материал не достигнет максимальных упруго-прочностных характеристик.

Полученные результаты можно использовать при подборе более подходящих режимов печати и дальнейшей постобработки, оптимизации затрат материала и размеров конечного изделия, а также при создании новых композиционных систем.

УДК 678.7:535-31:621.77.04

Студ. В.В. Комлач
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер (кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА SLA-ТЕХНОЛОГИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ FORMLABS CLEAR RESIN

Лазерная стереолитография (SLA) – это процесс послойной фотополимеризации посредством воздействия установленного точечного источника излучения (луч лазера). Процесс SLA-печати контролируется множеством физико-химических процессов, каждый из которых зависит от технологических режимов печати и дополнительной обработки, основными из которых являются время и температура. Изменение температурных режимов позволяет повысить упруго-прочностные характеристики или привести к их ухудшению.

Целью работы является изучение влияния температурных режимов на физико-механические характеристики фотополимерных материалов для SLA-печати. Исследования направлены на изучение свойств фотополимерной смолы Formlabs Clear Resin при различных температурных режимах печати (без нагрева – 23°C, при автономном нагреве –35°C) и временных диапазонах дальнейшей постобработки при температуре 60°C (30, 60, 90,120 и более 300 мин).

Печать проводили на стереолитографическом принтере Form 2 компании Formlabs под углом 45° к рабочей поверхности. По завершению процесса печати образцы промывают в станции очистки Form Wash в изопропиловом спирте и помещают на дополнительное отверждение в камеру Form Cure под действием УФ-излучения при установленной температуре.

Результаты эксперимента показали, что печать при повышенной температуре незначительно повышает упруго-прочностные характеристики в диапазоне 1-3%. Дополнительное отверждение в течении 60 минут позволяет повысить предел прочности и модуль упругости при растяжении на 35% и 42% соответственно. При этом отмечается, что последующая обработка светом является неэффективной.

Полученные в ходе исследования результаты можно использовать для подбора эффективных режимов печати и дальнейшей постобработки, без потерь упруго-прочностных и структурных свойств материала в готовом изделии. Рекомендуемыми параметрами является печать при автономном нагреве и времени дополнительной засветки в течении 60–75 минут при температуре 60ºC.

УДК 678.7.01:535-31:621.791.92

Студ. К.Р. Коровкин
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер (кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАПОЛНЕННЫХ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ DLP-ПЕЧАТИ

Процентное содержание и размеры частиц наполнителя в фотополимерной композиции могут оказывать значительное влияние на взаимодействие компонентов, что приводит к изменению прочностных и упругих характеристик.

Целью исследования являлось определение влияния дисперсности наполнителя на структуру и свойства фотополимерной композиционной системы (КМ).

В качестве используемого материала выступала фотополимерная смола Anycubic Resin Basic Clear, наполненная измельченными отходами отвержденной смолы Formlabs Clear Resin. Основной целью применения наполнителя такого рода является попытка уменьшения общего количества отходов и проверка влияния наполнителя на свойства конечного продукта и его структуру.

Для проведения испытаний использовалась фотополимерная композиция с процентным содержанием наполнителя 10% и размером частиц < 40, 40–50, 50–63, 63–80 мкм.

Для изучения влияния дисперсности проводились следующие испытания: определение плотности, усадки, прочности на растяжение, модуля упругости и коэффициента Пуассона. Прочностные показатели композиции при введении наполнителя с различным размером частиц снижаются в диапазоне 3–5%, что незначительно относительно исходных характеристик.

По полученным в ходе проведения эксперимента данным можно сделать вывод о том, что увеличение размера частиц наполнителя оказывает несущественное влияние на структуру и свойства наполненной фотополимерной композиции для DLP-печати. Однако при увеличении размера частиц наполнителя требуется введение дополнительных диспергирующих добавок и тщательный контроль технологических свойств композиции.

Оптимальными с точки зрения затрат на получения наполнителя, а также процента дефектности, являются фотополимерные композиционные материалы с размером частиц 40–50 мкм и содержанием наполнителя 10–20 мас.%.

УДК 645.434.5:621.77.04

Студ. Д.В. Лагунчик
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ УДЛИНИТЕЛЯ РАБОЧЕГО СТОЛА И ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

В настоящее время аддитивные технологии широко используются в разных сферах производства и деятельности человека, что объясняется широкими возможностями современного оборудования для изготовления различного рода изделий. Целью данной работы является оценка целесообразности производства удлинителя рабочего стояла с использованием аддитивных технологий.

Удлинителем рабочего стола (УРС) называют изделие, предназначенное для увеличения площади стола и поддержки верхних конечностей человека. Такое устройство используется в ежедневных задачах современного человека, а его конструкция и внешний вид напрямую влияют на состояние здоровья и производительность. Посредством увеличения расстояния до монитора снижается напряжение и усталость, благодаря поддержке рук, вес предплечья распределяется по большой площади и снижается давление на позвоночник и плечи.

Ввиду отсутствия разнообразия и индивидуального подхода на современном рынке, разработка УРС, с возможностью регулировать функциональные особенности и внешний вид в зависимости от потребностей, является актуальной задачей.

В результате работы разработана конструкция УРС с габаритными размерами 625x710x172 мм. В качестве составных функциональных единиц конструкции представлены дополнительные опоры, стопорящие элементы, USB-концентратор, отсек со съемной крышкой, передвижные ящики для хранения, а также присоединяемая подставка под личные нужды (стакан, джойстик и др.). Для оценки работоспособности конструкции проводились прочностные расчеты изделия в пассивном (задвинутый) и активном (при нагрузке 45 кг) состояниях. По предварительной оценке, технико-экономических показателей себестоимость УРС составила 281 руб. Представленные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности производства индивидуализированных УРС методами аддитивного синтеза, однако с целью повышения технико-экономических показателей и снижения себестоимости рекомендуется совмещать применение трехмерной печати с традиционными методами производства, в зависимости от конечного запроса потребителя.

УДК 629.32:621.77.04

Студ. М.А. Лукша
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ ВЕЛОСИПЕДА ДОРОЖНОГО И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

На сегодняшний день велосипедный транспорт является одним из наиболее эффективных видов немеханических транспортных средств с точки зрения отношения времени на преодоление пути к средствам, затраченным на передвижение. При этом не смотря на широкую индивидуальность в строение человеческого тела, велосипеды при производстве имеют строго установленные размерный ряд и дизайнерские подходы, обусловленные традиционными методами производства. В связи с видимой необходимостью, целью представленной работы являлась разработка конструкции дорожного велосипеда с применением аддитивных технологий.

В качестве метода производства использовали модернизированную технологию послойного наплавления термопластичного связующего с применением наполнителя в виде частиц или волокон, позволяющую укладывать слои печати под суммарным углом до 5°.

Учитывая предпочтения граждан, использующих велосипедный транспорт, особенности эксплуатации, а также геометрические характеристики элементов велосипеда, конструкция разрабатываемых, в качестве примера, рамы и вилки проектировалась для человека с ростом от 157 до 178 см. Такой диапазон затрагивает многочисленные группы населения Республики Беларусь, как по половому признаку, так и в возрастном отношении.

Несмотря на тип дорожного велосипеда, исключающий многие особенности, с точки зрения повышения комфорта и удобства человека, в конструкции предусмотрены элементы амортизации, в виде осей и амортизирующего элемента в корпусе велосипеда. Для повышения универсальности в зависимости от дорожных условий, формы и размера обуви и вида экипировки, в велосипеде реализована возможность регулировки высоты руля и седла, присутствуют крепежные элементы для установки корзины, велосипедного багажника, щитков для колес.

В процессе разработки и оценки технико-экономической эффективности производства можно сделать вывод о целесообразности производства индивидуального дорожного велосипеда методами аддитивных технологий, поскольку это позволит повысить эффективность езды и индивидуализировать внешние составляющие велосипеда под запросы потребителей.

УДК 678.7.01:536.413]621.791.92

Студ. С. М. Ракицкий
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ DLP-ПЕЧАТИ

Несмотря на широкую распространенность трехмерной печати методом масочной стереолитографии (DLP), разработка и применение для нее новых материалов является актуальной и сложной задачей с точки зрения контроля физических и реологических характеристик, которые определяют технологичность материала, от которой зависит возможность печати, её точность и скорость.

Целью работы является оценка влияния структуры композиционной системы (КМ) на основе фотополимерной смолы Basic resin компании *Anycubic* на реологические свойства.

В качестве наполнителя для исследуемой КМ применяли измельченные механическим истиранием отходы отвержденной фотополимерной смолы Clear ResinV04 компании *Formlabs*, с целью применения отходов фотополимерной печати.

Для проведения испытаний подготавливались образцы КМ с размером частиц наполнителя < 40, 40–50 и 50–63 мкм и содержанием 10 и 20 мас.%. При проведении исследований оценивались вязкость (при температуре печати – 35ºС) и угол смачивания (к поверхности рабочей платформы, дну ёмкости с материалом и отвержденной системе). Наблюдение методом фотографической фиксации показало, что краевой угол смачиваемости уменьшается при увеличении размера частиц наполнителя и их содержания. При этом показатели варьируются в пределах 40–70º, что характерно для жидкостей с хорошей смачиваемостью и растекаемостью.

Исследование КМ показало, что увеличение размера частиц и содержания наполнителя приводит к повышению динамической вязкости. При введении наполнителя с содержанием 20 мас.% значения показателей вязкости для наполнителя с размером частиц < 40, 40–50 и 50–63 мкм изменяется соответственно в 2,1,2,9 и 4,3 раза.

Экспериментально доказана технологичность и возможность использования полученных композиционных систем на основе стандартной смолы Clear Resin, поскольку все характеристики входят в рекомендуемые диапазоны. Рекомендуемыми к применению являются фотополимерные КМ с размером частиц 40–50 мкм и содержанием наполнителя 10–20 мас.%.

УДК 678.7.01:539.32:621.791.92

Студ. А.Д. Савицкий
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАПОЛНЕННЫХ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ DLP-ПЕЧАТИ

Фотополимерные системы, используемые в аддитивных технологиях, имеют ограниченный спектр характеристик. Современный рынок требует разработки новых или модифицирования имеющихся фотополимерных систем. Для решения этой проблемы используют наполнители и модификаторы.

Роль наполнителя в материале заключается в обеспечении несущей способности конструкции, модификации эксплуатационных характеристик, при необходимости придании материалу анизотропных свойств.

Целью работы являлось исследование влияния содержания наполнителя на структуру и свойства наполненных фотополимерных композиционных систем (КМ) для DLP-печати.

Исследование проводили с использованием стандартной фотополимерной смолы Universal 503 от компании Ruichen Optoelectronics, в качестве наполнителя использовались измельченные отходы отвержденной смолы Formlabs Clear с размером частиц 40–50 мкм и содержанием 10, 20 и 30 мас.%.

Испытания на растяжение проводились по ASTM D638-14, определение плотности по ГОСТ 18329-2014. Изготовление образцов для исследования производили на принтере AnycubicPhoton Mono SE. Отмечается, что содержание частиц выше 20 мас.% пр иводит к дефектам и некачественной печати.

Введение наполнителя с размером частиц 40–50 мкм и содержанием 10 мас.% и дальнейшее увеличение до 20 мас.% приводит к снижению предела прочности на 8 и 11% соответственно, а также снижению модуля упругости на 2,6 и 9% соответственно. Данное изменение связано влиянием взаимодействия матрицы и наполнителя в жидкой фазе и возникновению усадочных напряжений.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что увеличение содержания наполнителя в виде измельченных отходов фотополимерной смолы Formlabs Clear, приводит к понижению механических свойств фотополимерной композиции для DLP-печати. Рекомендуется применять полученную КМ в малонагруженных изделиях или при макетировании.

УДК 621.395.623.65:621.791.92

Студ. Д.В. Шпиганович
Науч. рук. ассист. В.Б. Ходер
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ НАКЛАДНЫХ НАУШНИКОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТОДОМ FDM-ПЕЧАТИ

На сегодняшний день аддитивные технологии активно применяются в производстве потребительских товаров, поскольку позволяют подчеркнуть индивидуальные особенности владельца и расширяют возможности к применению полимерных материалов в различных областях человеческой жизни. Объектом исследования данного проекта являются накладные наушники, изготавливаемые методом послойного наплавления. Цель проекта – разработка конструкции накладных наушников для производства методом послойного наплавления материала (FDM).

С целью производства высококонкурентного продукта за основу разработки взяты проведенные в рамках курсового проекта социальные исследования спроса в области применения наушников. Отмечается, что среди прочего молодежь является наиболее активной социальной группой, заинтересованной в индивидуализации предметов пользования. Основные узлы конструкции разработаны в соответствии с требованиями эргономики и безопасности, а также на основании стандартных документов и исследований технической документации изделий-аналогов. Конструкция наушников состоит из пяти основных узлов: оголовья (верхняя и нижняя скоба), чаши (левая и правая), соединителя, выдвижной части, крышки чаши и сменных декоративных элементов, которые имеют легкие к применению крепежные системы, позволяющие проводить смену без особых усилий. При этом стоит отметить, что все функциональные узлы конструкции заменяемы и могут быть модифицированы под нужды потребителя.

В качестве материала изделия применяли полиэтилентерефталат-гликоль (PETG) нескольких цветов. Элементы конструкции рассчитывались в прикладном пакете ANSYS с учетом возможного снижения физико-механических характеристик, за счет применения материалов различного цвета. Полученные в результате прочностных расчетов характеристики говорят о полной работоспособности конструкции. Предварительная оценка технико-экономических показателей позволяет сделать вывод о целесообразности и конкурентоспособности разработки на современном рынке Республики Беларусь и за её пределами.

УДК 621.867.2+678.057.745.5

Студ. В.А. Филитаров
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ РОЛИКА КОНВЕЙЕРНОГО, ТЕХНОЛОГИЯ И ОСНАСТКА ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Ролик – одна из важных составляющих ленточного конвейера, отвечающая за поддержание перемещаемого лентой груза, плавный равномерный ход и центровку полотна.

Цель работы – проработать импортозамещающие варианты конструкции ролика конвейера и технологической оснастки для его изготовления методом литья под давлением из полимерных материалов.

Область применения ролика – в составе конвейера для транспортировки калийной руды. Поэтому для изготовления выбран полиамид-6 (филиал «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот»), который хорошо себя зарекомендовал в изделиях горнорудного оборудования в ОАО «Беларуськалий», а для нагруженных деталей ролика (обечайка и корпус подшипника)– его стеклонаполненная композиция.

Конструкция ролика разработана на основе зарубежных аналогов из пластмасс, а также опыта эксплуатации производимых в республике роликов из металла. Предложено в конструкции роликов учесть неравномерность нагрузки по ширине ленты конвейера при транспортировке руды, т.е. предлагается применять ролики трехопорные по краям и четырехопорные в средней части конвейера.

Произведены соответствующие расчеты на прочность и жесткость для обечайки, в результате которых оптимизирована ее конструкция в отношении толщины, количества и геометрии ребер. Корпусы подшипников для наружных и внутренних опор имеют некоторые конструктивные отличия: для наружных опор длина корпуса увеличена для размещения лабиринтного уплотнителя и крышки, а также имеется торцевой упорный буртик.

Для изготовления относительно протяженной обечайки предложена литьевая форма, оснащенная парой боковых подвижных знаков для формования внутренней полости. При размыкании полуформ система продольных и поперечных направляющих элементов обеспечивает извлечение знаков из отформованного изделия. При смыкании формы знаки соединяются для формования следующего изделия.

Результаты работы будут применены в проектных работах для организации производства роликов для конвейера из пластмасс методом литья под давлением.

УДК 678.026.2+678.033.3+678.025.2

Студ. М.А. Талай
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕПРЕГОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ

В процессах производства изделий технического и спортивного назначения из композиционных материалов на основе термореактивных композиций в ряде случаев целесообразно применять предварительно пропитанные армированные композиции (препреги), которые в настоящее время импортируются в республику. Цель работы – проработать вариант технологии производства импортозамещающих препрегов на основе однонаправленных стеклянных наполнителей и эпоксидных смол производства Союзного государства.

Для осуществления процесса формования изделий в препреге основная армирующая часть обычно однонаправленной или ортотропной структуры может быть дополнена так называемым клеевым слоем на основе пористого материала, например, стекломата, способного содержать большее количество матричной композиции, чем основная часть препрега. Стекломат в клеевом слое для однонаправленных препрегов также выполняет также роль упрочнения в поперечном направлении. Поэтому для качественоного раскроя и укладки целесообразно объединять однонаправленный и склеивающий слои уже на стадии их производства.

В препрегах длительного хранения используют высоковязкие матричные композиции, поэтому в них вводят растворители для осуществления стадии пропитки им наполнителя. В этой связи предложен вариант технология производства препрега, по которому получение армирующей однонаправленной части препрега совмещено с получением склеивающей части на основе мата: непосредственно после пропитки однонаправленного армирующего материала (например, системы ровингов) на его поверхность, содержащую достаточное количество раствора матричной композиции, укладывается стекломат. Вследствие капиллярных явлений и усилий прижимных роликов происходит пропитка стекломата и объединение его с однонаправленной частью препрега. Затем полученный продукт подвергается сушке для удаления растворителя из матричной композиции и намотке с антиадгезионной пленкой.

Результаты работы могут быть использованы при организации производства препрегов для нужд различных отраслей промышленности.

УДК 678.01+678.059

Студ. В.Н. Корнеев
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ОБРАЗЦОВ С ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНОГОСИНТЕЗА

Для средств радиомаскировки, экранов и т.п. применяют так называемые частотно-селективные поверхности (ЧСП). Один из видов материалов для создания ЧСП – углеродные частицы или волокна. Характеристики таких поверхностей требуют тщательных исследований. В тоже время автоматизированное оборудование для аддитивного синтеза после соответствующей модернизации позволяет решать ряд технических задач. Цель работы – создание комплекса для изготовления и контроля образцов с ЧСП с применением технологии и оборудования для аддитивного синтеза.

Предложено получать конструкции с ЧСП из гибридного полимерного композита: нижний слой на основе, например, стеклоткани выполняет несущую функцию конструкции, а верхний слой содержит регулярно расположенные плоские элементы определенной конфигурации на основе углеродных волокон, образующих резистивный узор ЧСП. Для формирования указанных выше плоских элементов выбран метод фрезерования сплошного слоя на основе углеродных волокон. На базе 3Д-принтера, предназначенного для реализации аддитивного технологического процесса экструзии термопластичных материалов, возможно как изготовление гибридного композита, используя обогреваемую платформу для отверждения матрицы, так и осуществление процесса фрезерования углеродного слоя композита – для этого печатающая головка принтера заменяется на минидрель (или гравер).

Для задания траектории движения фрезерной головки возможно использовали одну из специализированных программ, преобразующих 3Д-модель в управляющий код для электрооборудования принтера. В качестве 3Д-модели выступал негатив модели плоских элементов, создающих резистивный узор ЧСП. Для контроля качества изготовления ЧСП применяли микроскоп, оснащенный оборудованием для фотосъемки. Для изготовления элементов комплекса (держатели минидрели и фотоаппарата) применяли аддитивную технологию экструзии термопластичными материалами. Полученный комплекс ввиду своей универсальности может быть использован и для других целей.

УДК 621.951.53+678.027

Студ. А.И. Поляк
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич (кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ ПОДСТАВКИ ДЛЯ РУЧНОЙ ДРЕЛИ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Ручные дрели широко используются в быту, однако в ряде случаев при получении отверстия возникает потребность в обеспечении наиболее точного соблюдения перпендикулярности направления сверла по отношению к рабочей поверхности, но без применения громоздких и дорогих сверлильных станков. Также иногда в быту требуется произвести операции фрезерования, для которых вполне достаточно приспособлений, насадок или т.п. на бытовую дрель.

Цель работы – проработать вариант конструкции универсальной направляющей подставки для ручной дрели, а также технологию ее изготовления с применением закладных деталей.

Предложен вариант конструкции подставки, в котором предусмотрены следующие возможности и функции: обеспечивается перпендикулярность направления сверла к рабочей плоскости, в том числе на ступенчатых поверхностях; задание глубины сверления; подпружиненный возврат дрели в исходное состояние после сверления; наличие сменных подшипников скольжения и опор стоек; фиксация дрели на стойках в заданном положении при фрезеровании; наличие смотрового окна на опорной части; рукоятки для удобства работ; подставка для сверления круглых деталей; колпачки на стойках для безопасности. Для изготовления подставки выбрана технология аддитивного технологического процесса экструзии термопластичных материалов как наиболее подходящий способ для формирования изделия, разработанного также с учетом технической эстетики бытовых приборов. В конструкции подставки широко использованы механические резьбовые соединения. Применялись три способа установки резьбовых элементов в детали подставки: установка в паз, запечатывание (гайка закладывается во время печати изделия в заранее предусмотренную полость) и вплавление. Для последнего способа проведен комплекс исследований, предложено решение, повышающее его эффективность. По разработанным трехмерным моделям любой пользователь 3Д-принтеров может изготовить подставку для собственных нужд. При необходимости могут быть внесены изменения под индивидуальные требования пользователя дрели.

УДК 678.05

Студ. А.П. Русакова
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич (кафедра механики и конструирования, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ ПРУТКА В 3Д-ПРИНТЕРЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Все шире в производственной и инновационной сферах применяются аддитивные технологические процессы и как следствие совершенствуется и оборудование (3Д-принтеры) для их реализации. Однако после приобретения такого современного оборудования пользователи через некоторый период его эксплуатации в ряде случаев осуществляют его модернизацию для повышения эффективности и (или) расширения области применения аддитивных технологий и соответствующего оборудования. Для аддитивного технологического процесса экструзией материала применяют термопластичные и т.п. пластмассы. При переработке термоэластопластов возникают дефекты печати, которые могут быть устранены, например, совершенствованием механизма подачи, что является целью данной работы.

При подаче прутка в печатающую головку на пруток термоэластопласта оказывается сжимающее усилие, которое может приводить к потере его устойчивости в отличие от более жестких материалов. Поэтому использование подачи через относительно протяженную трубку Боудена практически невозможно, следовательно, применили прямую подачу прутка непосредственно в печатающую головку. А для компенсации податливости прутка в поперечном направлении в прямом механизме подачи повысили площадь контакта с зубчатой поверхностью подающего колеса за счет увеличения его диаметра и установки дополнительного прижимного ролика.

Проработана кинематическая схема подающего механизма от двигателя к подающему ролику и выполнены соответствующие расчеты. Для устранения петлеобразования между подающим колесом и приемным отверстием печатающей головки, во-первых, предложена система направляющих, а во-вторых, проработана конструкция регулируемого прижима, чтобы при сопротивлении в печатающей головке пруток проскальзывал между подающими колесами. Изготовлен прототип с использованием доступных комплектующих для 3Д-принтеров и стандартизованных составных частей, оригинальные корпусные элементы выполнены методом аддитивного синтеза.

Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности печати эластичными материалами.

УДК 678.01+678.02

Студ. Т.В. Мацукова, И.Н. Пархачев, М.П. Селянинова
Науч. рук.: доц. А.Л. Наркевич (кафедра механики и конструирования, БГТУ);
инженер В.А. Макаревич (ОАО «Пеленг»)

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО СИНТЕЗА НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИАМИДОВ

Для применения аддитивных технологических процессов для создания продукции, предназначенной для эксплуатации, требуется не только профессионального оборудование, но и материалы с необходимым комплексом характеристик. Для повышения механических характеристик термопластичные полимеры, в частности – полиамид, наполняют стеклянными или углеродными волокнами. Производители сырьевых материалов сообщают о характеристиках материалов, но при этом достаточно мало о технологических режимах изготовления, так как их значения весьма зависят от применяемого оборудования, габаритов изделия и т.д. Используя исключительно рекомендации производителя не удалось достичь заявленных им механических характеристик.

Цель работы – выяснить технологические режимы, при которых возможно достичь механических характеристик, заявленных производителем.

Исследовались стекло- (8 мас.%) и угленаполненные (4 мас%) композиции полиамида; длина стеклянных волокон – до 600 мкм (среднее значение – 200 мкм), углеродных – до 400 мкм (среднее – 150 мкм); метод аддитивного синетеза – экструзия. Наполнение волокнистыми частицами снизило текучесть материала. Основная причина заниженных значений механических характеристик при предварительных испытаниях – высокая пористость, которую оценивали по хрупкому излому образцов, охлажденных в жидком азоте. В свою очередь пористость – следствие задержки потока материала при экструзии. Для устранения этого явления установили на печатающую головку сопло с большим выходныи отверстием, которое больше соответствует размерам частьиц наполнителя, а также используя возможности программ настройки печати, создали условия, при которых поток экструдата полностью заполнял предназначенный для него объем в изделии. В результате пористость практически устранена, а механические характеристики соответсвовали заявленным производителям, а в ряде случаев их превосходили.

УДК 678.02

Студ. М.А Дычанский
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ ЗАЩИТНЫХ КРЫШЕК ДЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОСНАСТКИ, ПОЛУЧАЕМОЙ АДДИТИВНЫМ СИНТЕЗОМ

Современное электрооборудование часто комплектуется различными электронными устройствами, которые должны защищаться от негативного воздействия окружающей среды. В сфере искусства, например, при создании и обработке музыкальных проектов используемое электронное оборудование оказывается уязвимым в периоды простоя перед загрязнениями от пыли, жидкости и т.д., так как производители в подавляющем большинстве случаев не комплектуют оборудование защитными крышками или т.п. Поэтому нишу выпуска таких крышек заняли зарубежные производители. Ввиду того, что номенклатура электронного оборудования достаточно широкая и разнообразная, а потребность в производстве крышек намного ниже, чем количество купленных устройств, следовательно, процесс производства крышек будет носить часто индивидуальный характер, поэтому целесообразно привлечение аддитивных технологий.

Цель работы – проработать возможность импортозамещения защитных крышек для электрооборудования, а также технологию их изготовления с применением оснастки, получаемой аддитивным синтезом.

Анализ изделий-аналогов зарубежного производста, а также предложения от потребителей позволили сформулировать требования к изделиям, технологии их изготовления и применяемой оснастки.

В перечне требований к изделию исключены такие показатели, которые в большей мере являлись частью маркетинговой стратегии, но практически не востребованы потребителем.

Для производства крышек выбрана технология термоформования, которая не только проста в реализации, но также предполагает недорогую технологическую оснастку.

Для изготовления технологического оснащения предложено использовать аддитивный технологический процесс экструзии материала.

Предложенные решения могут быть использованы при организации производства защитных крышек электрооборудования.

УДК 678.02

Студ. И.А. Матвеев
Науч. рук. доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОДСТАВКИ И ВНЕШНЕГО ВЕНТИЛЯТОРА ДЛЯ НОУТБУКА И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ СЕТОК

Проблема свободного рабочего пространства при использовании ноутбука в связке с внешними мониторами и другими устройствами актуальна для многих пользователей.

Существуют различные подставки – горизонтальные, наклонные, универсальные. Однако вертикальные подставки на рынке практически не представлены, тем более оснащенные охлаждающим устройством. При прохождении потока охлаждающего воздуха неизбежно попадание мелких частиц в вентилятор и на охлаждаемый объект. Для этого вентиляторы дополнительно оснащают сетчатыми фильтрами.

Цель работы – проработать конструкцию универсальной подставки и внешнего вентилятора для ноутбука и технологию их изготовления с применением полимерных сеток.

Предложена разборная компактная конструкция подставки, предусматривающая возможность установки в нее практически любого ноутбука.

Так как область, которую необходимо дополнительно охлаждать для конкретного ноутбука практически невозможно предусмотреть заранее, то для дополнительного внешнего охлаждения предложен вентилятор, не связанный с подставкой, но имеющий возможность закрепления на ней и с гибким кронштейном для создания потока на необходимую область.

Применение аддитивных технологий значительно сокращает время изготовления указанных конструкций, снижает производственные затраты по сравнению с традиционными методами, а также позволяет, например, фронтальную часть подставки выполнить с конфигурацией (рисунком) в зависимости от пожеланий заказчика.

Для комплектования корпуса вентилятора и (или) фронтальной части подставки сетчатым фильтром предложено такое формование, при котором полимерная сетка «запечатывается» в конструкции.

По результатам разработки получены изделия, которые в настоящее время успешно эксплуатируются.

УДК 678.7.1:681.625

Студенты М.В. Мартинович, Е.Е. Антошкина
Науч. рук. ст. преп. Г.Н. Дьякова
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБРАЗЦОВ НА ПЛАТФОРМЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРИ ПЕЧАТИ НА СВОЙСТВА ФОТОПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ

Одной из важных конфигураций производства изделий методом аддитивного синтеза является направление печати слоев. Выбор правильного направления печати слоев может влиять на качество и прочность печатаемого изделия. При печати изделий по технологии лазерной стереолитографии (SLA-печати), каждый слой полимеризуется вместе с предыдущим слоем, образуя однородную и связанную структуру. Это позволяет изделиям, напечатанным по SLA-технологии, обладать хорошей прочностью и стабильностью.

В данной работе исследовано влияние направления печати слоев под углом 0°, 90°, 45° относительно поверхности построения на свойства фотополимера Rigid Resin 4K – представляет собой стеклонаполненную инженерную смолу, которая предназначена для изготовления прочных и жёстких моделей, которые устойчивы к температурным и химическим воздействиям, а также имеют высокое сопротивление нагрузкам.

Механические характеристики при растяжении определяли на образцах в соответствии с ГОСТ 34370-2017 (ASTM D638), при изгибе – в соответствии с ГОСТ 56810-2015 (ASTM D790). Полученные результаты представлены в виде гистограммы на рисунке 1.

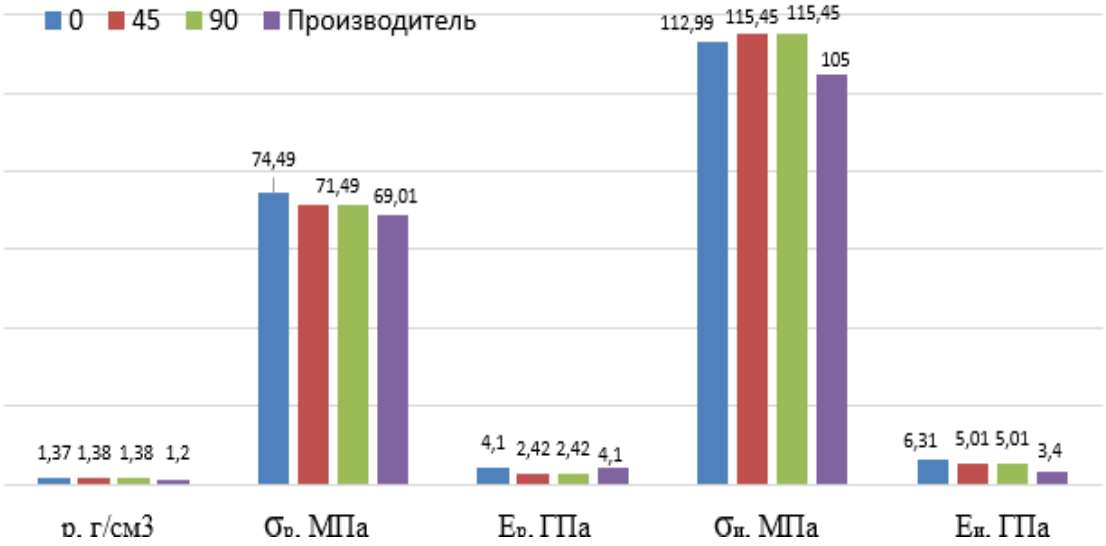


Рисунок 1 – Зависимость механических характеристик от направления печати слоев

В результате исследования установлено, что для того, чтобы правильно выбрать направление печати для выбранного изделия нужно понимать его дальнейшее предназначение. Если для конечного изделия важно качество печати, то следует выбирать направление под 45° (следы слоев более заметны при печати под углом 0° и 90°).

При выборе направления печати для изделия, работающего на растяжение или сжатие, нужно понимать в каком направлении будет прикладываться нагрузка.

Если изделие работает на растяжение, то направление печати должно совпадать с направлением приложения нагрузки, следовательно, для изделия, работающего на изгиб, направление печати слоёв должно быть перпендикулярно направлению приложения нагрузки.

УДК 004.925.84:620.22

Студ. В.А. Старостенко
Науч. рук. ст. преп. Г.Н. Дьякова
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТИ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Термопластичные эластомеры обладают высокой гибкостью и эластичностью, а также низкой температурой плавления, что может представлять некоторые технические трудности при использовании их в FDM-принтерах.

Так как термопластичный эластомер является гибким материалом с низким модулем упругости и напряжением при сжатии, возникает вопрос о возможности использования его в качестве поддержек при наличии у FDM -принтера только одного экструдера.

Для проверки печати поддержек выполнены тестовые модели (рисунок 1) в виде призм с различными углами наклона одной из граней (60°,45°,30°,0°).

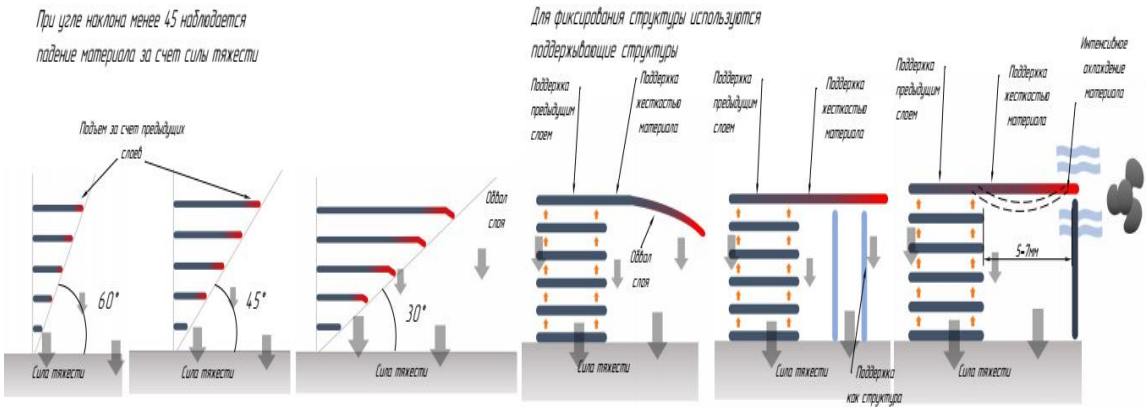


Рисунок 1 – Исследование возможности использования поддержек из термопластичного эластомера

На примере тестовой модели видно, что при печати образуются «паутинки», представляющие собой чрезмерный экструдат материала, выходящий во время движения печатающей головки (удаляется механически).

Для моделей с углами наклона 45° и 60° наблюдаются наплывы и «висящие» слои. Для модели с углом наклона 30° наблюдается наличие незначительных наплывов, которые могут быть удалены без повреждения основной модели.

Модель с углом наклона 0° характеризуется большим количеством наплывов, дефектов расположения слоев. Напечатанные поддержки отделялись от модели с приложением усилия, при этом наблюдалось их удлинение.

Исходя из изготовленных тестовых моделей можно судить о работоспособности поддерживающих структур, печатаемых и термопластичного эластомера.

Для углов наклона 60°, 30°, 45° требуется незначительная постобработка. Для угла наклона 0° требуется постобработка поверхности, вплоть до химической, термической обработки.

Важно отметить, что использование термопластичных эластомеров в FDM-принтере может потребовать некоторого опыта и экспериментирования для достижения наилучших результатов.

Рекомендуется ознакомиться с рекомендациями производителя принтера и материала, а также провести тестирование с различными настройками для оптимизации печати с использованием термопластичных эластомеров.

УДК 661.333.36

Студ. А.Э. Иванов
Науч. рук.: ст. преп. И.В. Овсянникова
(кафедра общей химической технологии, ИХТИ УГНТУ в г. Стерлитамаке, РФ);
доц. Р.М. Долинская
(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

УТИЛИЗАЦИЯ ДИСТИЛЛЕРНОЙ ЖИДКОСТИ

Питьевая (пищевая) сода $NaHCO_3$ – порошок белого цвета, который нашёл широкое применение в быту, медицине, пищевой, легкой, химической отраслях промышленности и в тяжелой металлургии из-за своей безопасности и нетоксичности [1]. Одним из самых распространенных способов производства соды является аммиачный метод (метод Сольве) [2]. Выделяющийся при этом $NaHCO_3$ отфильтровывают и нагреванием переводят в Na_2CO_3. При таком производстве единственным отходом является раствор $CaCl_2$, который называется

дистиллерной жидкостью (ДЖ). Она содержит около 100 г/л $CaCl_2$, около 50 г/л NaCl и около 2 г/л других примесей. Одним из путей утилизации дистиллерной жидкости является получение из нее товарного продукта - пероксида кальция [3]. В результате наших исследований было установлено, что для осуществления данного превращения необходимы следующие вещества: дистиллерная жидкость, пероксид водорода, аммиак, которые реагируют по следующей схеме:

$$CaCl_2 + H_2O_2 + 2NH_3 \rightarrow CaO_2 + 2NH_4Cl$$

Хлорид натрия, содержащийся в дистиллерной жидкости, взаимодействует с пероксидом водорода и аммиаком. Образующийся пероксид натрия растворяется в воде. В настоящее время ДЖ почти не перерабатывается и со станции дистилляции сначала направляется в накопители, а затем сбрасывается в водоемы, что приводит к их загрязнению и засаливанию. Именно поэтому утилизация дистиллерной жидкости содового производства является важной задачей для решения экологических проблем и создания новых видов продукции на основе отходов производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковец, Ю. С. Сода в жизни человека / Ю. С. Яковец, А.В. Нифантьева. – Текст : непосредственный // Юный ученый. – 2019. – № 1 (21). – С. 38-42.

2. Худойбердиев Фазлидин Исроилович, Умиров Фарход Эргашович Изучение химических свойств дистиллерной жидкости отхода производства кальцинированной соды // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. 2022. №2.

3. Даминев Р. Р., Насыров Р. Р., Шарипов А. К. Повышение экологической безопасности производства кальцинированной соды // Баш. хим. ж. 2008. №4.

УДК 681.5

Студенты К.Д. Гедерт, П.А. Буракова
Науч. рук. доц. О.Г. Барашко
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ МАССЫ ДЛЯ ТАБЛЕТИРОВАНИЯ СООО «ЛЕКФАРМ»

Сушилка для сушки гранулята представляет собой установку с псевдоожиженным (кипящим) слоем. Сушка таблеточной массы осуществляется в периодическом режиме. Для обеспечения сушки материала необходимо создание взвешенного слоя таблеточной массы. Для этого требуется контроль и регулирование расхода подаваемого воздуха, а также контроль давления воздуха на входе и выходе из сушилки. Для достижения требуемой влажности таблеточной массы необходимо контролировать и регулировать температуру воздуха внутри сушилки и контролировать температуру входящего и выходящего воздуха. Регулирование температуры воздуха внутри сушилки осуществляется за счет регулирования подачи пара для его подогрева. Для непрерывного наблюдения за процессом сушки необходимо контролировать влажность продукта. При подготовке реакторов к пуску или после регенерации катализатора необходимо произвести активацию катализатора посредством подачи горячей смеси водорода и азота в течение не менее 2 часов, при этом объемный расход должен составлять не менее 200 м3/ч. Температура газовой смеси достигается путем нагрева азота до смешения с ВСГ и должна составлять (150-200)°С.

Включение (выключение) автоматического режима работы осуществляется нажатием кнопки «Пуск»/«Стоп» на двери шкафа управления. При этом клапаны переходят в автоматический режим работы, загораются лампочки и включается выбранный клапан.

Клапан может быть во включенном состоянии – состояния клапана зеленого цвета и выключенном состоянии – состояния клапана серого цвета. Управление работой клапана осуществляется через меню, которое вызывается нажатием по пиктограмме на мнемосхеме. В меню нужно выбрать номер клапана и нажать «Вкл»/«Выкл» для включения (выключения) соответствующего клапана, при этом пиктограмма состояния окрасится в зеленый (серый) цвет. Управление клапаном осуществляется с помощью электропневматических позиционеров. Дополнительно предусматривается дистанционное отключение клапана из операторной. Аварийная остановка отличается от нормальной тем, что импульсы подаются одновременно на перестановку кранов, отключение подачи препаратов.

УДК 621.744-033.21

Студ. А. Е. Хотян
Науч. рук. зав. кафедрой Н. М. Шалухо
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

ЛИТЕЙНЫЕ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСА

Литье является широко используемым методом изготовления металлических деталей сложной формы. Формовочные смеси служат основой процесса литья, обеспечивая поддержку конструкции, термостойкость и стабильность размеров. Изготовление литейных форм для литья металла в значительной степени зависит от выбора и подготовки формовочной смеси. Связующие вещества, такие как гипс, скрепляют формовочную смесь и обеспечивают сохранность формы.

Целью данной работы являлась разработка состава для литейных форм на основе высокопрочного гипса, полученного из синтетического гипса ОАО «СветлогорскХимволокно». Высокопрочный гипс получали путем автоклавной обработки синтетического гипса. После тепловлажностной в вертикальном стационарном лабораторном автоклаве образцы подвергались сушке и измельчению в щековой дробилке, а затем в планетарной мельнице (время помола – 3 мин, скорость вращения – 300 об/мин).

Формовочную смесь приготавливали из мелкодисперсного формовочного кварцевого песка, высокопрочного гипса марки Г13 и воды. Изучалось влияние времени твердения на прочностные показатели образцов. Установлено, что с увеличением времени твердения прочностные показатели образцов возрастали, что связано с уменьшением количества влаги в образцах. Исследовано влияние фракционного состава наполнителя на прочность образцов. Оптимальной фракцией кварцевого песка является 0,315–0,16 мкм. Наилучшие прочностные свойства достигнуты при В/Т = 0,3, так как при затворении смеси водой в соотношении воды к твердой части 1 : 0,25, состав оказался не технологичным (не текучим), а при В/Т = 0,35 прочность образцов понижалась за счет избыточного количества воды.

Таким образом, разработан состав для литейных форм, содержащий, мас.%: высокопрочный гипс – 14–24, формовочный песок – 50–60, вода – остальное. Выполненные лабораторные исследования по разработке состава литейной формы на основе высокопрочного гипса, полученного из синтетического гипса, показали возможность получения состава, который может применяться для изготовления гипсовых форм для отливки металлов в литейном производстве.

УДК 692.533.1-033.21

Студ. Т. В. Крат
Науч. рук. проф. М. И. Кузьменков, зав. кафедрой Н. М. Шалухо
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

НАЛИВНОЙ ПОЛ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСА

Устройство полов является важным и сложным процессом, эффективность которого зависит от качества применяемых материалов. Высокопрочный гипс относится к низкообжиговым гипсовым вяжущим и, как следствие, его получение является менее энергоемким, по сравнению с ангидритом и цементом, часто используемым в составах для наливных полов. Сухие строительные смеси на основе высокопрочного гипса благодаря своим превосходным свойствам – быстрому набору прочности, износостойкости, хорошим тепло- и звукоизолирующим свойствам, огнестойкости и отсутствием усадочных деформаций все чаще используются в этом сегменте строительного рынка.

Целью данной работы являлась разработка состава для композитных наливных полов на основе высокопрочного гипса, полученного из синтетического гипса ОАО «СветлогорскХимволокно». Синтетический гипс представляет собой порошкообразный продукт, полученный путем взаимодействия отработанной серной кислоты с природным карбонатным сырьем – отсевом известняка. Высокопрочный гипс получали путем автоклавной обработки синтетического гипса. Составы для наливных полов включают следующие компоненты: высокопрочный гипс марки Г13–Г16, наполнитель (кварцевый песок фракции 0,1–0,25 мкм), воду, гиперпластифицирующую и редиспергирующую добавки, обеспечивающие нужные эксплуатационные свойства пола.

Разработка состава сухой смеси включала изучение влияния соотношения высокопрочного гипса к цементу на прочность при сжатии. Содержанием гипса в составе смеси варьировали в диапазоне от 30 до 60 мас.%, песка от 40 до 70 мас. %. Водотвердое отношение составляло 0,3. Установлено, что с увеличением содержания гипса в составе смеси предел прочности при сжатии в возрасте 2 ч возрастал с 1,3 до 6 МПа. Расплыв стандартного конуса испытанных образцов составлял 238–360 мм.

Таким образом, показана возможность замены импортного гипса на отечественный высокопрочный гипс в составе сухих смесей для композиционных наливных полов с необходимыми эксплуатационными свойствами.

УДК 553.611:549.08

Маг. Л. Ф. Гусейнова
Науч. рук. ст. преп. И. Г. Мамедова
(кафедра материаловедения,
Азербайджанский архитектурно-строительный университет, Азербайджан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИНЫ АГДАШСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Основным подходом в производстве керамических материалов и изделий является целенаправленный выбор исходного сырья, имеющего промышленное значение и, поэтому, настоящая работа посвящена изучению возможности получения керамики с использованием местного минерального сырья. Перспективность керамических материалов обусловлена многофункциональностью, многообразием свойств, доступностью сырья и др.

Целью данной работы являлось изучение химико-минералогического состава Агдашского месторождения для дальнейшего применения глин при производстве легкого керамического кирпича. Химический состав глин изучен методом рентгеноспектрального анализа и представлен в таблице.

Таблица – Химический состав глин Агдашского месторождения

Исходные материалы	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O_3 K_2O	SO_3	п.п.п.
Агдашского глина	56,82	14,15	3,50	7,32	1,97	5,53	1,25	9,56

Минералогический состав глин определен методом рентгенографии. Результаты анализа показали, что основной компонент глин состоит из минералов иллита, каолинита и кварца. Минерал кварц является основной рентгеночувствительной частью глин изученных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование физико-механических и технологических свойств глинистого сырья. Методические указания. Томск. 2014. 36 с. https://portal.tpu.ru/SHARED/t/TVV/stwotk/Tab1/Tab1/investigation.pdf

2. Ширинзаде И. Н. Исследование физико-химических и технологических свойств светложгущегося глинистого сырья Азербайджана / И. Н. Ширинзаде, И. Г. Мамедова // Сухие строительные смеси. № 4. 2013. С. 38–39.

УДК 691.57

Студ. М. С. Шавилкова
Науч. рук. доц. Е. В. Лукаш
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗВОДНОГО МЕТАСИЛИКАТА НАТРИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕСЧАНОГО ШЛАМА

Ранее на кафедре химической технологии вяжущих материалов проведены исследования по разработке технологии получения безводного метасиликата натрия путем сернокислотного осаждения кремнезема с последующей его щелочной обработкой [1]. Однако технологический процесс получения целевого продукта по данному способу предусматривает образование фильтрата – низкоконцентрированного раствора сульфата натрия, который частично можно направить на разбавление серной кислоты до требуемой концентрации, а частично – утилизировать либо использовать для получения порошкообразного сульфата натрия, что усложняет процесс.

В работе в качестве сырьевых материалов использовали прямой песчаный шлам (филиал № 5 ОАО «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы», РБ), представляющий собой продукт мокрого помола песка при производстве ячеистого бетона, и гидроксид натрия, соответствующий требованиям ГОСТ Р 55064-2012. Термообработка сырьевой смеси осуществлялась в электрической муфельной печи марки SNOL 6,7/1300. Интервал исследуемых температур составлял 800–1100ºС при времени изотермической выдержки – 1 ч.

Исследовано влияние температуры термообработки сырьевой смеси на содержание Na_2O в целевом продукте. Результаты показали, что оптимальная температура обжига составляет 950ºС.

Химическим анализом установлен вещественный состав полученного продукта, мас. %: Na_2O – 50,4; SiO_2 и примеси – 49,6, что согласуется с литературными данными и соответствует безводному метасиликату натрия.

Таким образом, установлены температурно-временные параметры получения безводного метасиликата натрия путем спекания песчаного шлама и каустической соды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукаш Е. В. Получение и исследование свойств безводного метасиликата натрия / Е. В. Лукаш, Н. М. Шалухо, В. С. Качурина // Труды БГТУ. Сер 2. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2022. № 2 (247). С. 56–63.

УДК 666.972.1

Студ. Д. А. Попова
Науч. рук. доц. Е. И. Барановская
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

СИНТЕЗ СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

К добавкам, снижающим проницаемость бетонов и растворов можно отнести модификаторы, повышающие прочность. При изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций, эксплуатирующихся в средне- и сильноагрессивных средах, для получения плотной структуры и снижения проницаемости бетона применяют кольматирующие (уплотняющие) добавки. Такой неорганической водорастворимой добавкой является сульфат алюминия, дозировка которой не должна превышать 3,0 % от массы цемента.

Целью работы являлась разработка параметров синтеза сульфата алюминия из алюминийсодержащего сырья и серной кислоты и исследование его влияния на физико-механические свойства цемента и бетона. Известно, что сульфат алюминия можно получать разложением гидроксида алюминия стехиометрическим количеством 45–50% серной кислоты при 110–120 °С в течение 40 мин. Однако, параметры синтеза могут существенно отличаться в зависимости от химического и минералогического состава используемого сырья. Из водного раствора кристаллизуется $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ (n=14–18). В качестве сырья в работе использовали бокситную глину со средним содержанием $Al(OH)_3$ 59,3 мас.% и разбавленную серную кислоту. Расчет материалов проводили с учетом их нестехиометрического количества с учетом протекания основной химической реакции:

$$2Al(OH)_3+3H_2SO_4+(n-6)H_2O \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_20$$

При расчете учитывали протекание дополнительной реакции:

$$Fe_2O_3+3H_2S0_4=Fe_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$$

Температура варки составляла 70–110 °С, время – 60 мин. Полученный продукт охлаждали различными способами и вводили в состав бетонных смесей. Дозировка по сухому веществу составляла 1,5–3,0% от массы цемента. Для проведения испытаний изготавливали образцы-балочки размером 40×40×160 мм. Испытания проводили по стандартным методикам для образцов возрасте 2, 7 и 28 сут. Установлено, что оптимальной дозировкой полученной добавки в составе бетонных смесей является 2,5 % от массы цемента (предел прочности при сжатии в возрасте 7 сут – 42,5 МПа, для контрольного образца – 39,0 МПа).

УДК 666.91

Студ. Е. В. Гацько
Науч. рук. проф. М. И. Кузьменков
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Анализ литературных источников показывает, что основное количество исследований, посвященных гипсовой тематике, касается в основном добычи, переработки природного гипсового камня на различные гипсовые вяжущие. Публикации, посвященные производству гипсовых вяжущих из техногенного сырья (фосфогипс, цитрогипс, сульфогипс и др.) в литературе ограничены. В связи с этим актуален вопрос о переработке синтетического гипса на различные виды вяжущих.

Целью дипломной работы является конверсия синтетического гипса на строительный гипс. В настоящее время строительный гипс импортируется из других стран, что негативно отражается на экономике. Ранее на кафедре химической технологии вяжущих материалов были проведены работы по переработке синтетического гипса на высокопрочное гипсовое вяжущее. Переработка его на строительный гипс не увенчались успехом. Проведены исследования в Российских лабораториях, а также Чешской фирмой Sultrade Praha с применением гипсоварочных котлов. Прочность полученного вяжущего составила 3–3,5 МПа. Всё это послужило основанием считать, что для получения строительного гипса из синтетического сырья необходим аппарат другой конструкции – барабанный кальцинатор. Барабанный кальцинатор представляет собой вращающийся барабан с расположенными по сечению трубками, по которым перемещается влажный продукт. Данный аппарат зарекомендовал себя для сульфогипса, который получают как отход производства при обжиге сульфидных руд. Выделяющийся SO_2 конверсируют в H_2SO_4, а после нейтрализуют известковым молоком с образованием двуводного гипса, который различными способами перерабатывают на супергипс либо на строительный гипс марки Г5–Г6 МПа.

На следующем этапе лабораторных исследований был изучен фазовый состав синтетического гипса и влияние температуры и продолжительности его термообработки. Рентгенофазовый анализ показал, что в составе двуводного гипса содержится в большом количестве $CaCO_3$ и $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Термообработка осуществлялась в сушильном шкафу при 170 и 180 °С при различном времени выдержки. Установлено, что максимальная прочность (5,3 МПа) достигается при температуре 180 °С и времени выдержке 90 мин.

УДК 666.266.61

Студ. М.В. Панцевич, К.А. Дутин
Науч. рук. зав. кафедрой Ю.Г. Павлюкевич
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПАНТОВ НА ОСНОВЕ ГРАНИТОИДНЫХ ОТСЕВОВ

Пропанты – гранулообразные материалы, применяемые для интенсификации нефте- и газодобычи методом гидроразрыва пласта (ГРП), при котором жидкость (на водной или нефтяной основе, пены, эмульсии, кислотные системы) закачивается при высоких скоростях, вызывающих разрыв пласта и образование трещины.

После проведения гидроразрыва пласта трещина должна оставаться открытой для обеспечения доступа углеводородов в скважину в течении длительного времени, что обеспечивается введением пропантов [1].

Изучена возможность получения стеклокерамических пропантов в системе $MgO–CaO–SiO_2$ в области кристаллизации пироксеновых твердых растворов. Для регулирования технологических и физико-химических свойств синтезированных материалов дополнительно вводились Na_2O, Fe_2O_3, Al_2O_3 и Cr_2O_3. Изученная область включает, мас. %: SiO_2 56–65; CaO 8–17; MgO 2–11; Na_2O 6–15; Al_2O_3 13; Fe_2O_3 5; Cr_2O_3 1. Полученные стекла кристаллизовались при температуре 850 °С в течение 30 мин.

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что в синтезированной стеклокерамике кристаллизуется пироксеновый диопсидоподобный твердый раствор авгита (Ca, Mg, Fe^{2+}, Na)(Mg, Fe^{2+}, Al, Fe^{3+})[(Si, Al, Ti)$_2O_6$]. В качестве побочной фазы в стеклах, содержащих более 9 мас. % Na_2O и повышенное содержание CaO кристаллизуется нефелин $NaAlSiO_4$, являющийся нежелательной фазой, снижающей химическую устойчивость и механическую прочность синтезированных материалов.

Синтезированные стеклокерамические материалы характеризуются плотностью 2550–2824 кг/м^3, механической прочностью при сжатии 320–568 МПа, что позволяет использовать данные составы для получения высокопрочных стеклокерамических пропантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлюкевич Ю.Г. Получение стеклокерамических пропантов на основе петрургического сырья / Ю.Г. Павлюкевич [и др.] // Стекло и керамика. – 2019. – № 8. – С. 9–13.

УДК 666.266.61

Студ. Д. А. Шиманович
Науч. рук. доц. И. М. Терещенко
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКОЛЬНЫХ БЛОКОВ И ЩЕБНЯ

Основные проблемы в производстве плитного пеностекла на современном этапе – это отсутствие дешевой сырьевой базы и большие издержки производства, связанные с предварительным плавлением шихты для получения заданного состава стекла, грануляцией полученного расплава, тонким измельчением гранул, а также со вспениванием порошковой шихты в металлических формах и сульфатным механизмом вспенивания.

Первая проблема решается в настоящем исследовании путем использования стекловидных отсевов сортировки бросового стеклобоя, получаемых при функционировании автоматизированных установок по переработке стеклобоя в условиях ГУ «Белресурсы». Доказано, что данный вид отсевов, выделяющийся в объеме 17 тыс. тон в год, является ценным сырьем для получения пеностекла

Вторая проблема решается за счет перехода от сульфатного механизма вспенивания, к гидратно – сульфатному, путем введения жидкого стекла и, дополнительно к нему, глицерина. Также снижение энергозатрат в производстве плитного пеностекла достигается путем вспенивания предварительно сформованного уплотненного полуфабриката (гранулы) вместо вспенивания порошковой шихты.

Для подготовки шихты использовались отсевы стеклобоя, предварительно измельченные до удельной поверхности 7000 $см^2/г$, в качестве связующего и вспенивающего агента использовались жидкое стекло и глицерин. Гранулирование смеси влажностью 18 % (молотое стекло + суспензия добавок) осуществлялось вручную путем накатки образцов различных размеров. После чего осуществлялась сушка гранул в лабораторном сушильном шкафу при Т=80–90 °С. Вспенивание при температурах 800–840 °С в муфельной печи.

В ходе эксперимента определены оптимальные технологические параметры плитного пеностекла: состав шихты; оптимальная температура вспенивания 830 °С; продолжительность вспенивания 10 минут.

При указанных параметрах получены следующие основные характеристики продукта: плотность кажущаяся – 150–200 $кг/м^3$; пористость общая – 88–90 %; открытая пористость – 4–5%; водопоглощение – 7–9 %.

УДК 666.193.2

Студ. К. Д. Чернова
Науч. рук. доц. А.П. Кравчук
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВОЛОКНА

Для производства непрерывного базальтового волокна на ОАО «Полоцк-Стекловолокно» ранее использовался базальт Подгорнянского месторождения. В настоящее время возможность поставки вышеуказанного сырьевого материала отсутствует. В этой связи осуществляется поиск перспективных поставщиков базальтового сырья для производства волокна.

Проведены исследования пригодности проб базальтового сырья компаний: ООО «Арцате Сюн» (Республика Армения); АО «Тизол» (РФ); ООО «ДВ Камень» (РФ); группа компаний «Basalt» (Республика Узбекистан); ООО «Радок» (РФ) для получения непрерывного волокна.

Фазовый состав базальтовых пород представлен преимущественно плагиоклазами, магнетитом и пироксенами. Отличительной особенностью базальта ООО «Радок» является наличие свободного кварца, который затрудняет получение однородного расплава.

Пригодность расплава для формования волокна оценивалась по величине модуля кислотности ($М_к$), который характеризуется соотношением кислых и основных оксидов в расплаве. Для получения непрерывных волокон рекомендуется использование базальтового сырья с модулем кислотности от 3,0 до 6,0. По значениям модуля кислотности ($М_к$=3,8–5,9) исследуемые образцы соответствуют вышеуказанным требованиям, кроме базальта ООО «Радок» ($М_к$=9,0).

На основе исследуемых проб базальта синтезированы стекла при максимальной температуре 1450 °С. Выявлено, что при увеличении модуля кислотности базальтов свойства стекол изменяются следующим образом: возрастает устойчивость к кристаллизации; снижаются плотность от 2600 кг/м^3 до 2460 кг/м^3 и потери массы от 0,56 до 0,26 %; возрастает микротвердость от 7055 до 7690 МПа.

Согласно результатам расчета модуля кислотности и проведенным исследованиям кристаллизационных, физико-химических свойств стекол для получения непрерывного волокна наибольший интерес представляют пробы базальта группы компаний «Basalt», ООО «ДВ Камень» и ООО «Арцате Сюн».

УДК 666.266.34-026.613.02

Студ. Е.Р. Кравцова
Науч. рук. доц., канд. техн. наук Е.Е. Трусова
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ

В настоящее время светодиодное освещение является одним из перспективнейших направлений технологий искусственного освещения, которое основано на использовании светодиодов как источника света. В качестве люминесцентных преобразователей традиционно используются алюмоиттриевые гранаты, содержащие примесь ионов церия и/или других элементов, а также применяются оптически прозрачные керамики, изготавливаемые из алюмоиттриевого граната в виде порошка путем компактирования и спекания. Альтернативным решением для монокристаллов и оптически прозрачных керамик являются стеклокристаллические материалы, которые характеризуются простотой производства и низкой стоимостью. Целью настоящей работы является разработка составов и технологии получения стеклокристаллических материалов для светоизлучающих устройств белого цвета свечения.

Исходные стекла синтезированы на основе стеклообразующей $Li_2O–Y_2O_3–B_2O_3–Al_2O_3–SiO_2–CeO_2$ системы в газовой печи при максимальной температуре 1500±10°С, характеризуются плотностью 3368–3625 кг/м^3, температурным коэффициентом линейного расширения – (37,02–41,09)·10^{-7} К$^{-1}$. На основе данных ДСК разработан температурно-временной режим термообработки стекол. Стекла термообрабатывались при температурах 1100–1300 °С в течение 5 часов. Установлено, образование кристаллической фазы иттрий алюминиевого граната ($Y_3Al_5O_{12}$:Ce), однако при термообработке при 1100 °С наблюдается формирование примесных фаз, что является нежелательным явлением. Исследована люминесценция разработанных материалов. Показано, что при длине волны возбуждении 405 и 442 нм регистрируются спектры люминесценции, характерные для ионов церия в структуре граната. Также наблюдается красное смещение полосы излучения. Такая тенденция может быть объяснена образованием гранатовых соединений с различной степенью замещения. Оптимизированы составы стекол.

Разработанные стеклокристаллические материалы перспективны в производстве новых высокотехнологичных осветительных приборов (компактных прожекторов для дронов, лазерных фар для автомобилей, фар для поездов и другой техники).

УДК 666.635

Студ. П. В. Набогез
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. И. А. Левицкий
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ КЕРАМИЧЕСКАЯ МАССА – АНГОБ – ГЛАЗУРЬ С ЦЕЛЬЮ УСТРАНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ КЕРАМОГРАНИТА

Целью проведенных исследований являлась изучение свойств керамических масс ЕК-293, ангобов А-307 и А-157ЕК и глазурных покрытий Ц-46 и S2/106, применяемых в производстве керамогранита.

Для получения массы ЕК-293 используются следующие компоненты: глины марок КМК-2, БКШО и ТЛ-1, суглинки месторождения «Дудинское», полевой шпат, доломитовый отсев.

Для массы Е-1014 применялись глины КМК-2 и «Городное», каолин «Союзное», полевой шпат, кварцевый песок и доломитовый отсев. На керамогранит из массы Е-1014 наносился ангоб А-157ЕК, а для массы ЕК-293 использовали ангоб А-307. На плитку по слою сырого ангоба наносилась глазурь. Применялись две глазури: S2/106 для массы Е-1014 и Ц-46 для массы ЕК-293.

Для массы ЕК-293: усадка составляет 5,46 %; водопоглощение – 0,075 %; механическая прочность при изгибе – 43,9 МПа; температурный коэффициент термического расширения (ТКЛР) – $78{,}00 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$.

Масса Е-1014 имеет следующие характеристики: усадка равна 5,50 %; водопоглощение – 0,1 %; механическая прочность при изгибе – 44,0 МПа; ТКЛР – $66{,}40 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$.

Ангоб А-307 имеет следующие характеристики: усадка – 4,24 %; водопоглощение – 0,1 %; ТКЛР – $88{,}40 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$; а ангоб марки А-157ЕК: усадка –5,67 %; водопоглощение – 0,2%; ТКЛР – $67{,}80 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$.

Глазурь состава Ц-46 имеет характеристики: ТКЛР – $69{,}80 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$; является химически устойчивой к растворам № 1, № 2, № 3 и № 5; относится к 3 классу по износостойкости; термическая стойкость составляет 150 °С. Для глазури S2/106 ТКЛР составляет $64{,}90 \cdot 10^{-7}$ $К^{-1}$; она химически устойчива; относится к 3 классу по износостойкости; термическая стойкость составляет 150 °С.

В массе ЕК-293 обнаружена кристаллическая фаза анортита и кварца, в массе Е-1014 – анортита, кварца и альбита.

Таким образом установлено несоответствие параметров усадки и ТКЛР керамических масс, ангобов и глазурей в системе масса ЕК-293 – ангоб А-307 и глазурь Ц-46, составляющие более 10 %, что требует корректировки составов.

УДК 666.651.4

Студ. А. Д. Балабанович
Науч. рук. ст. преп., канд. техн. наук Н. Н. Гундилович
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ТИТАНАТА МАГНИЯ ДЛЯ ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Целью данного исследования является разработка составов и технологии получения керамических материалов на основе титаната магния для термостабильных конденсаторов, обеспечивающие необхо-димый комплекс электрофизических свойств. Актуальность синтеза материалов связана с недостаточной эффективностью работы конденсаторов при повышенных температурах.

Для исследований выбраны составы на основе титаната магния. С целью повышения электрофизических свойств в состав были введены добавки – соединения ионов-модификаторов: карбонаты кальция, стронция и бария в количестве от 10 до 20 мол. % с шагом 5 мол. %. Синтез кристаллической фазы проводился в муфельной печи при температуре 1300 °С с выдержкой 2 ч. После получения спекания, производился тонкий помол. Далее производилось формование на гидравлическом прессе, в материал добавлялся КМЦ, как связующее, в количестве 2–3 мас. %, максимальное давление прессования составляло 10 МПа. Опытные образцы с диаметром 6 мм и толщиной 2 мм подвергались повторному обжигу, для придания им механической прочности и более полной кристаллизации требуемой фазы.

Показатели водопоглощения, пористости и плотности увеличиваются в соответствии с увеличением добавки. Установлено, что происходят процессы декарбонизации и дегидратации из добавленных карбонатов кальция, бария и стронция. Выделение газообразных продуктов может создавать пустоты или поры в структуре материала, что и приводит к увеличению вышеуказанных показателей. При увеличении содержания добавок происходит увеличение тангенса угла диэлектрических потерь с 21 до 105. Составы, содержащие в себе ионы Ca^{2+} вызывают более значительное увеличение. Использование ионов-модификаторов может изменить доменную структуру материала, ориентацию и размеры доменов.

По данным исследования диэлектрическая проницаемость возрастает у всех составов. При 100 Гц наблюдается самые высокие значения диэлектрической проницаемости, которые варьируются от 0,7 до 3,17. При 1 и 10 кГц значение диэлектрической проницаемости малы от 0,95 до 3,17.

УДК 616-436

Студ. К.А. Дутин, М.В. Панцевич
Науч. рук. зав. кафедрой Ю.Г. Павлюкевич
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ).

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПАНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНИТОИДНЫХ ОТСЕВОВ

Нефть представляет собой основной источник энергии в Республике Беларусь, с объемом добычи около 1,73 миллиона тонн в год. В условиях усложняющихся процессов добычи, применяются передовые технологии, включая гидравлический разрыв пласта с использованием пропантов для поддержания трещин и увеличения дебита нефти [1].

Целью данной работы было разработать импортозамещающую технологию производства магнезиально-кварцевого пропанта.

Исследование проводилось на системе $MgO–Al_2O_3–SiO_2$, где керамические пропанты получали путем двухэтапного обжига при температурах 1100 ºС и 1180 ºС с применением серпентинита и гранитоидных отсевов Микашевичского ГОК.

Разработанный оптимальный состав, включает 40 % гранитоидных отсевов, и характеризуется температурой обжига 1180 ºС, водопоглощением 1,80 %, пористостью 4,17 %, истинной плотностью 2580 кг/м^3, кажущейся плотностью менее 1600 кг/м^3 и механической прочностью при сжатии не менее 120 МПа, а также химической стойкость 92,4 %.

Согласно рентгенофазовому анализу, форстерит является доминирующей кристаллической фазой, что объясняет химическую и термическую стойкость. Для улучшения технологических свойств керамических масс вводились глины (Боровичская и Городное) в количествах от 5 до 15%.

Текущая потребность предприятий Республики Беларусь в пропантах, составляющая 60000 тонн ежегодно, стимулирует модернизацию недоиспользуемых производственных мощностей для выпуска пористых заполнителей. Примером может служить реконструкция Петриковского керамзитового завода, что позволит эффективно задействовать его производственные мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гиматудинов, Ш.К. Справочная книга по добыче нефти / Ш.К. Гиматудинов. – М.: Недра, 1974. – 704 с.

УДК 666.295.7

Студ. А. И. Редько
Науч. рук. проф. д-р техн. наук И. А. Левицкий
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ЦИНКСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРИ С БИОЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Целью настоящего исследования является разработка составов цинксодержащих полуфриттованных глазурных покрытий для керамогранита, которые обеспечивают необходимый комплекс физико-механических свойств и декоративно-эстетических характеристик, а также придают надежную антибактериальную защиту. В качестве основы для исследований выбрана многокомпонентная система, переменными составляющими являлись доломитовая мука, вводимая в количестве 17,5–25,0; цинковые белила – 5,0–15,0 и фритта алюмоборосиликатная – 20,0–32,5 мас. %. В постоянном количестве добавляли: полевой шпат, глинозем, каолин, глина огнеупорная и кварцевый песок. Их суммарное содержание составляет 45,0 мас. %.

Для приготовления шихты сырьевые материалы подвергались совместному помолу в шаровой мельнице Speedy (Италия) мокрым способом при влажности суспензии 32–35 %. Степень помола глазури, предназначенной для нанесения, контролировалась остатком на сите №0063 (9428 отв./см^2) в количестве 0,3–0,5 %. Полученная суспензия наносилась на предварительно высушенный до влажности не более 2 % полуфабрикат керамогранита. Далее образцы высушивались при температуре 105±5 ºС в течении 30 мин и обжигались в промышленной печи FMS-2590 при температуре 1200±5 ºС в течение 60±2 мин на ОАО «Керамин». Все синтезированные покрытия характеризовались белым цветом, высокой степенью заглушенности, растекаемости и укрывистости. Показатели белизны покрытий составили 67–79 %, значения блеска – 15–89 %. Температурный коэффициент линейного расширения находился в интервале $(64,5–81,2)\cdot10^{-7}$ $К^{-1}$. Микротвердость покрытий составлял от 4984 до 6104 МПа. Кристаллическая структура покрытий, изученная рентгенофазовым анализом поверхностного слоя глазурей установлено, что в покрытиях присутствуют кристаллические образования анортита ($Ca[Al_2Si_2O_8]$), альбита ($Na[Si_3AlO_8]$), ганита ($ZnAl_2O_4$) и метасиликата цинка ($ZnSiO_3$).

Исследования антибактериальной активности глазури проводились в соответствии с ИСО 22196:2011 по отношению к штамму Escherichia coli ATCC 8739 составила 0,42±0,1, а к штамму Staphylococcus aureus ATCC 6538 – 1,10±0,1.

УДК 666.724

Студ. Е.А. Борисова
Науч. рук. ассист. П.С. Ларионов
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРИЗОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ БЛОКОВ НА ОСНОВЕ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЛУКОМЛЬ»

К керамическим стеновым материалам относятся материалы, которые предназначены для кладки наружных и внутренних стен, колонн, панелей и других элементов зданий. В настоящее время предприятиями выпускается как обычный керамический кирпич, так и облицовочные пустотелые и полнотелые керамические камни и блоки в соответствии СТБ 1160–99.

В качестве основных сырьевых материалов использованы глина месторождения «Лукомль» (Витебская область) и кварцевый песок.

Глина указанного месторождения являются основной пластифицирующей массой, придающей механическую прочность полуфабрикату в высушенном и обожженном состоянии, термическую стойкость.

Для обеспечения необходимой пористости изделий в состав масс дополнительно вводились нефтяной кокс, древесные опилки и торф

Для интенсификации процесса спекания изделий, в массу вводились торф, нефтяной кокс и древесные опилки в количестве 2,5–7,5 мас. % с шагом 2,5 мас. %, выполняющие роль выгорающих добавок, повышающих пористость, снижающих расход топлива при обжиге и улучшающих сушильные свойства.

Формование изделий осуществлялось пластическим способом, после чего сформованные образцы подвергались сушке при температуре 100 °С и обжигу в электрической печи при температурах 950, 1000 и 1050 °С.

Синтезированные керамические материалы характеризуются водополгощением 11–13 %, открытой пористостью 12–16 %, механической прочностью при изгибе 5–8 МПа, морозостойкостью 700–100 циклов.

На основании результатов исследований установлено, что использованные сырьевые материалы являются перспективным компонентом керамических масс и позволяет получить образцы изделий, удовлетворяющие требованиям нормативно-технической документации.

УДК 666.295.4:666.635

Студ. Е.С. Кузьмин
Науч. рук. проф., д-р техн. наук И.А. Левицкий
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПОЛУФРИТТОВАННЫХ ГЛАЗУРЕЙ

Целью проведенных исследований являлась разработка составов и технологии получения железосодержащих глазурей для керамогранита, изучение особенностей свойств и структуры покрытий.

Сырьевая композиция для получения глазурей включала следующие переменные компоненты: фритту алюмоборосиликатную, оксид железа (Fe_2O_3) и доломитовую муку. Предел их содержания составлял соответственно 20,0–32,5; 5,0–15,0 и 17,5–25,0 мас. %. Постоянными компонентами в композиции являлись полевой шпат, глинозем, каолин, глина огнеупорная, кварцевый песок. Их суммарное содержание составляло 45 мас. %.

Приготовление глазурных суспензий осуществлялось мокрым помолом компонентов в лабораторной мельнице Speedy-1 (Италия) до остатка на сите № 0056 в количестве 0,4–0,6 мас. % сырья при влажности суспензии 36–38 %. Рабочая плотность глазурной суспензии составляла 1800–1860 кг/м^3.

На высушенный до влажности не более 1 % полуфабрикат керамогранита наносился слой глазурной суспензии. Далее образцы высушивались при температуре 105±5 ºС, а затем обжигались по скоростному режиму в промышленной печи FMS-2950 при температуре 1200±5 ºС в течение 60±2 мин на ОАО «Керамин».

Значения блеска глазурей находились в интервале 3–7 %. Температурный коэффициент линейного расширения составил (81,25–92,05)·10^{-7} K^{-1}. Микротвердость покрытий – от 4901 до 6224 МПа. Образцы проявили химическую стойкость к растворам №1 и №2 согласно ГОСТ 27180 позволила отнести покрытия к классу GA.

Структура покрытий, изученная рентгенофазовым анализом, позволила установить наличие кристаллических фаз гематита (α-Fe_2O_3), маггемита (γ-Fe_2O_3), и анортита ($Ca[Al_2Si_2O_8]$).

Характерно преимущественное преобладание пластинчатых кристаллов, по-разному ориентированных на поверхности покрытия. Размеры кристаллов составляют от 10 до 50 мкм по наибольшему измерению.

Глазури обеспечивают антибактериальную активность к тест-штамму Staphylococcus aureus – 1,42 и к Escherichia colI – 1,09.

УДК 666.638.651–652

Студ. Е.О. Перемазова
Науч. рук. ассист. П.С. Ларионов
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ РАСПЫЛЯЕМЫХ МИШЕНЕЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МАНГАНИТА ИТТРИЯ

Манганиты – новый класс керамических материалов, обладающих способностью значительно изменять электрическое сопротивление под действием электрического поля (магнетосопротивление). Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки новых керамических и композиционных материалов, обладающих комплексом диэлектрических, сегнето- и пьезоэлектрических, магнитных свойств, которые могут быть использованы в качестве материалов для изготовления интегрированных исполнительных элементов приборов и устройств автоматики.

Для синтеза манганита иттрия использовался метод, заключающийся в совместном смешивании и помоле исходных компонентов с последующим обжигом в электрической печи. Сырьевые композиции модифицированного манганита иттрия соедржали ион-модификатор в количестве от 10 до 20 мас.% с шагом 5 мас.%. В качестве иона-модификатора выбраны оксиды RO (R – Ca^{2+}, Sr^{2+}, Zn^{2+}).

Изучены физико-химические (водопоглощение, кажущаяся плотность, открытая пористость) и электрические (диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, удельное электрическое сопротивление) свойства. Установлены зависимости физико-химических свойств синтезированных манганита иттрия от вида и состава сырьевых композиций, количества модификаторов структуры (добавки $CaCO_3$, ZnO, $SrCO_3$).

Полученные в работе керамические материалы на основе модифицированного манганита иттрия характеризуются следующими характеристиками: диэлектрическая проницаемость – 1,32–63,53, тангенс угла диэлектрических потерь – 0,008–40,23, удельное объемное электросопротивление – $(0{,}003–5{,}0)\cdot10^6$ Ом·м, водопоглощение – 4,41–11,42 %, открытая пористость – 13,31– 37,23 %, кажущаяся плотнотность – 2655–6340 кг/м^3. Полученные керамические материалы на основе модифицированного манганита иттрия по уровню свойств могут быть применены для изготовления различных компонентов электронной техники.

УДК 666.295.016.5

Студ. Н.А. Козлович
Науч. рук. доц. Е.Е. Трусова
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА, СОДЕРЖАЩИЕ MnO_2

Целью проведенных исследований явилось изучение возможности применения оксида марганца (MnO_2) в составе полуфриттованных глазурей для керамогранита. Сырьевая композиция для получения глазурей включала следующие переменные компоненты: фритту алюмоборосиликатную, оксид марганца и доломитовую муку. Предел их содержания составлял соответственно 20,0–32,5; 5,0–15,0 и 17,5–22,5 мас. %. Постоянными компонентами в композиции являлись полевой шпат, глинозем, каолин, глина огнеупорная, кварцевый песок. Их суммарное содержание составляло 45 мас. %. Для приготовления шихты сырьевые материалы предварительно высушивают при температуре 105 ± 2 °С. Компоненты смешивались согласно рецептуре и подверглись совместному мокрому помолу в фарфоровой микрошаровой мельнице фирмы Speedy (Италия). Степень помола глазури контролировалась остатком на сите № 0063, который составлял не более 0,3–0,5 %. Полученная суспензия влажностью 35 % наносилась на предварительно высушенные, очищенные и увлажненные поверхности полуфабрикатов плиток с помощью фильеры № 06. Глазурованные плитки высушивались и обжигались на ОАО «Керамин» в газопламенной печи поточно-конвейерной линии FMS-2950 при температуре 1200 ± 10 °С в течение 58±2 мин. Визуальная оценка качества покрытий показала, что фактура и цвет синтезированных глазурей определяются в основном видом и количеством введенного MnO_2. При увеличении содержания оксида марганца от 5,0 до 15,0 % цвет глазурей изменяется от орехово-коричневого до черно-коричневого. Блеск глазурей составил 6–11 %. Температурный коэффициент линейного расширения находился в интервале $(79{,}05– 89{,}04)\cdot10^{-7}$ $К^{-1}$. Микротвердость покрытий составляет от 5072 до 6147 МПа. По химической стойкости глазури относились к классу GA. Исследованием термостойкости покрытий в соответствии с ГОСТ 13996 установлено, что они отвечают требованиям стандарта

Рентгенофазовым анализом поверхностного слоя глазурей установлено, что в покрытиях присутствуют кристаллические образования анортита ($Ca[Al_2Si_2O_8]$), гаусманита ($MnO\cdot Mn_2O_3$) и рамсделлиа (MnO_2).

УДК 666.295.7
Студ. Д.А. Тремасова
Науч. рук. доц. канд. техн. наук И.М. Терещенко
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА

Целью настоящего исследования является разработка составов и технологии производства клинкерного кирпича, которая обеспечивает необходимый комплекс физико-механических свойств изделий.

В качестве основы для исследования выбрано тугоплавкое глинистое сырье месторождения Брестской области «Туровское» и «Городное», а также два вида отсевов дробления гранитоидов РУПП «Гранит» – мощного предприятия, специализирующегося на производстве щебня из прочных горных пород. Целесообразность введения в опытную массу 2-х фракций отсевов определена в ходе настоящей работы. При этом показано, что крупная фракция отсевов (1–3 мм) является типичным отощителем с температурой начала плавления 1200–1210 ℃, в то время как дисперсная часть отсевов начинает плавиться при 1090 ℃, что связано с ее отличием по химико-минералогическому составу от остальной породы, а именно, повышенным содержанием оксида железа при меньшем содержании SiO_2. Таким образом, при температурах обжига выше 1100 ℃ дисперсная часть отсевов способствует формированию жидкой фазы, повышая степень спекания изделий. В ходе исследования переменными составляющими в шихте являлись глина «Городное», вводимая в количестве 32,5–40,0 мас. %; глина «Туровское», вводимая в количестве 22,5–30,0 мас. %; отсевы гранитоидов двух фракций, вводимые общим количеством 30,0–45,0 мас. %, причем доля дисперсной фракции отсевов менялась в интервале 10,0–20,0 %. Однородность шихты достигается засчет совместного помола компонентов в шаровой мельнице. Затем готовилась пластичная масса с влажностью 19 %. Изготовлялся полуфабрикат методом пластического формования. Сушка полуфабриката проводилась в сушильном шкафу при температуре 85–90 ℃ до постоянной массы. После сушки образцы обжигались в интервале температур 1050–1200 ℃ с выдержкой при максимальной температуре 2 ч. Полученные образцы характеризуются изменением окраски, водопоглощения, пористости и плотности в зависимости от температуры обжига. При температуре обжига 1180–1200 ℃ происходит частичная деформация и вспучивание образцов. При оптимальном значении температуры 1130–1140 ℃ водопоглощение колеблется в интервале 13,0–1,2 %, кажущаяся плотность в интервале 2,1–2,2 г/см^3, пористость в интервале 20,0–2,0 %.

УДК 666.3–1

Студ. Б.Ю. Вонсик
Науч. рук. доц. Ю.А. Климош
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОРИСТЫЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ САПОНИТСОДЕРЖАЩИХ ТУФОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОДВОРСКОЕ

К керамзиту относят пористые керамические материалы, которые получаются вспучиванием при обжиге глинистой массы. В настоящее время решение проблемы расширения минерально-сырьевой базы силикатной промышленности за счет широкого использования полезных ископаемых новых месторождений является первоочередной задачей. В Республике Беларусь завершены работы по предварительной разведке Новодворского месторождения базальтов и туфов, расположенного в Пинском районе Брестской области [1].

В работе изучена возможность использования сапонитсодержащих туфов Новодворского месторождения в качестве основного компонента керамической массы для получения теплоизоляционных пористых заполнителей легких бетонов. Получены образцы и определены их основные физико-химические свойства: насыпная плотность (177–251) кг/м^3, объёмная плотность (265–377) кг/м^3, коэффициент вспучивания (6,37–4,69), водопоглощение (18,40–10,69). Оценка формующей способности керамических масс при изготовлении сырцовых гранул свидетельствует о необходимости использования глинистого компонента, что обеспечивает их механическую прочность, необходимую при дальнейших технологических операциях (сортировка, транспортировка в обжиговый агрегат, связанные с перепадами высоты и др.) Кроме этого, использование глинистого компонента обеспечивает достаточную и равномерную пористость, которая не достигается при индивидуальном использовании туфа и сказывается на увеличении вспучивания и водопоглощения обожженных гранул, способствуя снижению их прочности.

Таким образом, сапонитсодержащие туфы Новодворского месторождения являются перспективным природным сырьевым кремнийсодержащим компонентом керамических масс для получения теплоизоляционных пористых заполнителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вендские траппы Беларуси – перспективное сырье для силикатной промышленности / О.Ф. Кузьменкова. [и др.] // Літасфера. 2012. № 2 (37). – С. 130–137.

УДК 666.3-128

Студ. Я.А. Мацура
Науч. рук. ст. преп. А.Н. Шиманская
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

КЕРАМИЧЕСКИЕ ПЛИТКИ ДЛЯ ПОЛОВ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В Республике Беларусь для выпуска керамических плиток для полов используются, в основном, импортируемые сырьевые материалы (полевые шпаты, огнеупорные глины и каолины), поэтому применение для их производства местных сырьевых ресурсов является актуальным. В качестве компонентов керамической массы в настоящей работе выбраны полевой шпат Вишневогорский (ТУ 5726-036-00193861-06), глина «Крупейский сад» (ГОСТ 9169-2021), доломитовый отсев (СТБ 2318-2013), кварцевый песок (ГОСТ 22551-2019), глина «Альберус» (ТУ 08.12.22-001-34223958-2023), каолин «Ситница» (ГОСТ 9169-2021).

Исходные сырьевые материалы подвергались совместному мокрому помолу в шаровой мельнице марки SPEEDY–1 (Италия) при соотношении материал : вода : мелющие тела, равном 1 : 1,2 : 1,4, до остатка на сите № 0063 не более 2 мас.%. Для получения пресс-порошка шликер термически обезвоживался при температуре 120±10°С. Образцы формовались в виде плиток на прессе GTGabTec$_{SRL}$(Италия) при удельном давлении прессования – 12±2 МПа. Изготовленный полуфабрикат сушился при температуре 120–150 °С и далее обжигался при 1195 °С на поточно-конвейерной линии FMS 2950/109,2 в производственных условиях ОАО «Керамин». Полученные образцы обладали следующим комплексом физико-химических свойств: водопоглощение – 0,1–16,3 %; открытая пористость – 0,2–31,1 %; кажущаяся плотность – 1776–2379 кг/м^3; предел прочности при изгибе – 10,0–44,4 МПа; морозостойкость – 100 циклов; температурный коэффициент линейного расширения – (6,6–8,3)$\cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$. Согласно ГОСТ 13996-2019 керамический гранит должен характеризоваться водопоглощением, равным не более 0,5 %; механической прочностью при изгибе – не менее 35 МПа; морозостойкостью – не менее 100 циклов. С помощью рентгенофазового анализа (ДРОН–2) выявлено, что кристаллическая фаза материала представлена анортитом и β-кварцем. Таким образом, в результате проведенных исследований показана возможность получения керамического гранита, обладающего требуемым комплексом физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик, с использованием сырья Республики Беларусь.

УДК 666.3

Студ. А.И. Татур
Науч. рук. ст. преп. А.Н. Шиманская
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАТОВ В СИСТЕМЕ $CaO–P_2O_5–TiO_2$

Целью настоящего исследования является разработка составов и технологических параметров получения кальций-фосфатной керамики, обладающей требуемым комплексом физико-химических свойств. Как известно, подобные материалы рассматриваются как наиболее перспективные для восстановления и замещения дефектов костных тканей, поскольку являются аналогами основным минеральным компонентам костной ткани. В настоящем исследовании в состав керамической массы входили следующие компоненты: 75,0–97,6 мас. % гидроксиапатита, синтезированного методом осаждения из водных растворов; 2,4–16,7 мас. % диоксид титана; 8,3–9,8 мас. % золя, полученного в результате последовательного растворения тетраэтилортосиликата $Si(OCH_2CH_3)_4$, тетраэтилфосфата, тетрагидрата нитрата кальция $Ca((NO_3)_2)\cdot 4H_2O$, а также нитрата натрия $NaNO_3$ в растворе азотной кислоты и дальнейшего отстаивания раствора в течение 4 ч.

Керамические массы готовили путем совместного мокрого помола компонентов керамической массы в лабораторной шаровой мельнице BML-2 (DAIHAN) в течение 60 мин. Опытные образцы формовали методом экструзии. Сформованные изделия подвергали сушке в сушильном шкафу SNOL 58/350 (Литва) и обжигу в электрической лабораторной печи SNOL 1,6,2,5.1/13,5-Y1 (Литва) при температурах 900–1200 °С. Скорость набора температуры составляла 180 °С/ч. Выдержка при максимальной температуре – 60 мин.

Полученные материалы обладали следующими физико-химическими свойствами: водопоглощение – 14,5–49,3 %; открытая пористость – 31,2–61,2 %; кажущаяся плотность – 1246–2148 кг/м^3; механическая прочность при сжатии – 4,95–30,30 МПа.

Рентгенофазовый анализ (ДРОН-2) позволил установить, что фазовый состав керамики зависел, как от температуры обжига, так и от содержания компонентов в керамической массе. Так, в материалах идентифицировались гидроксиапатит ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$), витлокит ($Ca_3(PO_4)_2$), анатаз (TiO_2); титанит ($CaTiOSiO_4$); титанат кальция ($CaTiO_3$).

Кроме того, полученные образцы выдерживали в течение 28 сут. при 37 °С в SBF- и PBS-растворах, что позволило установить их биологическую активность и способность к биорезорбции.

УДК 666.17

Маг. О.М. Можджер, студ. Д.С. Петровский
Науч. рук. зав. кафедрой Ю.Г. Павлюкевич, доц. А.П. Кравчук
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ СТЕКЛЯННОЙ ТАРЫ

Тенденция к увеличению общего содержания оксидов железа в составе кварцевых песков Гомельского ГОКа, используемых в качестве основного сырья в производстве бесцветной стеклотары, обусловливает необходимость совершенствования обесцвечивающих композиций.

Традиционно для обесцвечивания стекла в производстве тары используют комбинацию физических обесцвечивателей CoO и Se, существенным недостатком которой является снижение общего светопропускания стекла. Химические обесцвечиватели лишены этого недостатка, они позволяют наряду с устранением цветовых оттенков повысить общее светопропускание стекла. Одним из наиболее эффективных химических обесцвечивателей является оксид церия.

С целью обесцвечивания тарного стекла состава ОАО «Гродненский стеклозавод», содержащего 0,07 и 0,1 мас.% Fe_2O_3, в шихту вводились 0,05–0,35 мас.% CeO_2 и 0,3–0,5 мас.% $NaNO_3$.

На спектре исходного стекла (без введения обесцвечивателей) в областях длин волн 330 – 400 нм. и 630 – 1130 нм. имеются характерные полосы поглощения, обусловленные ионами Fe^{3+} и Fe^{2+}, которые вызывают появление цветовых оттенков. При использовании композиций выявлено, что введение только $NaNO_3$ в количестве 0,3–0,5 мас.% не оказывает явного эффекта обесцвечивания стекол в условиях лабораторной варки. Подтверждено, что диоксид церия является эффективным обесцвечивателем стекол. В отличие от натриевой селитры введение CeO_2 или композиции CeO_2–$NaNO_3$ оказывает существенное влияние на спектральное пропускание стекол. Изменения спектральных кривых заметны уже при концентрации оксида церия, составляющей 0,05 мас. %. При повышении содержания CeO_2 в стеклах край полосы поглощения 330–380 нм смещается в сторону видимой области спектра, возрастает пропускание в видимой и ближней ИК-области, спектральные кривые выравниваются, что становится хорошо заметным при концентрации CeO_2 0,15–0,25 мас.%. Бледноголубой и зеленый оттенки стекол, обусловленные прохождением света с доминирующей длиной волны 470–600 нм, исчезают. Наибольший эффект обесцвечивания стекол достигается при концентрации CeO_2 0,25–0,35 мас.%.

УДК 666.266.6

Маг. А.С. Глинский
Науч. рук. доц. М.В. Дяденко
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ CaO/P_2O_5 НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $SiO_2–CaO–Na_2O–P_2O_5–ZnO$

Система $Na_2O–CaO–SiO_2–P_2O_5$ представляет интерес с точки зрения получения на ее основе биоактивных стекол медицинского назначения.

Синтез исследуемого стекла проводился в газопламенной печи при температуре 1450 ± 10 ℃ с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Для снятия внутренних напряжений после выработки, стекла отжигались при температуре 550 ℃.

На основе данных, полученных методом дифференциально сканирующей калориметрии, можно сделать вывод, что при постоянном содержании оксида фосфора и замещении оксида натрия оксидом кальция, характеристические температуры исследуемых стекол смещаются в область высоких температур. При повышении содержания оксида фосфора, были обнаружены экзоэффекты, обусловленные кристаллизацей стекла. В результате исследования стекол методом инфракрасной спектроскопии, было выявлено, что при постоянном содержании оксида фосфора и замене оксида натрия оксидом кальция, происходит постепенное уменьшение интенсивности полос в области 800-900 $см^{-1}$. Сложный контур полос указывает на присутствие нескольких структурных типов. Была исследована кристаллизационная способность стекол методом градиентной кристаллизации, в результате которой выяснилось, что при увеличении оксида фосфора, стекла проявляют большую кристаллизационную способность.

При измерении микротвердости исследуемых стекол, были сделаны выводы, что при постоянном содержании оксида фосфора и замене оксида натрия оксидом кальция, показатель микротвердости исследуемых стекол возрастает, однако при введении модификаторов, значение микротвердости возрастает в следующем порядке: $SrO–ZnO–B_2O_3–MgO$.

Показатель плотности стекол изменяется от 2632,10 до 2811,49 $кг/м^3$, при этом при постоянном содержании оксида фосфора, показатель плотности повышается при замене оксида натрия оксидом кальция. На основе полученных данных, в связи с оптимальными теплофизическими и механическими свойствами, исследуемые составы могут быть рекомендованы для производства материалов медицинского назначения.

УДК 691.421.24

Маг. М.С. Федарович
Науч. рук. доц. Р.Ю. Попов
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ РЕСПУЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Клинкерный кирпич играет особую роль в силу своих эксплуатационных характеристик: он применяется при возведении промышленных объектов, облицовки стен зданий, при строительстве мостов и мощении дорог. Преимуществом клинкерного кирпича является его долговечность, повышенная прочность, устойчивость к внешнему воздействию (атмосферного и химического влияния). Вместе с тем, существуют определенные сложности при его получении, а именно – подбор исходных сырьевых компонентов и технологических параметров, позволяющих достигнуть необходимых эксплуатационных характеристик. Тема работы актуальна, поскольку направлена на решение вопроса импортозамещения, разработки составов масс и технологии получения клинкерного кирпича, востребованного строительной отраслью, расширения ассортимента продукции керамических предприятий, утилизации промышленных отходов.

В настоящей работе сделана попытка получения клинкерного кирпича на основе глинистого сырья Республики Беларусь месторождения «Туровское» и «Крупейский сад». При этом в исходное глинистое сырье вводились отходы фарфоровых изделий (от 5 до 15 %), гранитоидные отсевы (от 10 до 35 %), суглинки месторождения «Фаниполь» (от 5 до 15 %).

Технологические процессы подготовки образцов заключались в измельчении сухого сырья в щековой дробилке до прохождения через сито №1, дозировании и смешивании. Для получения пластической массы производилось ее увлажнение до влажности 16–18 %. Формование образцов осуществлялась путем набивки массы в металлические формы. Полученные изделия подвергались сушке при температуре 80 °С в течении 4 ч. Обжиг изделий осуществлялся при температурах 950, 1000 и 1050 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

Образцы составов, полученные на основе глины «Крупейский сад» характеризовались следующими показателями – общая усадка – 0,14–0,19%, водопоглощение при интервале температур от 950 до 1050 °С – 0,06–0,12%, кажущаяся плотность – 1940–2240 кг/м^3, открытая пористость – 0,14–0,25%, предел прочности при изгибе – 4,24–13,07 МПа; на основе глины «Туровской» – общая усадка – 0,07–0,15%, водопоглощение при интервале температур 950–1050 °С – 0,06–0,14%, кажущаяся плотность – 1,90–2,05 кг/м^3, открытая пористость – 0,17–0,27%, предел прочности при изгибе – 2,88–9,96 МПа.

УДК 621.793

Маг. А.Д. Скобиола, студ. М.Р. Щербаченя
Науч. рук. доц. В.Г. Матыс (кафедра химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники, БГТУ)

БЕСХРОМОВАЯ ПАССИВАЦИЯ ЦИНКА ИЗ ЛАНТАНСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА ТЕТРАЭТОКСИСИЛАНА

Конверсионные покрытия, полученные из растворов на основе редкоземельных элементов, эффективно снижает скорость коррозии металлических подложек за счет ингибирования катодной реакции. Более того, пассивное покрытие содержащей церий и лантан обладает так называемым «эффектом самозалечивания». [1]

Были выбраны растворы пассивации на основе нитрата лантана (III), содержащие в своем составе продукты кислотного гидролиза тетраэтоксисилана и/или лимонную кислоту. Пирофосфат калия добавлялся в часть растворов, так как по литературным данным его добавление замедляет процесс естественного разложения пероксида водорода, что позволяет увеличить долговечность растворов [2]. Но неизвестно влияние пирофосфата калия на растворы, содержащие кремнийорганические соединения или продукты их гидролиза.

Проведены ускоренные коррозионные испытания полученных конверсионных покрытий путём выдержки образцов в растворе 3% (мас.) NaCl.

В результате проведенных исследований было установлено значимое повышение защитных свойств конверсионных покрытий получаемых из лантансодержащих растворов на гальванически оцинкованной стали после введения в раствор лимонной кислоты в количестве 20 г/л. Однако при повышении pH растворов выше 2 растворы с лимонной кислотой были нестабильны в отношении выпадения осадка предположительно цитрата лантана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.А. Желудкова [и др.] Самозалечивание церий-лантансодержащих защитных покрытий на гальванически оцинкованной стали // Успехи в химии и химической технологии – 2023. – Т. 37. – № 2 (264). – С. 41–42.

2. А.А. Абрашов [и др.] Бесхроматная пассивация оцинкованной стали в растворе на основе нитрата лантана // Химическая безопасность – 2020. – Т. 4 – № 2 – С. 198–211. – DOI: 10.25514/CHS.2020.2.18014.

УДК 621.793

Маг. Н.Л. Коцур, студ. В.В. Орлицкий
Науч. рук. проф. И.М. Жарский
(кафедра химии, технологии электрохимических производств
и материалов электронной техники, БГТУ)

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА КОНВЕРСИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЦИРКОНИЙСОДЕРАЩИХ РАСТВОРОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ КРЕМНЕЗОЛЯ, НА ГАЛЬВАНИЧЕСКИ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ

Сейчас в сфере технологии гальванического цинкования применяются растворы, основанные на соединениях хрома (III). Так как возжможно окисление соединений хрома (III) до высокотоксичных соединений хрома (VI). В этом случае необходимо использовать растворы, которые вообще не содержат соединений хрома.

Цель работы – получение на цинке композиционных конверсионных покрытий из экологически безопасных растворов на основе соединений циркония с продуктами гидролиза тетраэтоксисилана, не содержащих соединений хрома, и исследование их защитных свойств.

Для приготовления основного раствора при получении конверсионных покрытий на цинке учитывали рекомендации патента [1]. Раствор включал следующие компоненты: $ZrO(NO_3)_2$, $(NH_4)_2SiF_6$, $K_2S_2O_8$ и продукты гидролиза тетраэтоксисилана.

Подготавливали образцы и проводили пассивацию в каждом растворе периодически изменяя параметры процесса такие как pH раствора, концентрация компонентов.

Для оценки коррозионной стойкости были проведены ресурсные испытания путем экспонирования в 3% раствор NaCl.

Значимое влияние на степень коррозии оказывает pH раствора и концентрация $ZrO(NO_3)_2$. В этом случае можно отметить, что увеличение кислотности раствора, концентраций нитрата оксоциркония приводит к увеличению степени коррозии поверхности. Влияние концентрации персульфат калия практически отсутствует.

Таким образом, установлено, что увеличение pH раствора с 3,5 до 4,5 и концентраций нитрата оксоциркония в растворе с 1,85 до 2,78 г/л приводит к получению конверсионных покрытий с более низкими защитными свойствам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Donsbach H., Hofmann U., Unger J. Agent for the production of anti-corrosion layers on metal surfaces / Pat. US 8764916 B2. 2014.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Горбацевич У.С. Сравнительная характеристика методов определения концентрации в потенциометрии …… 4
Киеня А.А., Рылач П.А., Винник А.В. Организация систематического приема фармацевтической продукции ……. 5
Рубанова Ю.В. Подбор условий проведения анализа белка в энтомопродуктах методом Кьельдаля …… 6
Стадник Д.В. Изделия из нагреваемого табака: проблемы регулирования 7
Нахай К.В., Жолнеркевич В.И. Сравнительный анализ экстрагирующей способности органических растворителей для очистки масел от ароматических углеводородов …… 8
Солоневич В.С., Буракевич К.Г. Влияние сульфида никеля на гидротермическую переработку смеси асфальта и лигнина …… 9
Белевич А. А., Рыбак Д. М. Проблема постчеловека ……. 10
Тумаш Н.Д. Семья как ценность в философском осмыслении ……. 13
Янч Р.Е. Трансгуманизм: добро или зло? ……... 16
Антипова Е.Г., Доминецкая О.М., Марковская Е.А. Социальная справедливость …….. 18
Антошкина А.П. Страх как философская проблема существования человека 21
Гиль А.Д. Проблема развития цивилизаций в современном мире ……... 24
Ефимова А.А. Феномен общества потребления – как проявление кризиса современной культуры ……. 27
Кисель Т.А. Альтруизм: природа и значение в современном мире …….. 30
Сенчило И.М. Смысл жизни – как глобальная проблема …… 33
Савастюк В.С., Климчук В.В. Изучение влияния отечественных модифицированных крахмалов на свойства гофрированного картона ……... 34
Мусаева К.Р., Местовская О.П., Стамбулян Т.В. Разработка способа улучшения качества картона листового общего назначения с использованием вспомогательных химических добавок …….. 35
Каранова В.О. Разработка ресурсосберегающей технологии офсетной бумаги ……. 36
Чичик М.О., Наумчик И.В., Сидоренко А.В. Виды химических веществ, используемые для придания гидрофобных свойств древесным композиционным материалам ……. 37
Парасевич И.А., Потис П.М. Исследование физико-механических свойств древесных композиционных материалов, содержащих углеродные волокна. 39
Дайнеко В.В., Бранковская Ю.С., Дашкевич С.А. Исследование гидрофибизирующего действия на образцы бумаги отечественных модифицированных канифольных продуктов и импортной эмульсии AKD .. 40
Копа А.А., Маркина В.А. Изучение влияния отечественных канифольных продуктов, модифицированных моноэфирами и диэфирами, на гидрофобность и прочность элементарных слоев картона ……... 41
Усова А.С., Алексеенко Д.О. Разработка способа улучшения качества бумаги с использованием функциональных и процессных химических веществ …….. 42
Дашкевич С.А. Применение стимуляторов роста на основе сульфатного лигнина для *Pinus Sylvestris* ……. 43

Юхимук А.М., Васильковская С.С. Разработка альтернативных полиномиальным логистических моделей процесса проклейки бумаги ……. 44
Лагунович Д.О., Белявская М.А. Сопоставление эффективности планов эксперимента первого и второго порядков ……. 45
Давыдик Т.Н., Анзоров М.Р. Исследование влияния гидрофобизации поверхности ИДВП и ОСП на их равновесную сорбционную влажность ….. 46
Белевич А.А., Привалов М.О. Синтез и реакция нитрования 2-трифторметилбензимидазола ……..……. 47
Каменкова А.В., Воронец Я.С., Нахай К.В. Синтез имидазол-4,5-дикарбоновой кислоты ……..…… 48
Воронова М.В., Дорош А.С. Получение нитрила 3-метилбензойной кислоты из толуола …….. 49
Бабок А.В. Изучение стабилизирующей способности 8-оксихинолина по отношению к перекиси водорода …….. 50
Морозов М.В., Каретко Я.Ю., Журавлева Я.Ю. Влияние дефицита катионов на электротранспортные свойства феррокупрокобальтита неодима–бария ... 51
Тарайковский М.А. Определение содержания кобальта в слоистых кобальтитах натрия и кальция при помощи иодометрического и потенциометрического титрования ……. 52
Тумаш Н.Д., Астапчик Ю.И. Адсорбционные свойства бентонитовых глин Острожанского месторождения ……. 53
Латыпов Р.С. Термоэлектрическая керамика на базе метаблюмбатов барий-стронция ……. 54
Нечай Ю.А., Сычик К.А., Курипченко М.Ю. Компонентный состав эфирных масел растений рода *Mentha* …….. 55
Артименя Т.Д. Влияние изменения климата на сельское хозяйство Беларуси 56
Евчук Ю.А., Овчинникова А.С. Решение проблемы автомобилизации в современных городах …… 57
Доманчук Я.М., Силюк Д.В. Воздействие несанкционированных свалок на окружающую среду ……... 58
Масюк Е.А., Пентюк С.Ю. Техногенные ЧС в Беларуси и их последствия ... 59
Лобанова О.А., Иодо А.И. Влияние аварий на АЭС на окружающую среду .. 60
Зуева С.А., Камлева К.Н. Радиационная опасность в экотуризме: поездка в белорусскую зону отчуждения …… 61
Зубкевич Э.И., Матусевич Д.В. Использование антигололедных реагентов на дворовых территориях, и их воздействие на окружающую среду ……. 62
Усик Ю.А. Оценка уровней СВЧ-излучения, воздействующих на офисных работников и население …… 63
Чепелевич Е. А. Изучение окрашиваемости ПЭТ-композиций ……. 64
Онищенко Ю.В., Чередникова Я.А. Технология получения и применение флавоноидных соединений растительного сырья в качестве светостабилизаторов полистирола …….. 65
Концедалова Д.А., Пославская В.А., Зарубина А.К. Структурные характеристики бутилрегенерата, полученного радиационным методом ….. 66
Мякишева А.В. Перспективность применения при выделении бутадиен-стирольного каучука из латекса меламина ……. 68
Данцева С.В., Забугина В.В. Применение природных БАС для получения новых косметических средств …….. 69

Невинская А.А., Волкова Д.В. Закономерности выделения бутадиен-стирольного каучука из латекса полиамфолитами на основе N,N-диаллил-N,N-диметиламмоний хлорида …… 71
Кондратова В.А. Разработка рецептуры медицинского клея на основе биополимеров для применения в кардиохирургии …… 72
Шапоров М.В. Изучение сорбции нитрит-ионов из водных сред гидрогелями на основе сополимеров акриламида ……. 74
Хлабыстов Е.Д., Крюков В.А., Патенко Е.М., Малюкова К.Р. Эмульсионный полибутадиен – как залог бережливого использования производственных мощностей АО «Воронежсинтезкаучук» ……... 75
Пичугина Е.С. Синтез пленок на основе биополимеров …… 77
Закаблукова Ю.В., Рыжов М.В. Исследование процесса жидкофазного диспергирования карбонатного наполнителя в ультразвуковом поле ……. 79
Овчаренко С.Р., Земляк А.А. Применение регенерата бутилкаучука в рецептурах водонабухающих эластомерных материалов ……. 80
Сухова А.С., Шабаева А.В. Обеспечение техногенной безопасности на предприятиях молочной промышленности …… 82
Писарева И.А., Мякишева А.В. Солянокислый феназин – как новый коагулянт в технологии производства эмульсионных каучуков ……..… 83
Коровацкая Е.М. Создание консорциумов лактококков с антагонистической активностью …….. 85
Ермакович А.М. Влияние pH среды на морфологические характеристики нитчатых бактерий …… 86
Гайда У.Ю. Разработка методики измерения (МИ) содержания фармацевтической субстанции (ФС) метформина гидрохлорида (МГ) в воздухе рабочей зоны (ВЗР) фармацевтических предприятий ……. 87
Жуковская Е.В. Гидролиз белков сухого обезжиренного молока химотрипсином и щелочной протеазой …….. 88
Космич Д.С. Cordyceps militaris и его польза для человека ……..…… 89
Мощенкова Я.А., Свидунович И.С. Консерванты против вкусовых убийц пива ……. 90
Драничников И.А. Процедура биовейвера в разработке генерических лекарственных препаратов ……... 91
Криницкий Д.Р. Валидация процесса стерилизации лекарственных препаратов …… 92
Семёнова Е.А., Костюкович Е.В. Получение пектата кальция из свекловичного пектина ……. 93
Магдич Е.П. Выделение и характеристика почвенных микроорганизмов-деструкторов полилактида …… 94
Ковалевская У.А. Определение суммы биологически активных веществ восстановительного характера в траве эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (l.) moench.) ……... 96
Паутова А.Е. Валидация методики определения бактериальных эндотоксинов с использованием гель-тромб теста …… 97
Хилько А.А. Способ выделения гиперицина из сырья зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* l.) ……... 99
Богданович Д.В. Разработка практических средств обучения учебно-методического комплекса по направлению «Биотехнологии» ……. 100

Ивановская П.Д. Эффективность использования растительных извлечений в качестве активаторов дрожжей *Saccaromyces cerevisiae* ……... 101
Сасс С.А., Василевская В.Д. Разработка биостелек с антигрибковой пропиткой …….. 102
Загадская Е.А. Исследование физико-химических свойств ранозаживляющих порошков на основе растительного сырья ……..…… 103
Загадская Е.А. Природный антиоксидант пикногенол: общая характеристика и механизм действия ……...……. 104
Денисова А.В. Разработка рецептуры веганского йогурта …… 105
Сергеева П.С. Разработка пробиотического продукта для нормализации микробиоты ЖКТ новорожденных ……. 107
Акудович Д.В. Сезонная динамика накопления карденолидов в листьях наперстянки крупноцветковой …… 109
Конюшко И.С. Анализ содержания биологически активных веществ в траве воробейника лекарственного …….. 110
Титова О.А. Активность кислотообразования штаммов бактерий *Streptococcus thermophilus* …… 111
Познякова А.В. Количественное определение фенольных соединений в плодах ирги круглолистной ……. 112
Сошко Д.П. Идентификация фенольных соединений в экстрактах пупавки благородной ……... 113
Коробко В.С., Шпак И.А. Выделение и анализ растительных пигментов на примере беталаинов …….. 114
Искрицкая А.В., Тишко Д.А., Семёнова Д.И. Проблема совместимости бентонитовых глин с полимерной матрицей ……. 115
Корпусь А.В. Исследование упруго-прочностных характеристик эластомерных композиций с канифолесодержащими и наноразмерными добавками ..…. 117
Меренкова Е.А. Исследование свойств резиновых смесей и резин, полученных на основе комплексного активатора и различных ускорителей вулканизации ……. 118
Острохижко Е.А. Технологические активные добавки для высоконаполненных резиновых смесей …… 119
Сотникова Н.М., Гайворонская А.А. Подбор оптимальных условий определения предельного числа вязкости ПТФ 121

Секция ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ

Кучмей К.В. Использование отходов растительного сырья ЗАО «Витэкс» в сельском хозяйстве …… 124
Качкарик А.С. Углеродный след производства кирпича 125
Ван Гочжэн Композиционные магнитные сорбенты из отходов металлургической промышленности ……... 126
Зуб Е.Ю. Очистка выбросов от стекловаренных печей ……. 127
Захарченко А.В. Очистка газовоздушных выбросов от летучих органических соединений …… 128
Ковалёва К.Д. Характеристика отходов литейного производства ……... 129
Белевец Н.В. Анализ методов оценки экологической безопасности керамического кирпича, полученного с использованием отходов …….. 130
Милишкевич М.М. Подбор коагулянтов для очистки сточных вод молочного завода …….……. 131

Аносович Я.Е. Характеристика сточных вод молочной отрасли ……..……. 132
Шевчик А.В. Оценка свойств керамического кирпича, полученного с использованием отходов …….. 133
Крот К.А. Оценка жизненного цикла кирпича, полученного с использованием отходов ……..…….…….. 134
Доминиковская И.В. Получение компоста на основе отхода производства сахара …….……. 135
Мытько Д.В. Исследование процесса сорбционной очистки сточных вод от ионов цинка …… 136
Малиновская П.А. Анализ направлений применения зерновой пыли в качестве вторичных материальных ресурсов …… 137
Вашкевич К.А. Исследование фильтрационной очистки сточных вод от взвешенных веществ ……. 138
Юрченко А.А. Отработанный катализатор нефтепереработки как сорбционный материала ……... 139
Кацкель А.В. Анализ направлений переработки отходов производства пива . 140
Гайкевич Е.В. Характеристика отходов тростника …… 141
Павлюкович М.В. Очистка сточных вод от ионов железа цеолитсодержащим сорбентом ……... 142
Шкелко А.Я. Очистка сточных вод в USBF-ректоре ……. 143
Куралёнок А.А. Получение соединений цинка и марганца из отработанных элементов питания …… 144
Третьякович А.С. Сравнение эффективности очистки сточных вод от формальдегида различными сорбентами …… 145
Бунина Н.Г. Извлечение фосфора в процессах подготовки к использованию осадков очистных сооружений …… 146
Чепурко М. В., Былина М. Д. Анализ системы автоматизации процесса флотации калийных удобрений на предприятии ОАО «Беларуськалий» ….. 147
Пономарев Л. Ю., Кирпиченков М. А. Система управления процессом отбеливания целлюлозы ……..… 148
Шпаковский Г. В., Станкевич Я. П. Анализ системы автоматизации процесса варка по технологии Lo-solids ……..……. 150
Зубец З. Н., Захвей И. А. Анализ системы автоматизации процесса очистки сточных вод напорной флотацией «Экоэн» ……. 151
Кухарчик Д. А., Новицкая Д. О. Анализ системы управления регулирование давления в газовом трубопроводе ……... 152
Данченко А. В., Подтероб Н. И. Модернизация системы управления процесса приготовления грубой майонезной эмульсии …….. 153
Карабань М. А., Мелешко А. С. Анализ системы автоматизации процесса кристаллизации маргарина ОАО «Минский маргариновый завод» …… 154
Данченко Г. В., Старовойтов М. С. Модернизация системы управления автоматизации процесса пастеризации маргарина …… 155
Журавкова С. А., Кустов Г. А. Модернизация системы управления автоматизации процесса шампанизации вина …… 156
Ивашко Е. В., Петручук П. Д. Анализ процесса охлаждения сквашенных смесей ……. 157
Алешевич А. С., Арпентий Д. О. Анализ процесса кипячения пивного сусла . 159
Балвашинский Е. И., Бажко М. Л. Модернизация САУ для процесса изготовления фотошаблона ……. 161

Скрыпов А. А., Журавлёв М. А. Анализ системы автоматизации процесса затирания при производстве пивного сусла на предприятии ОАО «Пивоваренная компания Аливария» …….. 162
Лысенко А. Ю., Петручук П. Д. Анализ системы автоматизации процесса ректификации спирта …… 163
Сандихаев Ю. Д., Томашевич В. Ю. Модернизация системы управления трубчатой печи установки производства гидроочищенного керосина …… 164
Демянович Н. Д., Каптюг В. Е. Анализ системы автоматизации процесса конверсии газов на Аммиак-4 ОАО «Гродно Азот» ……. 165
Пузевич В. И., Нахай А. С. Анализ системы автоматизации процесса сгущения солевой пульпы в пластинчатом сгустителе на СОФ 2РУ. ОАО «Беларуськалий» ……. 166
Желязко А. В., Кустов Г. А. Анализ системы автоматизации каталитического крекинга ……... 167
Иванов П. А., Мелешко А. С. Модернизация системы управления производством сухого крахмала ……..… 168
Чуйко И. Н., Шацкий Е. Н. Модернизация системы управления автоматизации процесса обрезинивания металлической проволоки ……..… 169
Капский Р. С. Анализ системы автоматизации процесса выработки перегретого пара на филиале "Пинские тепловые сети" РУП "Брестэнерго" 170
Сидоренко А. В. Расчет эффективности применения электропривода шнековых дозаторов ……. 171
Регес К. А. Анализ системы автоматизации процесса вулканизации крупногабаритных шин на предприятии ОАО «Белшина» …… 172
Косач М. П. Модернизация систем автоматизации бумагоделательной машины 173
Бышик А.А. Комплексообразование в растворах экстракционной фосфорной кислоты ……..…… 174
Шинявская Я.А. Исследование влияния природы алюмосодержащего реагента на процесс кристаллизации высокодисперсных алюмофосфатов … 175
Веремейчик Н.Н. Гидротермальный синтез железосодержащих соединений . 176
Перковский И.В., Тихонов А.С. Получение магнитных композиционных материалов на основе ферритов ……..…… 177
Алексеева А.В. Исследование условий получения гидратированного оксида алюминия со структурой псевдобемита ……... 178
Кондратович А.О. Исследование влияния модифицирующих добавок на процесс конверсии железного купороса в системе $FeSO_4$ – $H2SO_4$ – $CaCO_3$ – M – O_2 (воздух) – H_2O ……..…. 179
Холод А.А., Симончик А.А. Получение технических моноаммоний- и монокалийфосфата из экстракционной фосфорной кислоты …….……. 180
Музыка Д.С., Мацукова В.В. Влияние угла растра на упруго-прочностные свойства образцов при 3D-печати PETG ……. 181
Дайняк Е.В., Кошель С.Д. Адгезионная прочность разнородных материалов при комбинированной печати …… 182
Масло Р.А. Влияние сопротивления воздуха на кинетические характеристики волчка tip-top …….. 183
Колотовкина А.В. Влияние температурных режимов процесса SLA-технологии на физико-механические характеристики наполненной фотополимерной системы на основе Formlabs Clear Resin …… 184

Комлач В.В. Влияние температурных режимов процесса SLA-технологии на физико-механические характеристики фотополимерной смолы Formlabs Clear Resin …… 185
Коровкин К.Р. Влияние дисперсности наполнителя на структуру и свойства наполненных фотополимерных композиций для DLP-печати ……..... 186
Лагунчик Д.В. Конструкция удлинителя рабочего стола и применение аддитивных технологий для его изготовления ……..… 187
Лукша М.А. Конструкция велосипеда дорожного и технология его изготовления …….. 188
Ракицкий С.М. Влияние содержания и размера частиц наполнителя на реологические свойства фотополимерных композиций для DLP-печати ….. 189
Савицкий А.Д. Влияние содержания наполнителя на структуру и свойства наполненных фотополимерных композиций для DLP-печати ……..... 190
Шпиганович Д.В. Конструкция накладных наушников и технология их изготовления методом FDM-печати ……..…. 191
Филитаров В.А. Конструкция ролика конвейерного, технология и оснастка для его изготовления …….…….. 192
Талай М.А. Технология производства препрегов на основе эпоксидных смол 193
Корнеев В.Н. Комплекс для изготовления и контроля образцов с частотно-селективной поверхностью с применением технологии оборудования для аддитивного синтеза …….. 194
Поляк А.И. Конструкция направляющей подставки для ручной дрели и технология ее изготовления с применением закладных деталей ……. 195
Русакова А.П. Модернизация механизма подачи прутка в 3Д-принтере для переработки эластичных материалов …… 196
Мацукова Т.В., Пархачев И.Н., Селянинова М.П. Особенности реализации технологии аддитивного синтеза наполненных полиамидов …… 197
Дычанский М.А. Конструкция защитных крышек для электрооборудования и технология их изготовления с применением оснастки, получаемой аддитивным синтезом ..…… 198
Матвеев И.А. Конструкция универсальной подставки и внешнего вентилятора для ноутбука. Технология их изготовления с применением полимерных сеток .…… 199
Мартинович М.В., Антошкина Е.Е. Влияние расположения образцов на платформе построения при печати на свойства фотополимерной смолы ….. 200
Старостенко В.А. Технология 3D-печати упругих элементов …… 201
Иванов Э. А. Утилизация дистиллерной жидкости …….…….. 202
Гедерт К. Д., Буракова П. А. Анализ системы автоматизации процесса сушка массы для таблетирования СООО «Лекфарм» ……..……..…… 204
Хотян А. Е. Литейные формы на основе высокопрочного гипса …… 205
Крат Т. В. Наливной пол на основе высокопрочного гипса …….…... 206
Гусейнова Л. Ф. Исследование химико-минералогического состава глины Агдашского месторождения ……..…… 207
Шавилкова М.С. Получение безводного метасиликата натрия с использованием песчаного шлама ……..…… 208
Попова Д. А. Синтез сульфата алюминия из природного и техногенного сырья для бетонных смесей ……..…... 209
Гацько Е. В. Способ получения гипсового вяжущего вещества ……..……. 210

Панцевич М.В., Дутин К.А. Разработка составов и технологических параметров получения пропантов на основе гранитоидных отсевов …….. 211
Шиманович Д.А. Разработка составов и технологии производства пеностекольных блоков и щебня …… 212
Чернова К.Д. Исследование возможности использования базальтов различных месторождений для получения непрерывного волокна …… 213
Кравцова Е.Р. Разработка составов и технологии получения материалов для светоизлучающих устройств белого цвета свечения ……. 214
Набогез П.В. Исследование системы керамическая масса – ангоб – глазурь с целью устранения деформации керамогранита …….. 215
Балабанович А.Д. Разработка составов титаната магния для термостабильных конденсаторов ……. 216
Дутин К.А., Панцевич М.В. Разработка составов и технологических параметров получения пропантов с использованием гранитоидных отсевов 217
Редько А.И. Полуфриттованные цинксодержащие глазури с биоцидными свойствами ……. 218
Борисова Е.А. Разработка составов масс и технологии для производства поризованных керамических блоков на основе глины месторождения «Лукомль» ……..…… 219
Кузьмин Е.С. Особенности свойств и структуры железосодержащих полуфриттованных глазурей …… 220
Перемазова Е.О. Разработка составов и технологических параметров получения распыляемых мишеней на основе модифицированного манганита иттрия …….. 221
Козлович Н.А. Полуфриттованные глазури для керамогранита, содержащие MnO_2 …….. 222
Тремасова Д.А. Исследование отсевов дробления гранитоидных пород в производстве клинкерного кирпича …… 223
Вонсик Б.Ю. Пористые заполнители для легких бетонов на основе сапонитсодержащих туфов месторождения Новодворское ……. 224
Мацура Я.А. Керамические плитки для полов на основе сырья Республики Беларусь ……. 225
Татур А.И. Получение керамических имплантатов в системе $CaO–P_2O_5–TiO_2$ ……..…. 226
Можджер О.М., Петровский Д.С. Разработка композиций для химического обесцвечивания стеклянной тары …… 227
Глинский А.С. Влияние соотношения CaO/P_2O_5 на физико-химические свойства и структуру стекол системы $SiO_2–CaO–Na_2O–P_2O_5–ZnO$ ……. 228
Федарович М.С. Получение клинкерного кирпича на основе глинистого сырья Республики Беларусь …… 229
Скобиола А.Д., Щербаченя М.Р. Бесхромовая пассивация цинка из лантансодержащих растворов с добавлением продуктов гидролиза тетраэтоксисилана ……..…… 230
Коцур Н.Л., Орлицкий В.В. Защитные свойства конверсионных покрытий, полученных из цирконийсодеращих растворов с добавлением кремнезоля, на гальванически оцинкованной стали ……..…… 231

Научное издание

Тезисы докладов
75-й научно-технической конференции учащихся, студентов и магистрантов

Часть 2

Электронный ресурс

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *М.В. Рымовская, О.С. Залыгина, С.В. Бушева, Е.О. Черник*

Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 14,4.

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№1/227 от 20.03.2014
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск