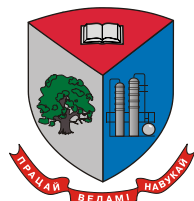


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»



**74-я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ,
СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

17–22 апреля 2023 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

В 4-х частях

Часть 2

Минск 2023

УДК 005.745:378.6](476)(06)
ББК 66.75

74-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 17–22 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2023. – Ч. 2. – 294 с.

Сборник составлен по итогам 74-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 17 по 22 апреля 2023 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
декан факультета ТОВ, канд. техн. наук

Ю.А. Климош
Ю.С. Радченко

Редакционная коллегия:

профессор кафедры ТНСиППМ, д-р техн. наук
профессор кафедры ТСиК, д-р техн. наук
профессор кафедры ХПД, д-р техн. наук
зав. кафедрой Х,ТЭПиМЭТ, канд. хим. наук
доцент кафедры БТ, канд. техн. наук
доцент кафедры ПЭ, канд. техн. наук

Э.Т. Крутько
И.А. Левицкий
Н.В. Черная
А.А. Черник
М.В. Рымовская
О.С. Залыгина

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2023

**Секция
ТЕХНОЛОГИИ
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МИКРОБИОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ РУП «БЕЛМЕДПРЕПАРАТЫ»

Микробиологический мониторинг, проводимый в соответствии с требованиями международного стандарта GMP, обеспечивает высокое качество и конкурентоспособность продукции, выпускаемой РУП «Белмедпрепараты». Поддержание асептических условий особенно критично в производстве стерильных лекарственных средств и перспективных биотехнологических препаратов, таких, как Гам-КОВИД-Вак, комбинированная векторная вакцина для профилактики корона-вирусной инфекции, вызываемой вирусом SARS-CoV-2, поскольку этот процесс отличается сравнительно низкой скоростью роста культуры-продуцента и, как следствие, её высокой чувствительностью к микробной контаминации [1]. Критерии приемлемости по содержанию микроорганизмов на поверхностях оборудования и помещения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Допустимое количество КОЕ на 25 см² поверхности оборудования и помещения фармацевтического производства

| Класс чистой зоны | Оснащённое состояние | | Эксплуатируемое состояние | |
|-------------------|--|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| | Предупреждающий предел | Предел, требующий принятия мер | Предупреждающий предел | Предел, требующий принятия мер |
| A | – | <1 | – | <1 |
| B | 2 | 3 | 3 | 5 |
| C | 10 | 15 | 15 | 25 |
| D | 15 | 25 | 25 | 50 |
| | Отсутствие спорообразующих бактерий и грибов, грамотрицательных бактерий, толерантных к желчи, <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> | | | |

Подавляющее большинство микроорганизмов, выявляемых при мониторинге чистых помещений, соответствует нормальной микро-биоте кожи, ротовой полости, верхних отделов дыхательных путей человека [2]. Многие из них являются оппортунистическими патогенами и возбудителями внутрибольничных инфекций [3]. Это строго аэробные или факультативно-анаэробные бактерии различной грам-принадлежности и разнообразной морфологии, преимущественно грамположительные кокки и грамотрицательные палочки (рисунок 1).

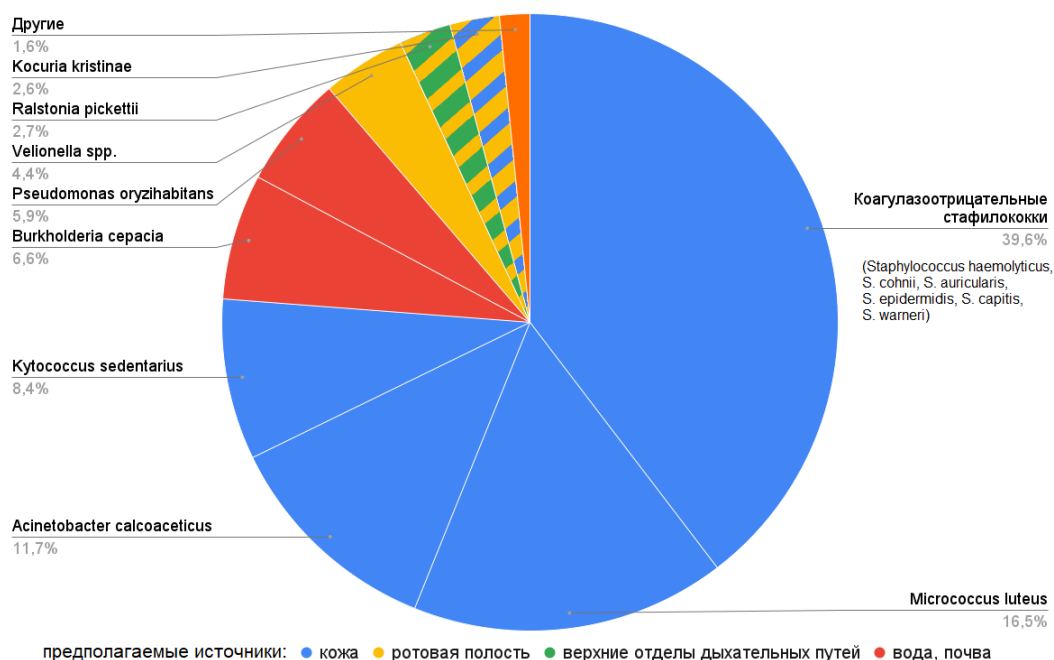


Рисунок 1 – Видовое разнообразие микробиоты производственной среды

Таким образом, анализ таксономического состава микробиоты производственной среды подчёркивает значимость роли персонала как источника контаминации объектов фармацевтического производства.

Выделение, идентификация и характеристика микроорганизмов производственных помещений позволяет сделать выводы о возможных путях и источниках микробной контаминации и предложить меры по её предотвращению, а также подобрать оптимальные методы и режимы дезинфекции, антисептики и стерилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Biosafety in the Pharmaceutical Industry / P.J. Meechan [et al.] // Biological Safety: Principles and Practices / ed.: D.O. Fleming, D.L. Hunt – ASM Press, 2006. – P. 551–560.
2. Granato, P.A. Microbial Flora of Humans and Microbial Virulence Factors / P.A. Granato // Biological Safety: Principles and Practices / ed.: D.O. Fleming, D.L. Hunt – ASM Press, 2006. – P. 1–17.
3. Actor, J.K. Clinical Bacteriology / J.K. Actor // Elsevier's Integrated Review Immunology and Microbiology / J.K. Actor. – 2nd ed. – Elsevier Inc., 2016. – P. 105–120.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИТЧАТЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ВСПУХАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА НА СТАНЦИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Нитчатое вспухание активного ила – наиболее распространенная проблема в биологической очистке сточных вод. Нитчатые бактерии постоянно присутствуют в нормально функционирующем иле, однако в определенных условиях достигают максимальной численности. Вспухший ил плохо отделяется от очищенной воды во вторичных отстойниках. В то же время нитчатые бактерии способны эффективно очищать сточные воды. Целесообразным является изучение характеристик нитчатых микроорганизмов, что позволит идентифицировать их в биоценозах активного ила и направленно воздействовать на конкретные виды бактерий в случае их массового развития. Объектами исследований служили изоляты нитчатых бактерий, выделенные из биореакторов ряда очистных сооружений Республики Беларусь (ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», Минская очистная станция УП «Минскводоканал» и др.). Свойства микроорганизмов изучали с помощью микроскопа «Биологический». Определяли форму и размеры клеток и нитей, наличие чехлов, принадлежность к окраске по Граму, способность формировать эндоспоры, капсулы [1].

Установлено, что представители тридцати одного изолята из сорока изученных имели палочковидную форму, девять представляли собой кокки. Подавляющее большинство бактерий грамположительны (за исключением двух изолятов). Среди изолятов выявлено восемь образующих эндоспоры и шесть формирующих капсулы форм, а также несколько представителей, имеющих чехлы. Бактерии способны образовывать нитчатые структуры длиной от 30 до 250 мкм.

Таким образом, определены основные морфологические характеристики сорока изолятов нитчатых бактерий. Полученные данные позволят приблизиться к решению проблемы идентификации нитчатых форм микроорганизмов в биоценозах активного ила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белясова, Н.А. Микробиология. Лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов специальностей «Биотехнология», «Биоэкология», «Биология» / Н.А. Белясова. – Минск: БГТУ, 2007. – 160 с.

**ДИНАМИКА УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
НИТЧАТЫМИ БАКТЕРИЯМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ
ИЗ БИОЦЕНОЗОВ АКТИВНОГО ИЛА
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Явление нитчатого вспухания сопровождается чрезмерным развитием в активном иле организмов с нитчатой структурой (хламидобактерий, цианобактерий и др.). Увеличение объема ила и ухудшение его седиментационных свойств при вспухании приводит к проблемам разделения иловой смеси: происходит вынос биомассы из вторичных отстойников и в итоге – загрязнение природных водоемов. Нитчатые бактерии вследствие своей повышенной устойчивости зачастую массово развиваются при действии неблагоприятных факторов (недостаток кислорода, присутствие токсикантов, отклонение от оптимальных значений температуры и рН, дефицит биогенных элементов и др.). При этом в аэротенке формируется более примитивный, но и более жизнеспособный биоценоз, в котором нитчатые организмы создают рыхлые, открытые хлопья с развитой поверхностью, обладающие высокой окислительной способностью [1].

Целью настоящей работы являлось изучение динамики утилизации органических веществ нитчатыми бактериями, выделенными из биоценозов активного ила очистных сооружений.

Объектами исследований служили двенадцать изолятов бактерий, выделенных из биореакторов очистных сооружений Республики Беларусь (ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», Минская очистная станция УП «Минскводоканал»).

Культивирование бактерий осуществляли в жидкой среде R2A [2], содержащей дрожжевой экстракт, протеозопептон, гидролизат казеина, глюкозу, крахмал (концентрация каждого компонента – 0,5 г/дм³). Эксперимент проводили с использованием шейкера-инкубатора Environmental Shaker-incubator ES-20 (BIOSAN, Латвия) при температуре 23–25°C и частоте встряхиваний 200 мин⁻¹. Измерение оптической плотности суспензий осуществляли с помощью спектрофотометра Specord M40 (Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH, Германия) при длине волны 600 нм (кюветы с толщиной оптического слоя 1 см). Отбор проб производили на протяжении 16 ч. с интервалом 1 ч. В пробах культуральной жидкости определяли значение ХПК [3] для выявления остаточного содержания органических веществ.

Согласно результатам эксперимента, длительность лаг-фазы для представителей различных изолятов в среднем варьируется в пределах 3–5 ч, но для некоторых бактериальных культур может достигать 9–10 ч. Продолжительность логарифмической фазы роста в основном составляет от 3 до 8 ч. Удельная скорость роста для бактерий большинства изолятов составила 0,28–0,32 ч⁻¹, что свидетельствует о возможной конкуренции за субстрат нитчатых и флокулообразующих микроорганизмов в очистных сооружениях.

Выявлена корреляция между ростом оптической плотности и значением ХПК. Так, во время лаг-фазы показатель ХПК менялся мало. Когда клетки культур начинали активно делиться и потреблять субстрат (логарифмическая фаза роста), наблюдалось значительное снижение значений ХПК, а при выходе на стационарную фазу роста – их стабилизация. Установлено, что изучаемые микроорганизмы способны успешно утилизировать разнообразные субстраты в составе полноценной среды R2A с высоким исходным содержанием органических веществ. Эффективность биodeградации органических соединений нитчатыми бактериями к 8-му часу культивирования в основном находилась на уровне 20–60%, к 16–18-му часу достигала 50–85%. Однако наиболее активные культуры уже к восьмому часу (что примерно соответствует продолжительности процесса очистки сточных вод в условиях аэрации на городских очистных сооружениях) способны деградировать 70–90% загрязнений по ХПК.

Таким образом, показано, что нитчатые бактерии могут вносить значительный вклад в процесс биodeградации загрязнений сточных вод на действующих очистных сооружениях, в том числе в случае залповых поступлений высокозагрязненных потоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. R2A agar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mibio.ru/contents.php?id=1664>. – Дата доступа: 01.03.2022.
3. Маркевич, Р.М. Биотехнологическая переработка промышленных отходов. Лаб. практикум: учеб.-метод. пособие для студ. спец. 1-48 02 01 «Биотехнология» / Р.М. Маркевич, И.А. Гребенчикова, М.В. Рымовская. – Минск: БГТУ, 2019. – 153 с.

УДЕРЖАНИЕ БИОМАССЫ НИТЧАТЫХ БАКТЕРИЙ В БИОРЕАКТОРАХ ПУТЕМ ИММОБИЛИЗАЦИИ НА ПОЛИМЕРНЫХ НОСИТЕЛЯХ

При нитчатом вспухании активного ила (АИ) в процессе биологической очистки сточных вод вспухший ил выносится из вторичных отстойников, ухудшая качество очищенной воды [1]. Одним из способов уменьшения выноса нитчатых бактерий из сооружений является иммобилизация АИ.

Целью настоящей работы являлось изучение способности нитчатых бактерий к иммобилизации на различных типах носителей.

В эксперименте использовали носители, хорошо зарекомендовавшие себя в биотехнологии, в том числе в процессах очистки сточных вод: нетканое полотно «Спанбонд», полиамидная волокнистая насадка «ВИЯ» (включающая гофрированные и гладкие волокна), структурированные кольца из полиэтилена. Способность к иммобилизации выявляли для нитчатых бактерий, выделенных из биореакторов Минской очистной станции (изоляты М3, М4, М5, М7, М9, М10, М11 и М26).

В эксперименте использовали жидкую питательную среду R2A [2] и синтетическую сточную воду (ССВ). Условия иммобилизации устанавливали приближенными к таковым в биореакторах очистных сооружений: температура – 23–25°C, рН среды – 7,2, частота встряхиваний – 120 мин⁻¹. Плотность загрузки биореакторов носителем составляла 15 г/дм³. Эксперимент проводили в течение 29 суток, каждые третьи-четвертые сутки часть культуральной жидкости в емкостях удаляли и заменяли свежей средой. Периодически проводили внешний визуальный осмотр носителей, а также микроскопирование их поверхности для установления факта закрепления нитчатых микроорганизмов, для чего применяли микроскоп «Биологический».

Согласно полученным результатам (рисунок), на поверхности структурированных колец из полиэтилена обнаружены бактериальные скопления. Биомасса бактерий всех изолятов удерживалась этим носителем на протяжении всего эксперимента. Однако биообрастаний большой толщины получить не удалось, по-видимому, из-за воздействия потоков жидкости и столкновений плавающих элементов носителя при встряхивании в шейкере. В то же время, это обстоятельство свидетельствует о возможности регенерации носителя такого типа в

условиях очистных сооружений. Положительным моментом также являлся тот факт, что при культивировании в присутствии данного носителя образовывались крупные агломераты не связанной с ним биомассы, которые легко выпадали в осадок при отстаивании суспензии.

На носителях «ВИЯ» и «Спанбонд» нарастания биопленки не наблюдалось. Бактериальные скопления удерживались в пустотах между волокнами, вблизи поверхности носителя и находились в свободном состоянии в культуральной жидкости. Для насадки «ВИЯ» характерно также закручивание нитей бактерий вокруг волокон.



а

б

в

а – структурированные кольца из полиэтилена;
б – волокнистая насадка «ВИЯ»; *в* – нетканое полотно «Спанбонд»

Рисунок 1 – Микрофотографии бактериальных скоплений изолята М7 на носителях на 21-ые сутки процесса иммобилизации, среда R2A, ×100

Более интенсивный рост микроорганизмов и большее количество бактериальных скоплений наблюдалось в богатой питательными веществами полноценной среде R2A в сравнении с ССВ. Однако различия в характере взаимодействия биомассы с носителем для этих сред не отмечено.

Таким образом, показана возможность иммобилизации нитчатых микроорганизмов и формирования ими крупных скоплений в объеме жидкости в биореакторах с носителями, что позволит удерживать в очистных сооружениях высокоактивную биомассу нитчатых бактерий и уменьшить при этом риск вспухания активного ила. Представляет интерес также закрепление нитчатых бактерий на носителях в составе биопленок, формируемых биоценозом АИ биореакторов очистных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – Москва: АКВАРОС, 2003. – 507 с.

2. R2A агар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mibio.ru/contents.php?id=1664>. – Дата доступа: 01.03.2022.

КИНЕТИКА РЕГЕНЕРАЦИИ ВПУХШЕГО АКТИВНОГО ИЛА

Вспухание активного ила является распространённой проблемой очистных сооружений со сложным составом загрязнений сточных вод, содержащих трудноокисляемые и токсичные загрязнители органической и минеральной природы, находящиеся во взвешенном, коллоидном и растворенном состояниях. Вспухание ила приводит к образованию рыхлого, плохо оседающего сгустка, выносу его из вторичных отстойников и загрязнению окружающей среды [1].

Различают гелевое и нитчатое вспухание активного ила в аэротенках. Гелевое вспухание возникает, когда клетки бактерий ила в большом количестве выделяют полисахаридный гель (рис. 1). Оно происходит в результате высокого содержания в сточных водах углеводов, трудноокисляемых органических веществ и нехватки O_2 на их окисление. Нитчатое вспухание наблюдается в сточных водах с повышенным содержанием токсичных веществ, к которым нитчатые формы бактерий более устойчивы, чем другие микроорганизмы (рис.2).

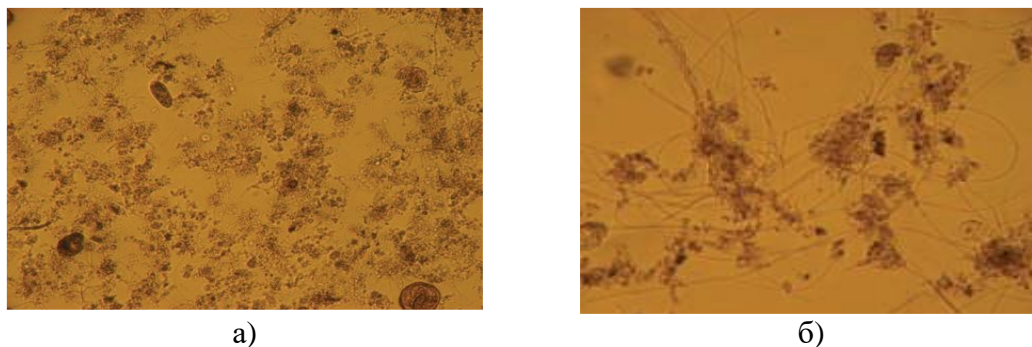


Рисунок 1 – Гелевое (а) и нитчатое (б) вспухание активного ила

Общей причиной любого вида вспухания активного ила является нехватка молекулярного кислорода на окисление загрязнителей.

Вспухание ила можно подавить регулированием нагрузки на активный ил, путем влияния на видовой состав микроорганизмов, а также применением регенерации ила.

Цель работы – изучение кинетики седиментации вспухшего активного ила в процессе его регенерации. Объектом исследования служил вспухший активный ил г. Малорита. Регенерацию вспухшего ила проводили в модельных условиях, барботируя воздух через объем 300

мл со скоростью 1 л/мин в течении 5 ч с помощью микрокомпрессора типа «Скалярный». За седиментацией ила наблюдали в соответствии с [2], измеряя светорассеивание при $\lambda = 600$ нм с помощью спектрофотометра Spesord UV-VIS.

На рисунках 2, 3 приведены результаты изменения оптической плотности D_{600} и илового индекса при седиментации частиц вспухшего ила в зависимости от времени его регенерации.

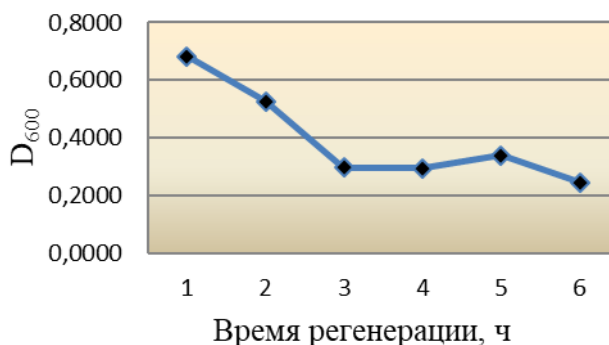


Рисунок 2 – Кинетика изменения D_{600} при регенерации вспухшего активного ила

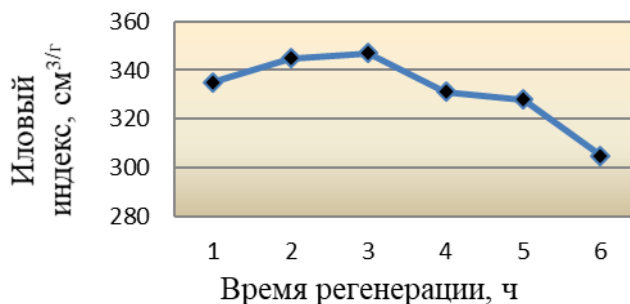


Рисунок 3 – Кинетика изменения илового индекса при регенерации вспухшего активного ила

Как видно из рисунков 2, 3 регенерация положительно влияет на подавление вспухания активного ила, но не устраняет его полностью.

Таким образом, кинетика изменения илового индекса и оптической плотности при седиментации частиц позволяют отслеживать динамику восстановления биоценоза активного ила и подбирать условия для борьбы с его вспуханием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВА-РОС. – 2003. – 512 с.
2. Романовский, С. И. Физическая седиментология – Л.: Недра. – 1988. – 240 с.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРОБИОТИКОВ В БИОЙОГУРТЕ

Производство функциональных продуктов с пробиотиками, а также совершенствование методов их быстрого определения в пищевых продуктах являются перспективными направлениями развития молочной промышленности. Пробиотики играют важную роль в поддержании здоровья человека и животных и предназначены для нормализации их микробиомов, профилактики желудочно-кишечных заболеваний и защиты от патогенных и гнилостных микроорганизмов. Продукт считается пробиотическим, если содержание пробиотиков в нем не менее $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г [1]. Существующие классические методы контроля содержания пробиотиков, основанные на посевах и культивировании клеток, длительны, трудоемки и материалоемки, что требует их совершенствования. Одним из подходов может быть разработка экспресс-метода определения содержания микроорганизмов с помощью редуктазной пробы (РП) [2]. Основным недостатком РП, используемой в молочной промышленности, является субъективность контроля конечной точки восстановления красителя, что не позволяет проводить количественные измерения.

Цель работы – разработка количественного экспресс-метода определения содержания пробиотиков в молочной продукции.

В работе использовали пробиотик Lactoferm (Италия), образцы биоюгурта и творожной молочной сыворотки производства ГМЗ-2. С помощью рН-метра Hanna-214 рН сыворотки доводили до 6,0 и пастеризовали ее при 70°C с эффективностью 99,8%. Далее образцы осветляли центрифугированием при 2000 об/мин, 5 мин, вносили 1% пробиотик и наращивали его в течение 2-х суток, определяя биомассу по изменению D_{600} на спектрофотометре Specord M-40.

В случае биоюгурта отбирали по 1 мл образцов с разным содержанием пробиотика, переносили в 9 мл подготовленной сыворотки, центрифугировали при тех же условиях. Редуктазную активность клеток определяли при введении 0,01% метиленового синего в пробы в соотношении 1:9 и наблюдении скорости обесцвечивания красителя при $\lambda = 660$ нм в течение 30 мин при 20°C.

Содержание пробиотиков в молочной сыворотке и биоюгурте контролировали также методом посева 10-кратных разведений на сре-

ду Tetr и культивирования клеток в термостате в течение 3 сут. при 30°C.

На рис. 1, 2 приведены результаты РП с метиленовым синим в молочной сыворотке и биоогурте.

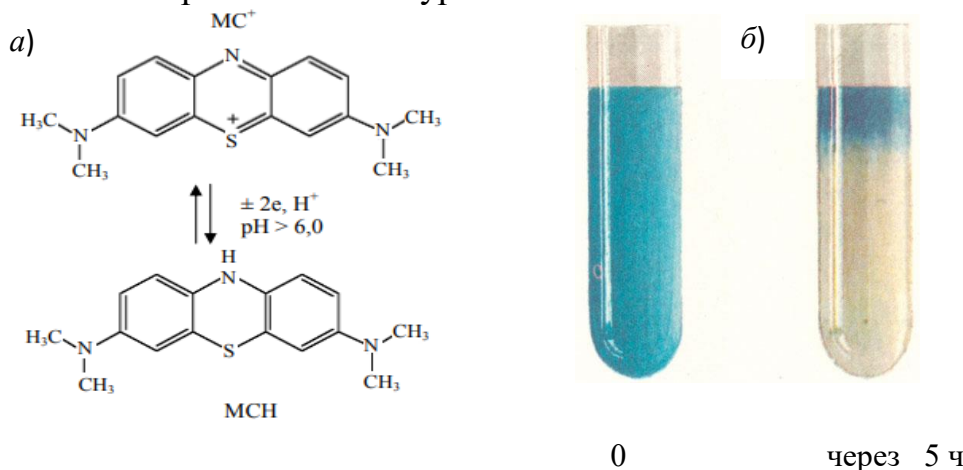


Рисунок 1 – Восстановление метиленового синего (а) пробиотиком *Lactoferrin* в молочной сыворотке (б)

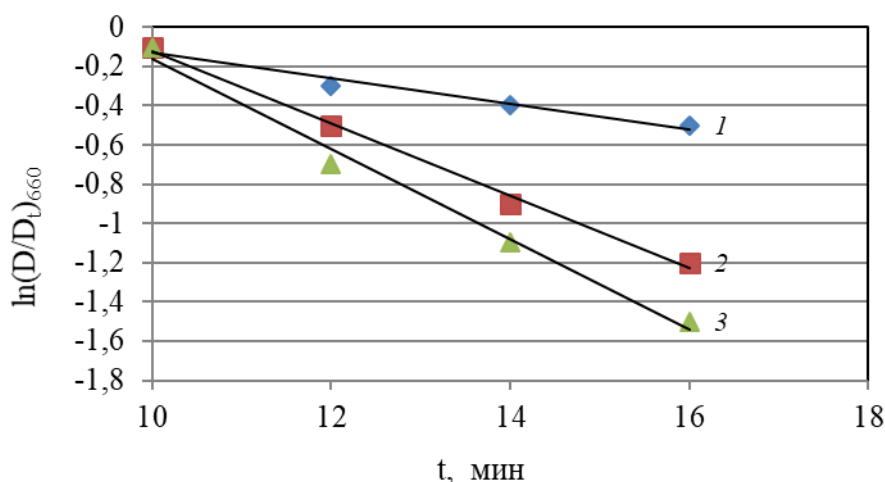


Рисунок 2 – Кинетика восстановления метиленового синего в зависимости от содержания пробиотика в составе биоогурта: 1 – 10⁶ КОЕ/г, 2 – 10⁸ КОЕ/г, 3 – 10⁹ КОЕ/г

Таким образом, полученные результаты указывают на возможность быстрого определения содержания пробиотиков в составе биоогурта с помощью модифицированной оптико-редуктазной пробы.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1552-2017 Йогурты. Госстандарт. Минск. 2017. – 25 с.
2. Игнатенко А. В. Биотестирование токсичности водных сред методом редуктазной пробы // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2018. № 2 (211). С. 155–160.

ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОЛИЗАТОВ БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Производство функциональных продуктов питания является основной тенденцией развития пищевой промышленности. Наиболее ценным компонентом продуктов питания служат белки. Среди них в молоке наибольшей ценностью обладают сывороточные белки, содержащие весь комплекс незаменимых аминокислот. В процессе получения творога, сыров и другой молочной продукции сывороточные белки не свертываются вместе с казеинами и переходят в сыворотку как крупнотоннажный отход производства. Ранее сыворотку сливали в сточные воды, что создавало большие экологические проблемы. В настоящее время основным направлением считается переработка молочной сыворотки и использование всех ее ценных компонентов [1].

Недостатком сывороточных белков является наличие у них антигенных свойств, что не существенно для здорового человека, но вызывает различные аллергические реакции у детского организма с неокрепшей иммунной системой. В этой связи основным способом удаления антигенных свойств белков является их гидролиз с образованием низкомолекулярных пептидов и аминокислот.

Для получения гидролизатов белков используются протеолитические ферменты микробного и животного происхождения. Микробные протеазы дешевле, однако, они способны образовывать горькие пептиды, что ухудшает органолептические свойства продукции и не позволяет их использовать при производстве детских продуктов питания. Среди животных протеаз наиболее трипсин, химотрипсин, а также куриный пепсин. Последний источник весьма привлекателен, учитывая большое количество птицефабрик и их вторичных субпродуктов, содержащих протеолитические ферменты.

Цель работы – получение сывороточных белков, казеинатов молочной сыворотки и их гидролизатов.

В работе использовали образцы молока и творожной сыворотки ГМЗ-2. Химический состав молока и сыворотки определяли с помощью ультразвукового анализатора Лактан 1-4М, рефрактометрическим и спектрофотометрическими методами. Подготовка молочной сыворотки включала пастеризацию 30 мин при 70°C с эффективностью 99,8% и ее осветление центрифугированием при 2000 об./мин, 5 мин. Бактериальную обсемененность сыворотки

находили, определяя КМАФАнМ при культивировании клеток на питательном агаре в течение 3 сут при 30°C. Получение сывороточных белков из сыворотки проводили термокоагуляцией 4% CaCl₂ и определяя их содержание методом рефрактометрии. Для ферментации белков использовали коммерческий препарат пепсина с активностью 10 МЕ/г при pH 1,5.

На рис. 1 предложена общая схема получения сывороточных белков, казеинатов и их гидролизатов с помощью пепсина.

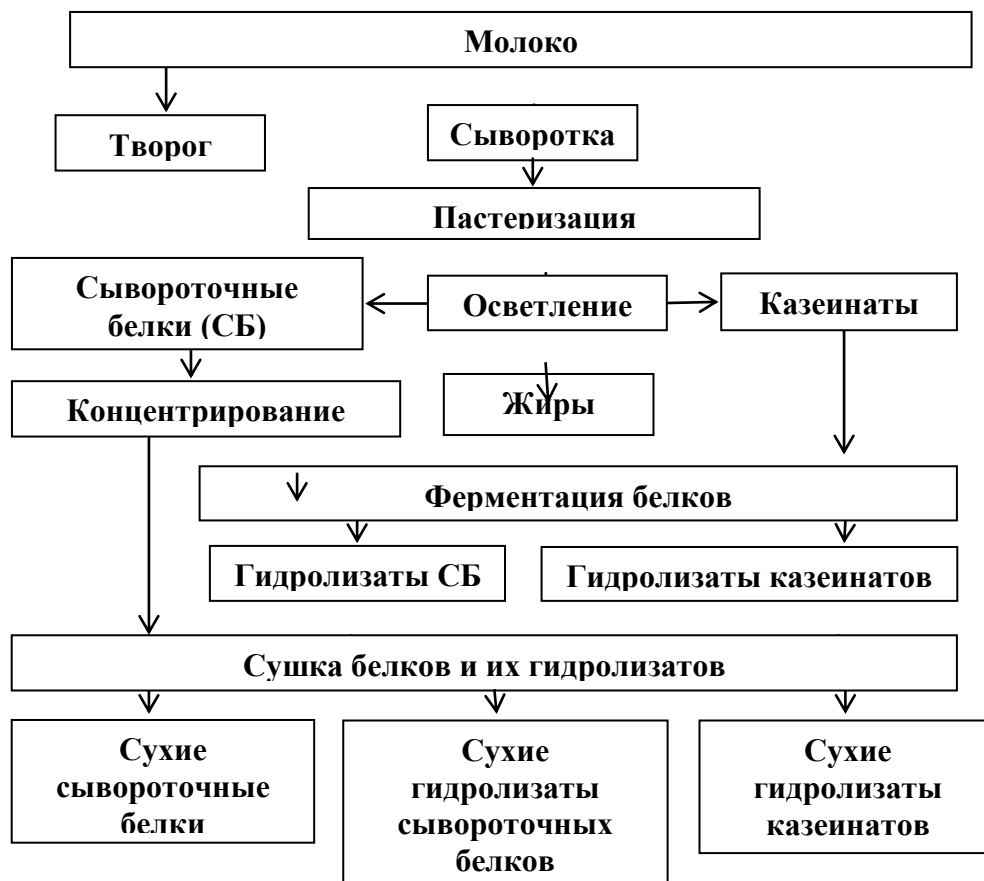


Рисунок 1 – Схема получения сухих сывороточных белков, казеинатов и их гидролизатов

Обработка творожной сыворотки CaCl₂ позволяет снизить ее кислотность и более полно удалить сывороточные белки методом термокоагуляции, а также получить гидролизаты белков со степенью гидролиза 20–25% в течение 2 ч.

Таким образом, полученные результаты указывают на возможность получения сывороточных белков, казеинатов и их гидролизатов по предложенной схеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмов А.Г. Феномен молочной сыворотки. СПб: Профессия. – 2011. – 804 с.

ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ МОЛОКА ДЛЯ СЫРОДЕЛИЯ

Бактериальная обсемененность является одним из основных показателей сыропригодности молока, качества и безопасности молочной продукции [1]. Для экспресс-анализа бактериальной обсемененности молока используется редуктазная проба (РП) с метиленовым синим (МС) или резазурином [2]. Одним из недостатков РП является субъективность контроля конечной точки обесцвечивания красителя, а также относительно высокая длительность анализа с МС для высококачественного молока, содержащего 10^5 кл/мл и менее.

Цель работы – проверка возможности использования метода цифровой обработки изображений для объективного контроля классности молока для сыроделия методом редуктазной пробы с резазурином.

В работе использовали 3 образца сырого молока, поступающего на ОАО «Здравушка». Химический состав молока определяли с помощью ультразвукового анализатора Лактан 1-4М. Содержание микроорганизмов находили в соответствии с [2]. Численность микроорганизмов подсчитывали по формуле:

$$N = \bar{a} \cdot 10^f / v,$$

где \bar{a} – среднее значение клеток, f – степень разведений, v – объем разведений, внесенных на ч. Петри.

Редуктажную пробу образцов проводили стандартным методом с резазурином [2]. Изображения фотографировали с помощью мобильного телефона и обрабатывали снимки в фоторедакторе Adobe Photoshop. Сравнительный анализ длительности редуктазной пробы с метиленовым синим и резазурином приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристики редуктажной пробы молока
с метиленовым синим и резазурином**

| Класс молока | Продолжительность обесцвечивания, ч | | Окраска молока с резазурином | Количество бактерий КОЕ/см ³ |
|-----------------|--|---------------|---------------------------------|---|
| | с МС | с резазурином | | |
| Высший | 5 | 1,5 | Серо-сиреневая | До 300 тыс. |
| I | 3,5 | 1 | Сиреневая | От 300 тыс. до 500 тыс. |
| II | 2,5 | 1 | Сиренево- розовая | От 500 тыс. до 4 млн |
| III | 0,7 | 0,5 | Бело-розовая | От 4 млн. до 20 млн |

Как видно из таблицы 1, длительность РП с МС в несколько раз выше, чем с резазурином.

На рис. 1 приведен внешний вид редуктазной пробы с резазурином для образцов молока с разным содержанием микроорганизмов.



Рисунок 1 – Внешний вид редуктазной пробы с резазурином для молока с различной бактериальной обсемененностью

По результатам РП и метода определения КМАФАнМ образцы молока могут быть отнесены ко II, I и высшему классам.

Результаты обработки изображений в Adobe Photoshop приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Характеристики цифровых фотографий редуктазной пробы молока с резазурином

| Показатели | Образцы молока | | |
|-------------------|----------------|-------|-------|
| | № 1 | № 2 | № 3 |
| Средняя яркость | 155,1 | 141,8 | 131,0 |
| Станд. отклонение | 4,2 | 4,1 | 4,3 |
| Медиана | 157 | 141 | 132 |
| Число пикселей | 4096 | 4096 | 4096 |

Полученные средние значения яркости изображений РП достоверно отличаются для образцов молока разного класса и зависят от содержания микроорганизмов.

Таким образом, полученные результаты указывают на возможность использования метода обработки цифровых изображений редуктазной пробы для объективного контроля классности молока для сыроделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТУ 9811-153-0461-0209-2004. Молоко сырье для сыроделия.
2. ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. – М: Стандартинформ. – 33 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ФЛАВОНОИДОВ С РАНОЗАЖИВЛЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ

Разработка новых высокоэффективных и безопасных ранозаживляющих средств является одной из актуальных задач фармацевтической отрасли, а поскольку содержание действующих веществ считается одним из важных нормируемых показателей качества любого растительного сырья, необходимо проводить исследования по разработке методик контроля качества лекарственных средств.

Ранее разработаны рецептуры геля и гидрофильной мази на основе флавоноидов бессмертника песчаного и зверобоя продырявленного, обладающих ранозаживляющей активностью [1]. Критерием стабильности любого лекарственного препарата служит сохранение его качества, т. е. внешнего вида, растворимости, подлинности, доброкачественности и количественного содержания. В связи с этим, целью настоящих исследований являлась разработка методик контроля качества разработанных фитопрепаратов. Контролируемые показатели образцов гидрофильной мази и геля на основе флавоноидов, исследуемые в данной работе: рН, содержание флавоноидов, микробиологическая чистота.

Контроль рН образцов геля проводили с помощью рН-метра HANNA (HANNA Instruments GmbH, Германия). Разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в геле и гидрофильной мази в пересчете на рутин. В основе метода определения лежит способность флавоноидов образовывать окрашенный комплекс со спиртовым раствором $AlCl_3$. Стабильность мази и геля изучали в соответствии с ТКП 431-2012 (температура 30 °С, влажность 60 %). Отбор проб производили ежемесячно. Результаты исследований стабильности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования стабильности лекарственной формы

| Срок хранения, суток | Значение рН | Содержание флавоноидов, мг/1 г о бразца | Пределы допустимых отклонений, % |
|----------------------|-------------|--|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Гель</i> | | | |
| 0 | 5,38 | 10,2 | 20 |
| 30 | 5,30 | 10,1 | 20 |

Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|-------|----|
| 60 | 5,24 | 10,3 | 20 |
| <i>Гидрофильная мазь</i> | | | |
| 0 | 5,53 | 19,97 | 20 |
| 30 | 5,49 | 19,78 | 20 |
| 60 | 5,38 | 19,84 | 20 |

Анализ микробиологической чистоты образцов геля проводили в соответствии требованиями ГФ РБ, приведенными в ФС 5.1.4. «Микробиологическая чистота нестерильных лекарственных средств и фармацевтических субстанций». Испытание включало количественное определение жизнеспособных бактерий и грибов, а также выявление определенных видов микроорганизмов, наличие которых недопустимо в лекарственных средствах наружного применения. Результаты анализа микробиологической чистоты гелей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа микробиологической чистоты образцов

| Срок хранения, сут | Образец | Общее количество аэробных бактерий, не более 10 ² КОЕ/г | Общее количество грибов, не более 10 ¹ КОЕ/г | Специфицированные микроорганизмы | |
|--------------------|---------|--|---|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| 0 | Гель | соответствует | соответствует | н/о | н/о |
| | Мазь | соответствует | соответствует | н/о | н/о |
| 30 | Гель | соответствует | соответствует | н/о | н/о |
| | Мазь | соответствует | соответствует | н/о | н/о |
| 60 | Гель | соответствует | соответствует | н/о | н/о |
| | Мазь | соответствует | соответствует | н/о | н/о |

В ходе проведенных опытов можем сделать вывод, что данные мягкие лекарственные формы по своим показателям соответствуют стандартам качества и могут быть рекомендованы фармацевтическим производствам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка рецептуры фитопрепарата на основе флавоноидов лекарственных растений / О. С. Игнатовец [и др.] // Технология органических веществ : материалы 87-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. - Минск : БГТУ, 2023. – С. 386-388.

**ОЦЕНКА ОДНОРОДНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТАВА ГРАНУЛ АНАММОКС-БАКТЕРИЙ**

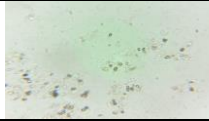
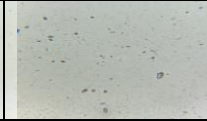

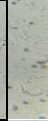


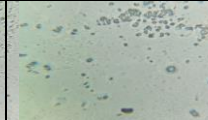
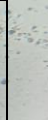

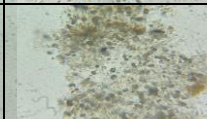


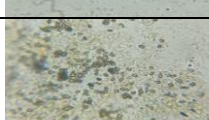
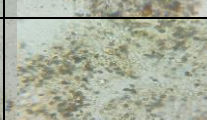
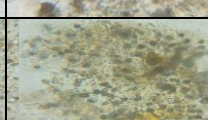

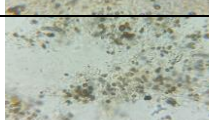
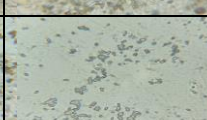
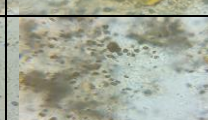

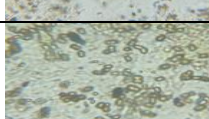
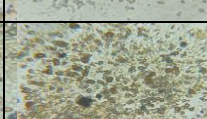
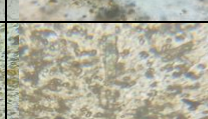

Анаммокс-бактерии – анаэробные хемолитоавтотрофные микроорганизмы, осуществляющие процесс окисления аммония нитритом с образованием молекулярного азота. Открытие этих микроорганизмов стало одним из значимых событий в микробиологии конца XX века. Одной из важных причин, благодаря которой открытие анаммокс-бактерий состоялось, стало внимание к проблемам экологии антропогенных мест обитания, в частности, очистки сточных вод городов и отдельных предприятий от соединений азота, которые приобрели к середине 90-х глобальное значение. Процесс анаммокс во всём мире признан наиболее перспективным для очистки стоков с высокой концентрацией азота и низким содержанием органических веществ, в частности, иловых вод метантенков, стоков предприятий, выпускающих минеральные удобрения, стоков птицефабрик и др. [1].

Целью настоящей работы являлась оценка однородности микробиологического состава гранул анаммокс-бактерий.

Для оценки однородности микробиологического состава проводили разрушение гранул активного ила, содержащего анаммокс-бактерии, с применением ультразвукового генератора УЗДН-2Т при частоте колебаний 22 кГц и 44 кГц в течение 2, 5, 10, 15 и 20 мин. Для выявления состояния гранул ила после обработки применяли микроскоп «Биологический». Пробы просматривали при увеличении $\times 400$ и $\times 1000$. При «мягких» режимах обработки (22 кГц, 2 мин; 22 кГц, 5 мин; 44 кГц, 2 мин) большинство клеток находилось в хлопках, при «средних» режимах (22 кГц, 10 мин; 22 кГц, 15 мин; 22 кГц, 20 мин; 44 кГц, 5 мин) часть клеток анаммокс-бактерий находилась в хлопках, а часть – в изолированном виде, во всех пробах наблюдались мелкие кокки и подвижные палочки. При «жестких» режимах (44 кГц, 10 мин; 44 кГц, 15 мин) большинство клеток находилось вне хлопков, наблюдались мелкие кокки и подвижные палочки, а при самых «жестких» условиях (44 кГц, 20 мин) хлопки были полностью разрушены, наблюдалось небольшое количество клеток анаммокс-бактерий в изолированном виде, подвижных палочек не наблюдалось.

Далее пробы, обработанные при 22 кГц, 2 мин; 44 кГц, 5 мин и 44 кГц, 20 мин культивировали в течение 21 сут. при 30°C и частоте встряхивания 110 мин⁻¹. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты культивирования анаммокс-бактерий

| Время культивирования | Режим обработки | Фото | | | |
|-----------------------|------------------|--|---|--|--|
| 7 сут. | 22 кГц, 2 мин |  |  |  |  |
| | 44 кГц, 5 мин |  |  |  |  |
| 14 сут. | 22 кГц, 2 мин |  |  |  |  |
| | 44 кГц, 5 мин |  |  |  |  |
| 21 сут. | 22 кГц, 2 мин |  |  |  |  |
| | 44 кГц, 5 мин |  |  |  |  |

Таким образом, из таблицы 1 следует, что при культивировании пробы, обработанной при «мягких» режимах (22 кГц, 2 мин), наблюдался незначительный прирост количества клеток (после обработки было небольшое количество изолированных клеток). Наибольший прирост количества клеток наблюдался при культивировании пробы, обработанной при «средних» условиях (44 кГц, 5 мин). Это может быть связано с тем, что после обработки было большое количество изолированных клеток. При культивировании пробы, обработанной при самых «жестких» условиях (44 кГц, 20 мин) прироста не наблюдалось (клетки погибли при обработке).

В связи с этим можно сделать вывод, что в зависимости от условий обработки в одних случаях анаммокс-бактерии растут быстрее, а в других – медленнее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкова, Е.А. Микробиологическая и молекулярно-биологическая характеристика микробного анаммокс-сообщества лабораторного up-flow реактора : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.03 / Е.А. Бочкова ; Рос. акад. наук, Ин-т микробиологии имени С.Н. Виноградского. – Москва, 2016. – 27 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ
В КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ БАКТЕРИЙ,
ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ АКТИВНОГО ИЛА
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Экзополисахариды (ЭПС) – это большой класс природных высокомолекулярных углеводных биополимеров с уникальными физическими, механическими и биологическими свойствами. Они являются экологически чистым продуктом благодаря своей биоразлагаемости, биосовместимости и нетоксичности. Кроме того, при их естественном распаде также не образуется загрязняющих агентов, что приводит к снижению техногенной нагрузки на окружающую среду. Они способны растворяться в воде, создавая растворы с высокой вязкостью, обладают такими свойствами как студнеобразование, загущение, влагоудержание, стабилизация, эмульгирование и др. ЭПС могут быть переработаны в волокна, гидрогели, пленки и каркасы, которые имеют решающее значение при разработке функциональных биоматериалов. Именно все эти вышеперечисленные свойства способствуют широкому применению данных биополимеров в пищевой и нефтяной промышленности, фармацевтике и медицине [1, 2].

Целью данной работы являлось определение содержания ЭПС бактерий культивируемых на средах разного состава.

Объектом исследований выступают выделенные изоляты бактерий из активного ила очистных сооружений.

Эффективность накопления ЭПС зависит от бактериальной фазы роста, рН среды, температуры культивирования, аэрации, вязкости среды и др. Большое значение имеет состав среды и соотношение углерода к азоту.

Оптимальную температуру для культивирования бактерий определяли, выращивая изоляты в жидком питательном бульоне при температуре от 20 до 40°C, с шагом в 5°C. Наименее благоприятная температура для роста бактерий это 40°C, а в диапазоне от 25 до 35°C бактерии способны к нормальной жизнедеятельности, без угнетения роста. Средней оптимальной температурой для культивирования бактерий является 30°C.

рН среды также является важным показателем, т. к. он показывает уровень закисленности среды метаболитами и является критерием, влияющим на выход полисахаридов в культуральную среду. Оп-

тимальный рН для культивирования определяли, выращивая бактерии в жидком ПБ с исходными рН от 4,0 до 8,0. В результате эксперимента выбрано оптимальное значение рН среды 7. Существенные отклонения от этого уровня ингибируют не только рост и развитие клеток, но и образование ЭПС.

Углерод является необходимым компонентом для снабжения клетки потенциальной энергией для нормального роста и развития и «строительным» материалом для образования ЭПС. В зависимости от вида применяемых моносахаридов, состав и структура получаемых полисахаридов может изменяться. Для определения оптимального соотношения N C, в качестве источника углерода были выбраны два углевода: сахароза и глюкоза, с концентрациями (%): 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, а в качестве фактора роста – дрожжевой экстракт (0,5%).

В качестве сред для культивирования бактерий и дальнейшего определения содержания ЭПС в культуральной жидкости были выбраны: питательный бульон и синтетическая среда следующего состава (г/л): NaNO_3 – 0,5; $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,26; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,2; NaCl – 0,2; K_2SO_4 – 0,1 с добавлением сахарозы (0,2%) и дрожжевого экстракта (0,5%). Соотношение между азотом и углеродом составило 2,5:1.

Для определения общего содержания ЭПС в образцах культуральной жидкости бактерий в пересчете на глюкозу использовали фенол-серноокислый метод. Для этого строили калибровочный график по D-глюкозе в промежутке концентраций от 10 до 120 мкг/мл. В основу данного метода положена реакция образования ауринового красителя, имеющий в видимой области спектра максимум поглощения $\lambda_{\text{max}}=483\text{--}485$ нм.

В ходе работы определили концентрацию ЭПС 19 изолятов бактерий. Было обнаружено, что наибольшее количество ЭПС в культуральной жидкости накапливается на 2–3 сутки инкубирования. Выход ЭПС составил от 20 до 420 мкг/мл. Наибольшее накопление ЭПС в среде совпадает со стационарной фазой роста культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экзополисахариды бактерий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://propionix.ru/ekzopolisaharidy-bakteriy>. Дата доступа: 10.04.2023.
2. Current status of biotechnological production and applications of microbial exopolysaccharides / M. C. S. Barcelos [et al.]. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2020. – P. 1475–1495.

ПРОИЗВОДСТВО МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТАБЛЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D ТЕХНОЛОГИЙ

Крупномасштабное производство зачастую непригодно для получения сложных многокомпонентных лекарственных препаратов (ЛП) для организации индивидуального терапевтического режима. Решение проблемы возможно с использованием аддитивных технологий. Была разработана модель концентрической таблетки «три в одном», содержащей разные противовирусные лекарственные средства (ЛС), отделения с которыми представлены на рисунке 1. Для изготовления применялся метод точного капельного осаждения – электромагнитное капельное осаждение, основанное на концепции drop-on-demand (DoD), на таблетках с концентрическими цилиндрами.

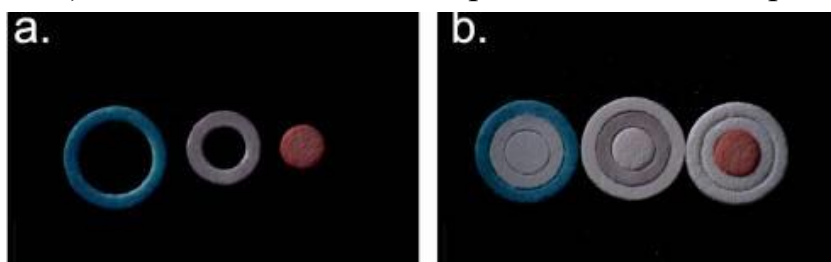


Рисунок 1 – Отделения, содержащие ЛС:

а – отдельные слои (отделения) с разными ЛС; **б** – одно отделение с ЛС в сборе с пустыми (для визуализации изменения цвета)

Внешний слой – ритонавир (краситель – королевский синий), средний слой – фавипиравир (краситель – виноградно-фиолетовый), ядро – гидроксихлорохина сульфат (краситель – закатно-красный).

Через 4 ч из внешнего слоя высвободилось более 90% ЛС, из среднего слоя – более 70%, из ядра – только 40%. Таким образом, внешний и средний слои могут применяться для быстрого высвобождения, а сердцевина – для замедленного [1].

Для изготовления следующей таблетки использовали простую систему 3D экструзии, работающую при комнатной температуре. Данная лекарственная форма представлена на рисунке 2.

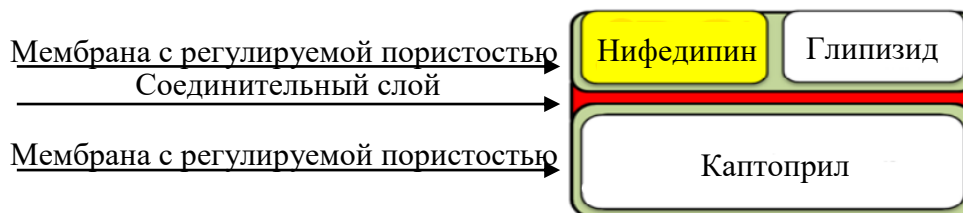


Рисунок 2 – Структура ЛП с двумя механизмами высвобождения

Она способна доставлять три ЛС с помощью двух различных механизмов высвобождения: осмотического высвобождения через оболочку с регулируемой пористостью и диффузии через слои геля. В качестве связующего использовали гипромеллозный водно-спиртовой гель (75 % этанола по объему), а в качестве осмогена для каптоприла – NaCl. Таблетка также содержит соединительный слой, который быстро распадается в течение первого часа и позволяет таблетке разделяться на две части с различными механизмами высвобождения ЛС [2].

На основе доступной в настоящее время коммерческой формы «Polycap» разработали 5-компонентный полипилл, изготовленный методом 3D экструзии, работающей при комнатной температуре.

Сначала экструдировали гидрофобную оболочку, затем активные ЛС атенолол, правастатин и рамиприл с гидрофильной матрицей в сегментированные отсеки с образованием отсеков с пролонгированным высвобождением. Аспирин и гидрохлоротиазид экструдировали непосредственно поверх этих отсеков, чтобы получить отсек с немедленным высвобождением. На верхней части таблетки был нанесен ряд выпуклых точек, облегчающих идентификацию препарата как визуально, так и на ощупь, состав которых был таким же, как и у верхнего слоя «немедленного высвобождения».

Данные о растворении показали, что более 75% аспирина и гидрохлоротиазида высвободилось в течение первых 30 мин. Атенолол, правастатин и рамиприл высвободились в течение 720 мин на 69%, 81% и 66% соответственно [3].

3D печать ЛП – инновационная технология, являющаяся важным шагом к персонализированной медицине. Она позволяет разрабатывать ЛП с контролируемым высвобождением ЛС, многокомпонентные ЛП с различными дозами, которые трудно реализуются в крупномасштабных производствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anqi Lu. Novel 3D Printed Modular Tablets Containing Multiple Anti-Viral Drugs: a Case of High Precision Drop-on-Demand Drug Deposition / Anqi Lu [et al.] // Pharm Res. – 2022. – Vol. 39, № 11. – P. 2905–2918.
2. Khaled, S. A. 3D printing of tablets containing multiple drugs with defined release profiles / S. A. Khaled [et al.] // International Journal of Pharmaceutics. – 2015. – Vol. 492, № 2. – P. 643–650.
3. Khaled, S. A. 3D printing of five-in-one dose combination polypill with defined immediate and sustained release profiles / S. A. Khaled [et al.] // Journal of Controlled Release. – 2015. – Vol. 217. – P. 308–314.

Магистрант Е.Е. Насенникова
Науч. рук. доц. О.В. Остроух (кафедра биотехнологии, БГТУ);
зам. директора по научной работе Н.К. Юркштович
(ГП «АКАДЕМФАРМ»)

ВЛИЯНИЕ ТИПА И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОЛОНГАТОРА НА ФАРМАЦЕВТИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТАБЛЕТОК НА ОСНОВЕ ПЕНТОКСИФИЛЛИНА

Ряд лекарственных препаратов характеризуется измененным механизмом и характером высвобождения лекарственного вещества – это так называемые лекарственные формы пролонгированного действия. Вследствие замедления высвобождения обеспечивается увеличение продолжительности терапевтического эффекта [1].

Актуальным это является для лекарственных препаратов, содержащих пентоксифиллин.

Пентоксифиллин (3,7-дигидро-3,7-диметил-1-(5-оксогексил)-1Н-пурин-2,6-дион) – лекарственное средство, производное пурина. Улучшает микроциркуляцию и реологические свойства крови.

Положительные результаты достигаются в течение длительного курса лечения, нарушение режима приема чревато уменьшением терапевтического эффекта. Решением вопроса является разработка пролонгированных форм препарата.

Субстанция пентоксифиллина представляет собой кристаллический порошок, обладающий плохой сыпучестью и способностью слеживаться. При разработке твердой лекарственной формы пентоксифиллина пролонгированного действия необходимо введение вспомогательных веществ, которые должны обеспечивать необходимые показатели качества таблеток и таблеточных масс, такие как сыпучесть, прочность на сжатие и истирание, профиль высвобождения активного компонента.

Из-за высокого содержания в таблетке (400 мг) и низкой насыпной плотности пентоксифиллина установлено, что в качестве физического метода пролонгации для получения таблеточных масс с удовлетворительными фармацевтико-технологическими характеристиками целесообразно использовать технологию влажного гранулирования водой очищенной смеси действующего вещества с матрицеобразующим компонентом.

Для выбора матрицеобразующего компонента (пролонгатора) необходимо оценить влияние типа полимера в разных концентрациях.

В качестве объекта исследования использовали 8 вариантов опытных образцов таблеток, которые представляют собой комбинацию матрицеобразующего компонента гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ), гидроксиэтилцеллюлозы (ГЭЦ), карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и фосфатцеллюлозы (ФЦ) в двух концентрациях (35 % и 45 % от содержания активной фармацевтической субстанции) с активным компонентом – пентоксифиллином дозировкой 400 мг.

Для обеспечения необходимой массы таблетки 0,650 г в качестве наполнителя использовали микрокристаллическую целлюлозу (МКЦ) в количествах 103,5 мг (для концентрации полимера 35 %) и 63,5 мг (для концентрации полимера 45 %).

В качестве лубриканта (смазывающего вещества) использовали магния стеарат в количестве 6,5 мг для всех вариантов опытных образцов таблеток (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептура опытных образцов

| Наименование компонента | Количество компонента, мг в различных вариантах рецептур опытных образцов таблеток | | | | | | | |
|-------------------------|---|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Пентоксифиллин | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| ГЭЦ | 140 | 180 | - | - | - | - | - | - |
| КМЦ | - | - | 140 | 180 | - | - | - | - |
| ГПМЦ | - | - | - | - | 140 | 180 | - | - |
| ФЦ | - | - | - | - | - | - | 140 | 180 |
| МКЦ | 103,5 | 63,5 | 103,5 | 63,5 | 103,5 | 63,5 | 103,5 | 63,5 |
| Магния стеарат | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |

Результаты определения истираемости опытных образцов таблеток представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Фармацевтико-технологические характеристики

| Наименование показателя | Варианты рецептур | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Истираемость, % | 0,15 | 0,14 | 0,18 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,36 | 0,35 |
| | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,16 | 0,21 | 0,24 | 0,35 | 0,37 |
| | 0,13 | 0,12 | 0,15 | 0,16 | 0,19 | 0,23 | 0,38 | 0,40 |

Предварительный анализ полученных данных показывает, что тип пролонгатора оказывает большее влияние на показатель прочности таблеток на истирание, чем его концентрация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонова, М.В. Пероральные лекарственные формы с модифицируемым высвобождением / М.В. Леонова // Справочник поликлинического врача. – 2014. Вып. № 10. – С. 66-70.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЦ С МУТАНТНЫМИ ВАРИАНТАМИ ГЕНОВ DPYD И TYMS

Важнейшим аспектом лечения онкологических заболеваний является химиотерапия, проводимая для подавления роста раковых клеток. В качестве препаратов часто используют аналоги пиримидинов, такие как Капецитабин, Фторурацил, UTF и др.

Примерно 80% вводимого препарата этого ряда метаболизируется печенью с помощью фермента дигидропиримидиндегидрогеназы (DPD), а еще 5% – с помощью тимидинсинтазы (TS). Снижение метаболической активности DPD приводит к увеличению концентрации активных метаболитов 5-фторурацила (5-ФУ), что повышает токсичность для здоровых клеток и увеличивает частоту побочных эффектов. Несмотря на то, что применение стандартных дозировок при генетически обусловленном дефекте DPD опасен летальным исходом, скрининг подобных аномалий пока не включен в стандарты клинической онкологии.

Цель работы – разработка метода идентификации некоторых однонуклеотидных полиморфизмов, позволяющих вести скрининг больных с активностью DPD и TS, отличной от нормальной.

В рамках исследования проведена работа по:

- 1) Разработке ДНК маркеров – праймеров и зондов с флуоресцентной меткой;
- 2) Отработке методики проведения анализа методом ПЦР-РВ с использованием зондов TaqMan для исследования частот встречаемости некоторых аллелей гена DPYD и гена TYMS 2R/3R;
- 3) Изучению распределения аллелей риска отдельных генов в популяции Беларуси.

Образцы ДНК коренных белорусов получены из ДНК-банка лаборатории нехромосомной наследственности ГНУ «Институт цитологии и генетики». Выборка сформирована случайным образом, путем отбора образцов из 6 регионов Беларуси: Центр, Западное Полесье, Восточное Полесье, Север, Восток, Запад.

В таблице 1 представлены разработанные последовательности праймеров для амплификации полиморфного локуса для DPYD 2846 и DPYD 1601 и зондов (проб) TaqMan, специфичных к определенным аллелям исследуемых локусов. Праймеры для гена TYMS взяты из результатов исследований Bezerra A. M. [et al.] [1].

Таблица 1 – Последовательности разработанных праймеров для амплификации полиморфных локусов гена DPYD и зондов (проб) TaqMan

| | Последовательность праймеров специфичных к локусам: | |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| | DPYD 2846 | DPYD 1601 |
| Прямой праймер (F) | 5' - GGTGAATTGAGCAACGTAGA - 3' | 5' - AGTCACAA-TATGGAGCTTC - 3' |
| Обратный праймер (R) | 5' - ACAGGTCATGTAGCATTTACCA - 3' | 5' - CTAGCAAGAC-CAAAAGGA - 3' |
| А-проба (A-probe) | FAM 5' - TGTGGC-TATGATTGATGAAGA - 3'ВНQ-1 | FAM 5' - CGGCCATTTCTACAСТА - 3'ВНQ-1 |
| Т-проба (T-probe) | HEX 5' - TTGTGGCTATGATTGTTGAAG - 3'ВНQ-1 | HEX 5' - CATТАATGTCCACCAGAT - 3'ВНQ-1 |

В проверенных по DPYD 2846 196 образцах гетерозигот не обнаружено, что можно объяснить крайне редкой встречаемостью этого гена ($A=0.005166$ среди европеоидов). Для уточнения частоты были проанализированы данные еще 143 человек, в результате найден лишь 1 гетерозиготный образец. Частота встречаемости в двух выборках составила $T=1.0$ $A=0.0$ в первой выборке и $T=0.993007$ $A=0.006993$ во второй. Качество проведения РВ-ПЦР с разработанной системой ДНК маркеров проверено с найденным позитивным контролем.

Среди 201 образца, проверяемых на DPYD 1601, найдено 4 носителя мутантного аллеля.

Таким образом, частота встречаемости DPYD 1601 $G>A$ составила $G=0,980099$, $A=0,019901$, а значит исследуемый ген распространен на территории Беларуси.

Изучение гена TYMS показало, что понижение функциональной активности TS (2R2R) среди белорусов может наблюдаться достаточно часто – 38 человек из 189. $2R=0,201058$, $2R/3R=0,470899$, $3R=0,328042$. Таким образом, полученные частоты совпадают с литературными данными, что свидетельствует о возможности применения метода в диагностических целях.

ЛИТЕРАТУРА

1. TYMS double (2R) and triple repeat (3R) confers risk for human oral squamous cell carcinoma // Bezerra, A. M. [et al.]. // Molecular biology reports. – 2014. – vol. 41.– P. 7737-7742.

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ПРОТИВОФАГОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

Использование биотехнологий, основанных на микробном синтезе, связано с риском спонтанного лизиса бактерий, причиной которого являются бактериофаги. Фаголизис приводит к остановке технологического процесса, потере сырья и продукции, а также ухудшению ее качества.

Поиск новых биологически активных соединений природного происхождения для предотвращения и подавления развития бактериофагов на производстве остается актуальной задачей.

Изучение растительных препаратов, обладающих противофаговыми свойствами, показывает, что за счет разных механизмов действия препаратов появление фагов, устойчивых к данным препаратам, не наблюдается.

Большое разнообразие биологически активных соединений, находящихся в растениях, позволяет рассчитывать на возможность получения новых высокоактивных препаратов, обладающих способностью блокировать различные фаги, в том числе, резистентные к существующим химиопрепаратам.

Цель работы – получение экстракта папоротника (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott) и исследование его противофаговой активности.

Папоротник мужской (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott). Многолетнее споровое растение семейства многоножковых (*Polypodiaceae*), повсеместно произрастающее на территории Беларуси. Корневища растения содержат производные флороглюцина: филиксовая кислота (филицин), флаваспидовая кислота, аспидиол, албаспидин. Так же содержится эфирное масло, жирное масло, флавоноиды, дубильные вещества, горечи и крахмал [1].

Противофаговые свойства корневищ папоротника обусловлены производными флороглюцина [2].

Извлечение БАВ из растительного сырья осуществляли путем экстракции водно-спиртовым раствором (50% об.) в ходе кипячения на водяной бане в течение 40 минут. Полученные экстракты фильтровали и хранили при температуре не выше +5 °С.

Тест-объектом служили фаги бактерий *Escherichia coli*, а именно бактериофаг Т4, обладающий литическим циклом развития [3].

Оценку противофаговой активности экстракта из корневищ папоротника проводили методом агаровых слоев. Экспозиция экстракта с бактериофагом длилась 30 минут, о наличии противофаговых свойств судили по снижению количества БОЕ в сравнении с контрольным образцом (без добавления экстракта).

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Противофаговая активность экстракта папоротника

| Разведение фаголизата | Число образовавшихся бляшек | Усредненные значения титра фаголизата, БОЕ/мл |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| <i>Корень папоротника</i> | | |
| 10^{-2} | 107 | $4,7 \cdot 10^5$ |
| | 110 | |
| <i>Контроль</i> | | |
| 10^{-6} | 393 | $1,3 \cdot 10^{10}$ |
| 10^{-7} | 31 | |

Как видно из таблицы 1 экстракт корневищ папоротника (*Dryopteris filix mas* (L.) Schot) обладает противофаговой активностью по отношению к *Enterobacteriophage T4*, о чем свидетельствует снижение титра фаголизата более чем на 4 порядка.

Таким образом, использование экстракта *Dryopteris filix mas* (L.) Schot в качестве натуральной добавки к моющим и антисептическим средствам, может способствовать снижению развития фаголизиса на предприятиях биотехнологического профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1 Турова А.Д., Сапожников Э.Н. Лекарственные растения и их применение / А.Д. Турова, Э.Н. Сапожников. – 4-е изд. – М.: Медицина, 1984 – 304с.

2 Уломский Е.Н., Русинов В.Л., Чупахин О.Н. Противовирусные органические соединения: учеб. пособие / Е.Н. Уломский, В.Л. Русинов, О.Н. Чупахин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 92с.

3 Давыденко Ю.О., Фоменко Н.Г. Бактериофаг T4 как модельный объект в современной молекулярной биологии / Ю.О. Давыденко, Н.Г. Фоменко // Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум 2014»: материалы конф., Волгоград, 15 февраля - 31 марта 2014 г – Москва: Мин. обр. и науки РФ, 2014. – 186 с.

Студ. В.В. Ковалёва
Науч. рук. ассист. Д.С. Сергиевич
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

ВЫДЕЛЕНИЕ СТЕРИНОВ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ ИЗ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Повышенный интерес к дрожжам связан с их метаболизмом, который позволяет получить ценные питательные вещества. Дрожжи используются в промышленном получении эргостерина, так как отличаются высоким содержанием стеринов в биомассе. Направленный синтез и выделение определенных компонентов из биомассы является главной задачей биотехнологии. Ее решение позволяет удешевить процесс, заменив химический синтез сложных структур на микробиологический способ. Последний имеет ряд преимуществ: более высокую скорость и селективность образования стероидных соединений, использование дешевого субстрата, отсутствие влияния окружающей среды.

Цель работы: выявление природных штаммов дрожжей, обладающих способностью к синтезу стероидных соединений.

В ходе исследования выделено из окружающей среды и идентифицировано до рода 11 изолятов дрожжей, обладающих ценной комбинацией свойств: способность активно сбраживать различные углеводы, расти при высоком осмотическом давлении, неприхотливость к составу питательной среды, устойчивость к уксусной кислоте.

Исходя из совокупности свойств, отобрано 4 перспективных изолята дрожжей, потенциальных продуцентов стероидов, идентифицированных как: *Saccharomyces sp.*, *Wickerhamiella sp.*, *Zygosaccharomyces sp.*, *Citeromyces sp.* Далее дрожжи использовали для выделения из клеток стероидов [1].

Стероидные соединения широко распространены в природе. Представляют собой нейтральные, устойчивые вещества, отличающиеся химическими и физиологическими свойствами. Которые зависят от наличия и расположения сопряженных связей в боковой цепи и в кольцевой системе, также играет роль пространственная изомерия.

Известно, что многие дрожжевые культуры способны накапливать стероидные соединения от 0,1 до 8,0% [2]. Можно выделить некоторые ключевые факторы, наиболее существенными являются: наличие высокого количества углеводов в среде, синтез стеринов строго аэробный процесс. Большую роль играет соотношение источников углерода и азота в питательной среде, накопление продуктов

метаболизма (этанола). А также выявлено, что в зрелой клетке наиболее активен синтез эргостерина [3].

Для определения способности выделенных изолятов дрожжей к синтезу стероидных соединений, нами получены жидкие экстракты из биомассы, полученной путем культивирования на селективной питательной среде.

Экстракцию стеринов из клеток проводили раствором едкого калия в этиловом спирте ~ 40%, это обусловлено тем, что клеточная стенка дрожжей весьма устойчива к механическому и мягкому химическому воздействию. Для очистки стеринов и перевода в раствор использовали гексан. Анализ наличия стероидов в экстрактах провели методом тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Метод ТСХ включает в себя следующие этапы: нанесение исследуемой пробы; хроматографирование (с помощью подвижной фазы); расшифровка хроматограмме (определение R_f).

В качестве подвижной фазы использовали смесь: хлороформ:ацетон:этанол:аммиачная вода (20:30:3:1). Выявление хроматографических зон проводили в УФ-свете, а также проявляли в парах йода.

В результате исследования методом ТСХ установлено наличие стеринов в экстракте дрожжей рода *Saccharomyces sp.*, источник выделения которого забродившая клубника. Данный изолят дрожжей способен ассимилировать мальтозу, глюкозу, галактозу, лимонную кислоту. Дает интенсивный рост на средах с 50% глюкозы, с повышенной концентрацией NaCl (10%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалёва, В. В. Выделение и идентификация дрожжей, перспективных для применения в биотехнологических производствах / В. В. Ковалёва // Наука - шаг в будущее: тезисы докладов XVI студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, Минск, 30 ноября – 1 декабря 2022 г. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 66.
2. Blaga, A. C., Cibanu, C., Cascaval, D., Galaction, A. Enhancement of ergosterol production by *Saccharomyces cerevisiae* // Biotechnol. Appl. Biochem. – 1994. – V. 20 (Pt 2). – P. 173-183.
3. He, X., Huai, W., Tie, C., Liu Y., Zhang, B. Breeding of high ergosterol-producing yeast strains // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. – 25 (2000). – P. 39-44.

СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ПОЧВЕННЫХ АКТИНОБАКТЕРИЙ – ПРОДУЦЕНТОВ АНТИМИКРОБНЫХ ВЕЩЕСТВ

В окружающей среде обитает множество микроорганизмов, между которыми чаще всего складываются антагонистические взаимоотношения. В ходе антагонизма один из участников получает селективное преимущество в борьбе за выживание за счет продукции антибиотических веществ, высоких ростовых или адаптационных возможностей.

Антибиотики – вещества, продуцируемые микроорганизмами (часто актиномицетами), высшими растениями или синтезированные искусственно, способные избирательно подавлять развитие конкурентных микроорганизмов. Микроорганизмы-продуценты антибиотических веществ широко распространены в почве.

Сегодня антибиотики – препараты, составляющие обширную группу лекарств, которые проявляют активность при бактериальных и при некоторых грибковых заболеваниях.

Цель работы – создание коллекции почвенных актинобактерий – продуцентов антимикробных веществ.

Выделение почвенных актиномицетов осуществляли в ходе реализации одного из 4 подходов. Первый метод – высев почвенной суспензии на плотную питательную среду. Второй метод – создание селективных условий путем добавления хлортетрациклина либо хлорамфеникола с последующим высевом на плотную питательную среду. Третий метод – воздействие высокой температуры; четвертый – воздействие ультрафиолетового излучения.

Пробы почвы отбирали случайным образом из различных регионов страны. В ходе высевок получено всего 44 изолята актиномицетов.

В результате изучения морфофизиологических особенностей, изоляты предварительно идентифицировали согласно [1], как представителей родов: *Streptomyces*, *Nocardia*, *Rhodococcus*.

Перед определением антагонистической активности у используемых тест-культур *E. coli* и *St. aureus* установили наличие резистентности к шести антибиотикам (тетрациклин, канамицин, стрептомицин, рифампицин, эритромицин, полимиксин). Оказалось, что тест-

бактерии чувствительны к стрептомицину, канамицину и полимиксину.

Далее изоляты актиномицетов подвергли проверке на наличие антагонизма к *E. coli* и *St. aureus* суспензионным методом. В таблицах 1 и 2 представлены результаты выявления антагонистических свойств.

Таблица 1 – Антагонистические свойства выделенных актиномицетов по отношению к *E. coli* при экспозиции в течении 16 часов

| Штамм актиномицета | Концентрация жизнеспособных клеток кишечной палочки в контроле, КОЕ/мл | Концентрация жизнеспособных клеток <i>E. coli</i> при экспозиции, КОЕ/мл |
|--------------------|--|--|
| С25 | $1,6 \cdot 10^8$ | $4,7 \cdot 10^7$ |
| С3Т | $1,1 \cdot 10^8$ | $7,0 \cdot 10^6$ |
| К6Т | $1,1 \cdot 10^8$ | $4,9 \cdot 10^7$ |
| ВЯЗ | $1,1 \cdot 10^8$ | $4,7 \cdot 10^7$ |

Исходя из данных таблицы 1, уменьшение концентрации жизнеспособных клеток на один порядок в сравнении с контрольным образцом *E. coli* в ходе экспозиции с культуральной жидкостью штаммов К6Т, С25 и ВЯЗ говорит о слабом проявлении антагонизма. Наибольший интерес представляют бактерии штамма С3Т, т.к. их культуральная жидкость приводит к снижению концентрации клеток *E. coli* на 2 порядка по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Антагонистические свойства исследуемых бактерий по отношению к *St. aureus* при экспозиции в течении 16 часов

| Штамм актиномицета | Концентрация жизнеспособных клеток <i>St. aureus</i> , КОЕ/мл | Концентрация жизнеспособных клеток <i>St. aureus</i> при экспозиции, КОЕ/мл |
|--------------------|---|---|
| Л6 | $1,7 \cdot 10^8$ | $9,0 \cdot 10^6$ |

Как видно из таблицы 2, антагонистическими свойствами по отношению к *St. aureus* обладают бактерии штамма Л6.

Таким образом, некоторые из проверенных штаммов проявили антагонистическое действие по отношению к одному из представителей тест-бактерий. Весьма вероятно, что продуцируемые вещества имеют избирательное действие, зависящее от строения клеточной стенки

ЛИТЕРАТУРА

1 Определитель бактерий Берлжи. В 2-х т. Т. 1: пер. с англ. / под. ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. – М.: Мир, 1997. – 432 с.

УДК 665.584.263

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

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ПОМАДЫ

В настоящее время помады бывают различные по составу, упаковке форме и назначению.

Гигиеническая помада используется чаще в осенне-зимний период и выполняет функцию защиты кожи губ от воздействия внешних факторов, а также помогает избавиться от сухости и трещин на губах. Гигиеническая помада, как и любой другой продукт, имеет достоинства и недостатки.

К достоинствам можно отнести ее широкую потребительскую базу, ведь она подходит как для детей, так и для взрослых. Любая гигиеническая помада способствует заживлению ранок; питает и смягчает кожу губ; предотвращает появление сухости и шелушение кожи. В состав гигиенической помады входят натуральные питательные масла, растительные экстракты, эфирные масла и комплекс витаминов. Все эти компоненты призваны питать, увлажнять и защищать нежную кожу губ.

К недостаткам гигиенической помады можно отнести не стойкость пигмента. Цвет пропадает после отшелушивания омертвевших клеток. Еще одним минусом некоторых гигиенических помад является вред, который она может нанести губам, так как часто в состав некачественных гигиенических помад входят вещества, получаемые в процессе нефтепереработки.

Они очень вредны для губ и организма в целом. Особенно, если учесть тот факт, что помадой будут пользоваться часто. Также при постоянном использовании и применении не по назначению помада может привести к обратному эффекту (сухость губ).

В настоящее время на кафедре биотехнологии проводятся исследования, результатом, которых станет разработка линейки натуральной, полезной и бюджетной косметики на основе растительного сырья Республики Беларусь. Например, разрабатываемая гигиеническая помада, в качестве основы содержит натуральный пчелиный воск; в качестве базовых питательных масел используются масла зародышей пшеницы, кокосовое масло и масло винограда; в качестве эфирных масел применяются эфирные масла лаванды, мяты, ели и розы; в качестве витаминного комплекса – витамины А и Е.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ УЗБЕКИСТАНА И БЕЛАРУСИ

В настоящее время в виду социальной значимости фармацевтической промышленности Правительства Беларуси и Узбекистана уделяют серьезное внимание развитию этой отрасли. Кроме того, ранее достаточно большая доля на фармацевтическом рынке наших стран принадлежала зарубежным производителям, которые поставляли дешевые субстанции, зачастую не лучшего качества. По этой причине уделялось огромное внимание решению данной проблемы: направленные научные исследования и полученные в ходе их разработки, привели к созданию новых эффективных препаратов и, как следствие, к вытеснению низкокачественных фармацевтических товаров иностранного производства с рынков наших стран.

По данным Всемирной организации здравоохранения 60 % лекарственных средств, используемых в современной медицине, готовятся и производятся на основании лекарственного растительного сырья.

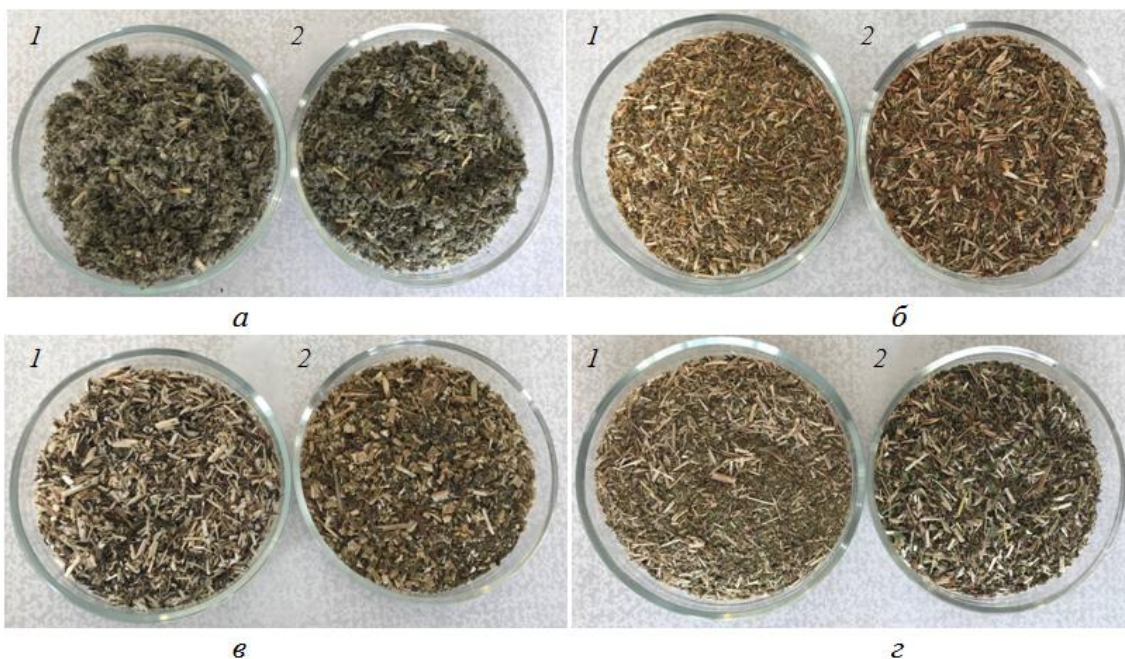
На сегодняшний день в Узбекистане разрешено использовать в медицине 112 видов лекарственных растений. Около 80% из них являются естественно растущими растениями, однако в последние годы все чаще появляются большие площади искусственных плантаций.

В соответствии с Государственным реестром лекарственных средств Республики Беларусь на рынке Беларуси представлено более 200 наименований лекарственного растительного сырья и сборов из него. Фитопрепараты представляют около 40% ассортимента лекарственных средств.

Для оценки фармакогностических показателей растительного сырья двух стран было выбрано несколько видов сырья (зверобой (*Hypericum*), душица (*Origanum*), череда трехраздельная (*Bidens tripartita*), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*)), произрастающего на территориях обеих стран.

Сырье было приобретено в аптечных сетях Республики Беларусь и Республики Узбекистан.

На рисунке 1 представлено растительное сырье, выбранное для изучения и проведения сравнительного анализа.



1 – Узбекистан (UZ), 2 – Беларусь (BY);
 а – шалфей, б – зверобой, в – череда, г – душица
 Рисунок 1 – Растительное сырье, взятое для исследования

Проведя визуальный анализ растительного сырья двух стран можно сделать вывод, что оно достаточно сильно отличается. Отличия заключались: во-первых, в размере частиц измельченного растительного сырья (рисунки 2 и 3, на примере зверобоя), во-вторых в органолептических показателях (таблица).

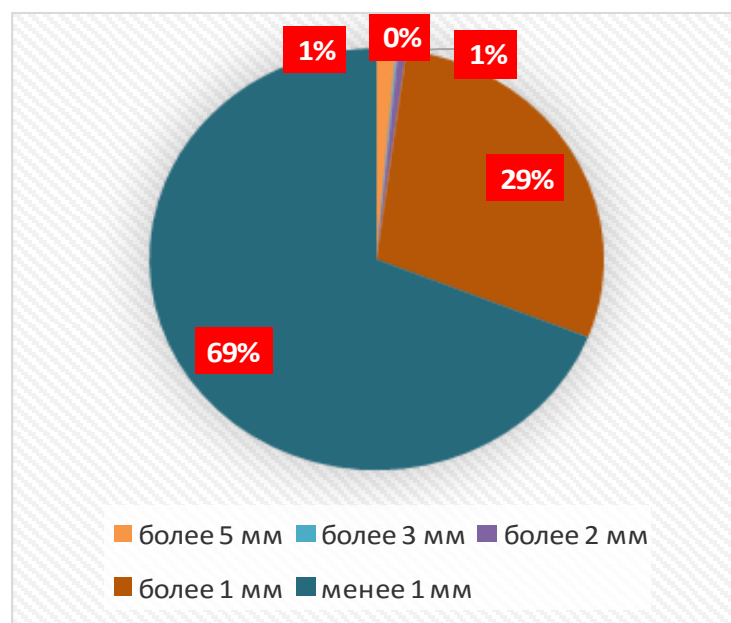


Рисунок 2 – Фракционный состав травы зверобоя (растительное сырье UZ)

Таблица – Результаты органолептического анализа растительного сырья

| Показатель | Шалфей | | Зверобой | | Черёда | | Душица | |
|------------|--------|----|----------|----|--------|----|--------|----|
| | UZ | BY | UZ | BY | UZ | BY | UZ | BY |
| Запах | - | + | + | - | - | + | + | - |
| Цвет | + | + | - | + | - | + | - | + |

Примечание – «+» – показатель более интенсивный в сравниваемых образцах

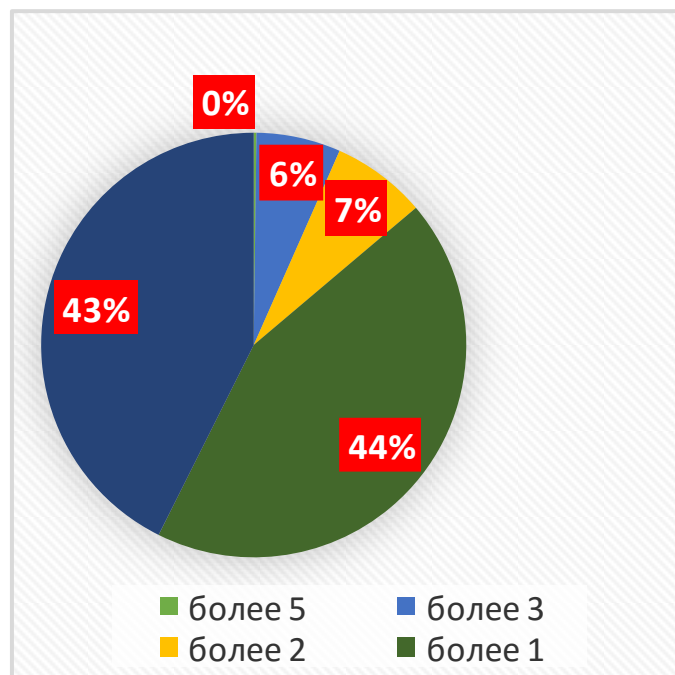


Рисунок 2 – Фракционный состав травы зверобоя (растительное сырье ВУ)

Как видно из данных представленных выше, растительное сырье, собранное в разных регионах, по органолептическим показателям достаточно сильно отличается.

Поэтому необходимо провести дополнительные фармакогностические исследования сырья, чтобы определить содержание в нем БАВ.

РАЗНОВИДНОСТИ ОЧИТКА (*SEDUM*)

Семейство толстянковых состоит из 39 родов и более полутора тысяч видов двудольных растений, которые распространены на территории обоих полушарий.

Значительная часть представителей семейства относится к суккулентам. Некоторые виды толстянковых популярны как в садовой, так и в комнатной культуре.

Очиток (Седум) – один из самых популярных представителей данного семейства растений. Седум, в зависимости от вида, имеет различную высоту, форму, окраску листьев, цветов и обычно создает низкие ковры, но некоторые виды достигают высоты побегов – 80 см.

По форме очитки классифицируют на стелющиеся (почвопокровные) и высокорослые. Однако существуют дополнительные классификации седумов: неприхотливые, редкие, теплолюбивые и др.

Характеристика стелющихся (почвопокровных) очитков. К данному виду относятся лежащие растения высотой до 30 см. Распластанные стебли почвопокровных очитков очень быстро формируют плотный ковер, пуская дополнительные корни на стелящихся побегах.

Большинство седумов этой группы является вечнозелеными растениями, хорошо выдерживающими тяжелые климатические условия средней полосы. К данному виду относят: очиток анакамперос (*Sedum anacampseros*), очиток васильковый (*Sedum cyaneum*), очиток гибридный (*Sedum hybridum*), очиток густолистный (*Sedum dasyphyllum*), очиток камчатский (*Sedum kamtschaticum*) и др. [1, 2].

Большое количество видов стелющихся очитков является декоративными растениями, которые используют для украшения ландшафта. В народной медицине используется только очиток едкий (*Sedum acre*), который является ядовитым лекарственным растением.

Характеристика высокорослых очитков. Высокослые очитки – самый распространенный вид, высота которого достигает 70 см и более. К данному виду относят: очиток обыкновенный или большой (*Sedum maximum*), очиток живучий (*Sedum aizoon*), очиток видный (*Sedum spectabile*) и др. [2, 3].

Наибольший интерес вызывает очиток большой (*Sedum maximum*, рисунок), который широко используют в народной медицине. Данный вид обладает противовоспалительными, общетонизирующими, ранозаживляющими, болеутоляющими, восстанавливающими,

слабительными, антисептическими и сосудорасширяющими свойствами.

Растение имеет богатый состав биологически активных веществ: алкалоиды, сапонины, флавоноиды, кумарины, дубильные вещества, витамины группы В, аскорбиновая кислота, провитамин А, органические кислоты, слизи, а также макро- и микроэлементы [4].



Рисунок – Очиток большой

Поэтому для дальнейшей работы выбран очиток большой (*Sedum taxitum*, рис.), который в настоящее время используется для разработки изделий медицинского назначения, а именно ректальных суппозиторий, геля для наружного применения и многофункционального лиофилизированного сока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Очиток сорта и виды – лучшие разновидности для сада [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosvetam.ru/>. – Дата доступа: 03.03.2023.
2. Шауло, Н. Д. Биологические особенности некоторых видов *Sedum* L. в условиях резко континентального климата / Н. Д. Шауло, О. Ю. Васильева // Научные ведомости. – 2006. – № 3 (23), вып. 4. – С. 87–91.
3. Виды садовых очитков – фото, названия и популярные сорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ogorod.ru/ru/outdoor/perennial/10709/Vidy-sadovych-ochitkov.htm>. – Дата доступа: 03.03.2023.
4. Очиток: полезные свойства противопоказания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://polzavred-edi.ru/ochitok-poleznye-svoystva-i-protivopokazaniya/?ysclid=18yv7ox2p2785034320#ochitok-v-narodnoj-meditsine>. – Дата доступа: 03.03.2023.

ВАЖНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Повышение устойчивости агропродовольственного сектора имеет решающее значение для достижения целей Европейского зеленого соглашения (EGD). Данный сектор в настоящее время значительно изменяется вместе с меняющимся техническим регулированием, выбором потребителей, подходами к ведению сельского хозяйства, бизнес-моделями в производстве продуктов питания. В этой связи Европейский центр по развитию профессионального образования (Cedefop) провел и опубликовал результаты прогнозного исследования, в котором рассматриваются профессии и навыки, необходимые для более устойчивого агропродовольственного сектора, а также роль, которую профессионально-техническое образование и обучение могут сыграть в его поддержке. Целесообразно рассмотреть основные положения данного исследования и представить рекомендации относительно возможного направления действий в Республике Беларусь.

В публикации изложены аспекты, являющиеся важными для использования полного потенциала профессионального образования в удовлетворении будущих потребностей в навыках в агропищевом секторе. Следует отметить основные выводы данного исследования.

1. Упор на устойчивое развитие, маркетинг, «мягкие» навыки и энергетический менеджмент. По мере того, как политика и практика переходят к подходу, ориентированному на устойчивое развитие, навыки предпринимательства и маркетинга будут становиться всё более важными. Это можно интерпретировать как тенденцию к более устойчивому производству продуктов питания, распространяющуюся на бизнес-модели и организацию труда. Для более устойчивого производства продуктов питания (например, с использованием новых источников белка) потребуются новые бизнес-предприятия. Маркетинговые и коммуникационные навыки будут необходимы для продвижения новых продуктов питания и просвещения населения об их пользе для окружающей среды и здоровья. Фокус на управлении энергией поможет агропродовольственному производству снизить потребление ресурсов и энергии и уменьшить углеродный след.

2. Устойчивость систем профессионального образования. Международный кризис подчёркивает важность способности агро-

продовольственного сектора реагировать на потрясения и сбои. Системы профессионального образования должны быть устойчивыми и иметь встроенный потенциал для быстрой адаптации при изменении потребностей в навыках. Кризис также ставит в центр внимания индивидуальную устойчивость и ту роль, которую профессиональное образование может играть в предоставлении людям навыков, позволяющих быстро адаптироваться к меняющимся потребностям рынка труда и квалификации.

3. Повышение привлекательности рабочих мест в агропродовольственном секторе. Несмотря на прогнозируемую долгосрочную тенденцию снижения занятости в сельском хозяйстве, можно ожидать значительного спроса на замещение, учитывая старение рабочей силы. Это приведёт к появлению большого количества новых вакансий до 2030 года. Повышение осведомлённости должно дополнять усилия по повышению доступности, актуальности и гибкости профессионального образования, чтобы привлекать людей для работы в сельском хозяйстве и агропродовольственном секторе в целом.

4. Преимущества модульного обучения для удовлетворения потребностей в навыках. Модульные учебные курсы дают компаниям агропродовольственного сектора и их сотрудникам возможность гибко удовлетворять конкретные потребности в навыках. Микрокредиты могут стать движущей силой перемен, поскольку они способствуют прохождению обучения.

5. Содействие комплексному управлению навыками. Совместный подход к управлению спросом и предложением профессиональных навыков повышает способность профессионального образования удовлетворять потребности работодателей агропищевой промышленности и их сотрудников. Как и в других секторах, партнёрство позволяет экосистемам навыков легче и быстрее реагировать на возникающие потребности в навыках. Наряду с национальными органами власти, региональные/местные заинтересованные стороны должны активно участвовать в разработке программ и учебных планов, чтобы обеспечить соответствие профессионального образования их потребностям. В некоторых случаях может потребоваться наращивание потенциала, чтобы помочь заинтересованным сторонам, сформировать и использовать такие партнёрские отношения.

Таким образом, необходимо обеспечить своевременное реформирование профессионального образования в Беларуси, чтобы нехватка квалифицированных кадров не сдерживала развитие агропищевоего сектора.

УМНАЯ УПАКОВКА – ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Современная упаковка является обязательным компонентом развитого общества потребления. Она способствует разработке высококачественных изделий, рационализации их производства и распределения, облегчает маркетинговую деятельность и осуществление логистических операций, обеспечивает конкурентоспособность продукции.

Согласно данным FAO/ВОЗ использование надлежащей упаковки способствует предотвращению потерь всех видов ресурсов, необходимых для ее производства, таких как вода, почва, энергия и др., снижению числа отходов и нагрузки на окружающую среду, сохранению имущества и капитала. К числу такой упаковки относят инновационные виды: умную, интеллектуальную и активную упаковку, которые постепенно входят в обиход современного человека.

Рынок умной упаковки оценивался в 38,16 млрд. долларов США в 2020 г. и достигнет 48,72 млрд. долларов США к 2026 г., зафиксировав среднегодовой темп роста в 4,2 % в течение прогнозируемого периода 2021–2026 гг.

Впервые термин «умная упаковка» вошёл в понятийный обиход в начале 90-х гг. XX в. в научной литературе США. Под ним подразумевались этикетки со встроенными чипами, позволяющие предотвращение хищений в магазинах с открытым доступом к товарам, а также совершенствование технологических и организационных решений по внутрикорпоративной логистике.

Сейчас под этими терминами понимают:

1) активная упаковка – это внесение некоторых добавок в упаковочные системы с целью поддержания или улучшения качества продукции и увеличения срока годности;

2) интеллектуальная упаковка – это система упаковки, которая способна выполнять интеллектуальные функции, такие как зондирование, выявление, розыск, запись, для облегчения принятия решений о продлении срока годности, повышении качества, повышении безопасности, обеспечении информации и предупреждения о потенциальных проблемах;

3) умная упаковка – это та, которая обладает возможностями как интеллектуальной, так и активной. Она обеспечивает общее решение упаковки, с одной стороны контролирует изменения в самом продукте

или окружающей среде (интеллектуальная), а с другой стороны действует на эти изменения (активная).

Наиболее известными видами «умных упаковок» являются:

- электронные дисплеи;
- химически активные дисплеи;
- сенсоры;
- индикаторы микробного роста;
- индикаторы механических ударов;
- индикаторы зрелости продукта;
- индикаторы, отображающие температурные и временные границы хранения.

Активную упаковку производят, введением специальных веществ в состав самой пленки или помещают вещества в первичную упаковку, что обеспечивает увеличение срока годности продукта. Для того чтобы продлить срок годности продукта, в активной упаковке используют добавки: адсорбенты углекислого газа, кислорода; поглотители влаги, этилена, запахов; антиоксиданты.

Сейчас производители парфюмерно-косметологических и моющих средств больше отдают предпочтение биоразлагаемой упаковке с элементами умной упаковки, например, применяют интеллектуальные краски, изменяющие цвет при температурном воздействии или состава среды. Умная упаковка нашла своё применение и в медицине: упаковка контролирует процесс приема лекарств, когда необходимо придерживаться предписанного графика приема, так как нарушение и/или изменение графика может усугубить ситуацию или спровоцировать приступ.

Умная упаковка нашла широкое применение для производства пищевых продуктов: содержит встроенный индикатор, свидетельствующий об изменении свойств (кислотности, рН среды) продукта, технологические конструкции, сенсоры и др.

Одним ограничивающим аспектом применения умной упаковки является её рециркуляция и формирование экономики закрытого цикла, включая дополнительные отходы, образующиеся при запуске оборудования для производства упаковки, её утилизации или переработке.

Однако умная упаковка позволяет повысить качество и безопасность пищевых, парфюмерно-косметических продуктов, лекарственных препаратов и др., продлить сроки годности, повысить потребительские свойства, обеспечить прослеживаемость и надлежащее управление продукцией и сырьем.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С ДОБАВЛЕНИЕМ БЕТАНИНА

Бетанин обладает антиоксидантными, противораковыми и антимикробными свойствами, гипогликемическими, гиполипидемическими свойствами, усиливает дыхательные процессы, улучшает работу печени [1]. Учитывая вышесказанное, актуальным представляется использование данного натурального красителя при производстве косметической продукции для расширения ее ассортимента. Установить соответствие опытных образцов косметической продукции с добавлением бетанина требованиям ТНПА и было целью данной работы.

Объекты исследования – образцы продукции с различным содержанием концентрированного свекольного сока как источника бетанина: гель гигиенический – 0,25, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 5,0, 10,0, 15,0, 20,0 и 25,0 %; крем косметический – 1,0, 3,0, 5,0, 10,0 и 20,0 %. Предмет исследования – органолептические и физико-химические характеристики продукции, нормируемые в ГОСТ 31696–2012 и ГОСТ 31460–2012 для гелей гигиенических и кремов косметических соответственно. На первом этапе исследования провели опрос потенциальных потребителей (группа лиц возрастной категории 19–21 лет) по установлению цветовых предпочтений в отношении готовой продукции. На втором этапе в выбранных образцах геля гигиенического с содержанием концентрированного свекольного сока – 0,5, 1,0 и 5,0 %, и крема косметического – 1,0 и 20,0 %, определяли органолептические (внешний вид, запах, кроющая способность и текстура) и физико-химические (рН, термоустойчивость – для крема косметического, устойчивость пены – для геля гигиенического) характеристики. Органолептическая оценка производилась группой испытателей, отобранных в соответствии с ГОСТ ISO 8586–2015. В ходе проведенных экспериментальных исследований подтверждено соответствие опытных образцов установленным требованиям. Полученные результаты будут использованы при разработке рецептур косметической продукции с добавлением натурального красителя.

ЛИТЕРАТУРА

1 Свойства и применение природных беталаиновых красителей / Ю. В. Устинова и [др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ. – 2021. – № 4. – С. 72–79.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Качество тканей характеризуется совокупностью свойств, обуславливающих их пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Свойства зависят от процентного содержания компонентов волокон ткани, содержание которых должно контролироваться.

Метод количественного определения состава текстильных изделий установлен в ГОСТ ISO 1833-2011. Стандарт состоит из нескольких частей и устанавливает методы определения количественного химического анализа смеси различных волокон: полиамидных и некоторых других волокон (ГОСТ ISO 1833-7-2011), смеси целлюлозного и полиэфирного волокон (ГОСТ ISO 1833-11-2011), смеси акрилового, модифицированных акриловых, эластановых, поливинилхлоридных волокон и некоторых других волокон (ГОСТ ISO 1833-12-2011).

Методы состоят в растворении волокон в различных реактивах: водном растворе муравьиной кислоты, 75% серной кислоте, диметилформамиде. Нерастворимый осадок собирают, промывают, сушат и взвешивают. Процентное содержание волокон определяется по разности массы образца и массы нерастворимого остатка. В соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025 лаборатория должна оценивать точность результатов измерений неопределенностью.

Цель работы – оценить неопределенность количественного химического анализа волокон по ГОСТ ISO 1833-2011 (ч.7, 11, 12).

Для оценки неопределённости используют два основных подхода: “моделирования” и “эмпирический”. Метод моделирования основан на модели, связывающей измеряемую с влияющими величинами и определении вклада каждой величины в неопределённость.

Моделью результата количественного определения состава волокон является формула, по которой рассчитывается результат. Влияющими величинами являются: масса сухого образца, масса сухого остатка, поправочный коэффициент изменения массы нерастворимого компонента в реактиве и сходимости результатов.

В соответствии с моделью были оценены стандартные неопределённости всех входных величин и стандартная суммарная неопределенность с учётом весовых коэффициентов. Полученные значения расширенной неопределенности приведены в таблице 1.

Таблица 1– Расширенная неопределенность измерений

| Вид ткани | ГОСТ | U, % отн, при $P=0,95$ и $k=2$ |
|-----------------|--------------|--------------------------------|
| хлопок/полиамид | 1833-7-2011 | 0,581 |
| хлопок/полиэфир | 1833-11-2011 | 0,504 |
| вискоза/акрил | 1833-12-2011 | 0,654 |

В соответствии с международными рекомендациями по оценке неопределённости для учёта полноты всех влияющих факторов необходимо использовать несколько методов оценки неопределённости.

Тем более, что некоторые факторы, влияющие на точность измерений, такие как: концентрация кислот, время разрушения в кислой среде, подготовка пробы, не были учтены в модели.

Для оценки неопределенности эмпирическим методом были использованы показатели точности, полученные при проведении внутрिलाбораторного эксперимента. Были определены стандартные отклонения повторяемости S_r и внутрिलाбораторной воспроизводимости S_R , а также лабораторное смещение по разности измеренного значения количественного химического анализа по ГОСТ ISO 1833-2011 и значения, полученного с использованием метода роспуска проб по СТБ 2447-2016.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели точности измерений

| Вид ткани | ГОСТ | \bar{P} , % | S_r , % | S_r , % отн | S_R , % | S_R , % %отн | $\bar{\Delta}$, % | U, % отн | \bar{U} , % отн |
|---------------------|---------|---------------|-----------|------------------|-----------|-------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| хлопок/ полиамид | 1833-7 | 70,65 | 0,094 | 0,133 | 0,096 | 0,136 | -0,090 | 0,427 | 0,429 |
| | | 85,56 | 0,059 | 0,068 | 0,059 | 0,069 | 0,065 | 0,233 | |
| | | 57,64 | 0,110 | 0,191 | 0,111 | 0,193 | 0,080 | 0,626 | |
| хлопок/ полиэфир | 1833-11 | 29,67 | 0,056 | 0,191 | 0,057 | 0,193 | -0,038 | 0,553 | 0,530 |
| | | 44,26 | 0,094 | 0,212 | 0,095 | 0,215 | -0,079 | 0,652 | |
| | | 69,25 | 0,082 | 0,118 | 0,082 | 0,118 | 0,080 | 0,385 | |
| вискоза/ акрил | 1833-12 | 27,24 | 0,094 | 0,347 | 0,083 | 0,306 | -0,029 | 0,853 | 0,919 |
| | | 61,96 | 0,126 | 0,204 | 0,126 | 0,204 | -0,051 | 0,634 | |
| | | 9,65 | 0,048 | 0,493 | 0,047 | 0,492 | 0,024 | 1,270 | |

Стандартная неопределенность с использованием показателей точности была рассчитана как корень квадратный из суммы квадратов: стандартного отклонение внутрिलाбораторной воспроизводимости; среднего смещения; неопределенности метода, используемого для оценки смещения (СТБ 2447-2016) и стандартного отклонения при оценке смещения.

Как видно из представленных результатов, расширенная неопределенность, полученная двумя методами, приблизительно равна (различия статистически незначимы по критерию Фишера), что свидетельствует о достоверности полученных оценок неопределенности.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

Гомогенизация молока – процесс дробления жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий, осуществляемая с целью исключения отстаивания жира с образованием слоя сливок. Скорость всплывания жирового шарика в условиях естественного отстоя зависит от его радиуса в квадрате, что указывает на возможность предотвращения отстоя за счет уменьшения радиуса, что и достигается гомогенизацией.

Степень дробления жировых шариков зависит от давления и температуры, которые характеризуют режим гомогенизации. Кроме того, на эффективность гомогенизации влияют свойства продукта и его состав: содержание сухих веществ и жира, кислотность, плотность, вязкость. В связи с этим, необходимо осуществлять контроль эффективности гомогенизации. В гомогенизированном молоке диаметр жировых шариков не должен превышать 2 мкм.

Эффективность гомогенизации определяют по отстаиванию жира, методом центрифугирования, микроскопии, по изменению оптической плотности и др. Повышение дисперсности молочного жира приводит к получению более однородной, гомогенной и устойчивой системы, что положительно сказывается на качестве готовых продуктов.

Цель исследования – определение степени гомогенизации молока по диаметру жировых шариков с использованием оптических методов. Были использованы следующие методы: лазерной дифракции, турбидиметрии и микроскопии.

Метод лазерной дифракции позволяет на основании применимой модели светорассеяния получить информацию о распределении частиц по размеру путем измерения интенсивности светорассеяния и определения ее зависимости от угла рассеяния, длины волны и поляризации света. Это абсолютный метод, не требующий калибровки. Лазерная дифракция обладает рядом преимуществ, включая простоту и быстроту измерений, высокую воспроизводимость и широкий динамический диапазон размеров, охватывающий почти пять порядков величины: от нанометров до миллиметров.

Измерения проводили на лазерном анализаторе 90 Plus Particle Siting Software Ver. 420 производства компании Brookhaven Instruments. Образцы молока различной жирности и разных производителей были приобретены в магазине. Были подобраны условия проведения

измерений. Молоко помимо жировых шариков содержит мицеллы казеина и агрегаты жир/белок, которые могут рассеивать свет. Для устранения их влияния на результаты измерений использовали различные реагенты: щелочь, этилендиаминтетрауксусную кислоту (трилон Б) и др. Для дезинтеграции жировых шариков необходимо также использовать эмульгатор [1]. В результате проведенных исследований был оптимизирован состав раствора реагентов, состоящий из этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б) и эмульгатора – твин 80. Кислотность была отрегулирована до pH 10 с помощью 0,1 м гидроксида натрия. Кроме того, были проведены исследования по оптимизации степени разбавления молока. Молоко разбавляли в 2, 25, 50, 100 и 500 раз. Разбавление необходимо для предотвращения многократного рассеяния света, что приводит к смещению результатов в сторону более низких значений. Оптимальные условия подготовки пробы: 2 мл молока смешивали с 2 мл раствора реагентов и разбавляли до 100 мл дистиллированной водой. В результате было получено распределение жировых шариков молока по размерам (дифференциальное и интегральное) и результаты эффективного диаметра жировых шариков, который для различных образцов составлял от 350 до 1200 нм.

Для определения размеров жировых шариков был использован также метод турбидиметрии. Он основан на измерении интенсивности света, прошедшего через дисперсную систему. Интенсивность падающего светового потока ослабляется вследствие его рассеяния частицами дисперсной системы. Для проведения турбидиметрических измерений использовали спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ и фотоколориметр КФК-3-01. Для расчета размеров частиц в дисперсной системе может быть использовано уравнение Рэлея, если размеры частиц не более 1/10 длины волны падающего света, или уравнение Геллера если размеры частиц более этой величины. По полученным результатам был рассчитан показатель степени длины волны в уравнении Геллера и рассмотрена возможность использования уравнения для определения диаметра жировых шариков.

Результаты диаметра жировых шариков, полученные двумя методами, сравнивали с результатами микроскопических исследований, которые хорошо согласуются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Measurement of homogenisation efficiency of milk by laser diffraction and centrifugation/ Eva Ransmark [and. etc] // International Dairy Journal. – September 2019. – V.96. – P. 93-97.

**РЕДУЦИРУЮЩИЕ САХАРА – КАК ВАЖНЕЙШИЙ
КРИТЕРИЙ ВЫБОРА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НА ЧИПСЫ**

Картофель является одним из важнейших продуктов питания. Это источник минералов, витаминов и аминокислот. В мире производится 376 875 686 тонн картофеля в год. Китай является крупнейшим производителем картофеля в мире с объемом производства 99 122 420 тонн в год, как не странно. А вот Беларусь занимает 11 место с объемом производства 5 985 810. Как известно, пищевая ценность картофеля обусловлена высоким содержанием в нем углеводов. В рационе населения Республики Беларусь картофель восполняет половину суточной потребности в углеводах, из которых большая часть приходится на крахмал. Картофель обладает высокой энергетической ценностью (на 100 г варёного картофеля приходится примерно 70 – 80 ккал и на 100 г жаренного во фритюре картофеля – примерно 276 ккал) [1], и по этому показателю занимает лидирующую позицию среди традиционных для нашей страны овощей.

Одним из востребованных направлений в переработке картофеля является производство чипсов. Однако далеко не любое сырье пригодно для этого. Одним из основных критериев, влияющих на выбор картофеля, является содержание редуцирующих сахаров.

Редуцирующие сахара – это сумма основных моносахаридов (глюкозы и фруктозы). Они определяют кулинарные, технологические и вкусовые качества картофеля, а также полуфабрикатов из него. Редуцирующие сахара прямо влияют на цвет готовой продукции и обуславливают сроки использования сортов в качестве сырья для переработки в течение всего периода хранения. Для переработки на хрустящие ломтики и картофель фри пригодны сорта, в клубнях которых содержание редуцирующих сахаров не превышает 0,2 – 0,5 %, для переработки на чипсы – не более 0,4 %. Это связано с тем, что в процессе обжаривания ломтиков картофеля в растительном сырье при высокой температуре редуцирующие сахара вступают в реакцию с аминокислотами. При этом образуются темноокрашенные меланоидины, что делает картофелепродукты непригодными к употреблению. Таким образом, между показателями цвета хрустящего картофеля и содержанием редуцирующих сахаров существует обратно пропорциональная зависимость: чем ниже уровень сахаров в клубнях, тем выше показатели цвета ломтиков хрустящего картофеля. Оценку картофеля на пригод-

ность к переработке на чипсы проводили исследователи из России, Китая, Мексики и др. стран. Так, например, в Пензенской государственной сельскохозяйственной академии изучали сорта картофеля разных групп спелости: раннеспелые – Леди Клэр, Бонус, Европрима; среднеспелые – Пироль, Верди, Кибиц; среднепоздний сорт Сатурн. Ученые пришли к заключению, что наилучшими сортами для производства чипсов являются Леди Клэр и Верди, содержание редуцирующих сахаров в которых было найдено 0,22 и 0,23 % соответственно [2]. В Китае из исследованных 74 широко культивируемых сортов картофеля, в качестве оптимальных для переработки на картофельные чипсы было отобрано 15 образцов, что соответствовало практическому применению [3].

Исследования в отношении картофеля сортов, произрастающих на территории Республики Беларусь, актуальны и имеют практическое значение ввиду приоритетности переработки местного сырья. Результаты исследований (по ГОСТ 8756.13) приведены в таблице.

Таблица – Результаты исследований картофеля разных сортов

| Название сорта | Вектор | Янка | Рагнеда | Юлия | Скарб |
|---------------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| № в Государственном реестре / год [4] | – | 2007121 2010 | 2008117 2011 | 2018219 2021 | 9431225 1997 |
| Массовая доля редуцирующих сахаров, % | 2,38 | 2,92 | 5,31 | 4,81 | 1,84 |

Было установлено, что картофель сортов Вектор, Янка, Рагнеда, Юлия и Скарб не могут быть рекомендованы к переработке на чипсы. Требуется дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. Кн. I: / Под ред. И. М. Скурихина и М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987.
2. Жеряков, Е. В. Оценка сортов картофеля на пригодность к переработке на чипсы / Е. В. Жеряков, Д. А. Климов // Молодой ученый. – 2014. – № 18 (77). – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/77/13364/> – Дата доступа: 20.03.2023.
3. Suitability evaluation of potato varieties used for chips processing // ResearchGate. – Mode of access: <https://www.researchgate.net/publication/290559689> – Date of access: 20.03.2023.
4. Бейня, В.А. Государственный реестр сортов / под ред. В.А. Бейня. – Мн: Госуд. инспекция по испыт. и охране сортов растений, 2021. – 279 с.

Студ. Н.В. Синькевич, А.Е. Кадушкина, А.В. Бельцова
Науч. рук. доц. А. Н. Никитенко
(кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, БГТУ)

МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

Мотивация персонала является одним из ключевых факторов, который может помочь организации достичь своих целей и улучшить общую производительность. Мотивированные сотрудники более продуктивны, увлечены и вовлечены в свою работу, что приводит к повышению удовлетворенности работой и снижению текучести кадров.

В настоящее время управление персоналом рассматривается как одно из направлений в системе управленческой деятельности, призванной не столько учесть имеющийся особенности работников, сколько создать внутриорганизационные процессы формирования кадрового потенциала, его развития вместе с совершенствованием организации, согласно выбранным целям и принципам корпоративной политики.

Согласно требованиям СТБ ISO 9001–2015, высшее руководство должно демонстрировать лидерство и приверженность по отношению к системе менеджмента качества (далее – СМК) посредством привлечения, направления и поддержания персонала, который вносит вклад в результативность СМК. Немаловажную роль в этой связи для достижения устойчивого успеха организации принадлежит наделенному полномочиями и мотивированному персоналу, так как повышает способность организации создавать и предоставлять ценность.

Мотивация – структурное образование, включающее в себя мотивы и ситуационные факторы (специфика деятельности, сложность задачи, особенности стиля управления персоналом, влияние других людей).

От человеческих ресурсов – навыков, умений, знаний персонала во многом зависит эффективность работы любой организации. Управление персоналом состоит в том, что работники, отвечающие предъявляемым требованиям, должны рассматриваться как ресурс, который необходимо привлечь, обеспечить его эффективную занятость, а также мотивировать его деятельность с тем, чтобы достичь поставленных целей.

К факторам, влияющим на мотивацию относят: физиологические, потребности в безопасности и уверенности в будущем, социальные, потребности в уважении и самовыживании.

В трудовой деятельности выделяют два класса мотивации: избегательная и достижительная. Избегательная мотивация – человек стремится избежать или минимизировать нежелательное для него воздействие (наказание). Достижительная мотивация – человек стремится достичь или максимизировать желательное для него воздействие. Выделяют следующие типы мотивации: инструментальный, профессиональный, патриотический, хозяйственный, люмпенизированный.

Среди способов мотивации выделяют: нематериальную и материальную мотивации. С точки зрения психологии мотивация является главным способом управления человеком. Зная «точки опоры» можно легко подковать к себе объект и манипулировать его работой, если его мотивация в пределах допустимой нормы.

Обеспечение точного анализа и визуального представления вариантов развития персонала организации возможно при имитационном моделировании, т.е. моделировании динамических (изменяющихся во времени) объектов, процессов и явлений.

Выделяют следующие модели мотивации труда персонала: японская, американская, французская, голландская, шведская, английская, немецкая и российская, которые развивались в зависимости от политики, культуры, сложившихся традиций государства в экономической и социальной сфере, а также от ориентированности организации в определенной сфере.

Выбор и реализация стратегии мотивации персонала организации ведет к повышению результативности и эффективности организации в целом, прибыльности бизнеса и снижению затрат, повышению результативности, и качества работы подразделений и каждого сотрудника. На основе вышеизложенного, следует отметить, что руководству компании необходимо выстроить грамотную систему мотивации, отвечающей заинтересованности не только работника, но и самого предприятия в достижении результатов деятельности.

Мотивация – это сложная и многомерная концепция, на которую влияют различные факторы, включая компенсацию и льготы, рабочая среда, стиль управления, характер труда и рабочий график. Работодателю необходимо учитывать эти факторы при разработке стратегий мотивации персонала и повышения эффективности СМК.

Устойчивый успех, может быть, достигнут посредством результативного управления организацией, через успешное мотивирование персонала, создание рабочей среды, обучения и соответствующего применения улучшений или инноваций.

ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА

Аналитический контроль – одна из областей применения дистиллированной воды. Как и к любой продукции, к дистиллированной воде предъявляются требования, установленные в ТНПА. В настоящее время в Республике Беларусь в дополнение к ГОСТ 6709–72 «Вода дистиллированная. Технические условия» действует ГОСТ ISO 3696 –2013 «Вода для лабораторного анализа. Технические условия и методы контроля».

Целью данной работы была оценка качества дистиллированной воды, полученной в учебных лабораториях БГТУ, и определение ее соответствия современным требованиям, предъявляемым к дистиллированной воде и воде лабораторной для анализа.

Объектами исследования служили пробы дистиллированной воды, полученные в учебных лабораториях БГТУ, при использовании дистилляторов различных типов:

- 1) кафедра биотехнологии, DES 26/11;
- 2) кафедра промышленной экологии, ДЭ-4-2;
- 3) кафедра физико-химических методов и обеспечения качества, ДЭ-4-2М;
- 4) кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, NAD 15;
- 5) кафедра химической переработки древесины, PR 39/111.

Исследования проводились в период с ноября 2022г. по февраль 2023г. Всего было исследовано 32 пробы воды с применением стандартных методов согласно ГОСТ 6709–72 и ГОСТ ISO 3696–2013.

Полученные результаты показали, что все пробы дистиллированной воды по показателям pH (5,5–6,4), остаток после выпаривания (3,6–4,0 мг/дм³) соответствовали требованиям ГОСТ 6709–72. Анализ результатов измерений таких характеристик, как удельная электрическая проводимость (0,07–0,09 мСм/м), оптическая плотность (0,006–0,008) и содержание окисляемого вещества (не более 0,08 мг/дм³), указывал на выполнение требований ГОСТ ISO 3696–2013 и возможность отнесения объектов исследования к воде лабораторной для анализа второй степени чистоты. Таким образом, в результате экспериментальных исследований было установлено, что все пробы воды дистиллированной, используемой в учебных лабораториях БГТУ, соответствуют требованиям действующих ТНПА.

УПАКОВКА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Сотни лет назад продукты питания в основном выращивались и производились на месте, поэтому в упаковке не было необходимости. Если нужно было перевезти еду, люди использовали контейнеры, сделанные из шкур животных, раковин и тыкв, а также корзины и сумки из травы, дерева и других гибких натуральных волокон. Позже стали использоваться ткани, керамика и изделия из дерева. В 1795 году появилась первая технология «консервирования», основанная кондитером Николасом Аппертом, который запечатывал приготовленную пищу в стеклянные контейнеры и кипятил их для обеспложивания. В 1810 году британский изобретатель Питер Дюран запатентовал метод консервирования с использованием олова вместо стекла. В 1817 году в Англии была произведена первая коммерческая картонная коробка, а в 1856 году – запатентована гофрированная бумага, и к началу 1900-х годов деревянные коробки и ящики были заменены гофрированной бумагой и картонными коробками. В 1890 году печенье было первым продуктом, который индивидуально упаковывался и продавался компанией National Biscuit Co. (ныне – Nabisco). Изобретение Уильямом Пейнтером кронен-пробки в 1892 году произвело революцию в индустрии напитков. Первая коробка для кукурузных хлопьев была выпущена компанией Kellogg's в 1906 году. Первый пластик на основе синтетического полимера был изобретен Лео Хендриком Бэкеландом в 1907 году. В 1933 году с открытием пластиковой упаковки Saran Wrap началась новая эра пластика. Tetra Pak был изобретен в 1951 году Рубеном Раусингом, шведским выпускником Колумбийского университета. Эта картонная упаковка произвела революцию в молочной промышленности Европы. Компания Coors впервые применила алюминиевые банки в 1959 году для производства газированных напитков, энергетических напитков и газированной воды. В 1963 году была представлена первая кольцевая тяга для металлических банок, которая заменила консервный нож. В 1973 году химик Натаниэль Уайет изобрел первые пластиковые бутылки, которые стали более дешевой альтернативой стеклу. Активная упаковка приобрела популярность в 1990-х годах, принося пользу как производителю, так и потребителю, т.к. улучшала сохранность, увеличивала срок годности, сокращала пищевые отходы и была проста в использовании для покупателей.

Современная упаковка обладает несколькими функциями: защитной, транспортной, функцией хранения, продаж и использования. Например, защитная функция потребительской упаковки должна быть адаптирована к упакованному продукту, что требует высокого уровня знаний о продукте, а сама упаковка должна обладать достаточной чистотой и инертностью, чтобы исключить миграцию нежелательных веществ в продукт.

Факторы, от которых упаковка должна защищать продукт, многообразны: это могут быть вещества, обладающие энергетическим и биотическим действием. Роль функции хранения можно продемонстрировать на следующих цифрах. В неиндустриальных странах отсутствие инфраструктуры и надлежащей упаковки означает, что от 17% до 50% количества конечного продукта теряется до того, как оно попадает к потребителю. В промышленно развитых странах потребитель теряет от нескольких до 40 %, в зависимости от продукта.

В последнее время к потребительской упаковке предъявляют и наличие экологической функции. Поскольку упаковка относится к числу наиболее часто используемых продуктов, необходимо разработать процессы переработки по замкнутому циклу, а также упаковку, пригодную для вторичной переработки. Однако, как утверждают специалисты, требования к цикличности часто препятствуют созданию новых свойств упаковки. В настоящее время идет разработка «мономатериалов», пригодных для вторичной переработки: термоформованные контейнеры со слоями EVOH (дополнительный высоко барьерный слой, составляющий не менее 5 мкм), пленки с неорганическими барьерными слоями, трехмерные контейнеры с неорганическими барьерными слоями.

Таким образом, упаковка необходима для многих продуктов, в противном случае существует риск потери продукта и увеличения количества пищевых отходов. Циклическая экономика упаковки требует многих технических разработок, но новые системы многократного использования также найдут свое место на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Contact alimentaire: Lancement du projet ANR FoodSafeBioPack [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lne.fr/fr/actualites/contact-alimentaire-lancement-projet-anr-foodsafebiopack>. – Дата доступа: 24.03.2023.

2. Food packaging: from past to new challenges, a rapid evolution – FoodSafeBioPack [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fitness-foodpackaging.com/webinars>. – Дата доступа: 24.03.2023.

ОРГАНИЗАЦИЯ PEST-CONTROL НА ПИЩЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Согласно Закону Республики Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека», поставляемые на рынок пищевые продукты должны быть полезны и безопасны для потребителей, за что несет ответственность изготовитель продукции.

Одним из условий обеспечения выпуска безопасных продуктов является создание, внедрение и поддержание в рабочем состоянии программ предварительных условий (ППУ), требования к которым установлены в международном стандарте ISO/TS 22002-1:2009. Среди ППУ особое место занимает программа борьбы с вредителями или Pest-control – система мероприятий, направленная на снижение численности вредителей до допустимого уровня, снижение всех возможных рисков загрязнения продукции вредоносными животными, продуктами их жизнедеятельности, а также пестицидами (в случае их применения), широкое внедрение превентивных мер, препятствующих заселению объектов вредителями.

Типы вредителей различаются в зависимости от климатических условий и разновидности пищевых ингредиентов, применяемых на пищевых и перерабатывающих предприятиях. К вредителям относятся: грызуны (крысы, мыши и др.), насекомые (мухи, муравьи, тараканы и др.), птицы и бродячие животные. Опасность присутствия и размножения вредителей на пищевом предприятии заключается в том, что грызуны, например, являются носителями таких патогенных микроорганизмов, как возбудители кишечной группы, а насекомые могут быть переносчиками вирусов. В зависимости от того, какой тип вредителей является ключевым для конкретного предприятия, применяются различные меры борьбы, в том числе использование устройств для отлова, отпугивания и контроля численности вредителей, а также ядовитых веществ (приманок).

Учитывая двойную опасность (вредители и ядовитые вещества), на каждом пищевом предприятии назначено ответственное лицо, в чьи обязанности входит управление мерами по борьбе с вредителями и работа с официальными специализированными подрядчиками (организации системы Министерства здравоохранения). Программа борьбы с вредителями включает: 1) список химикатов, утвержденных

для использования на конкретных участках производства; 2) карту размещения детекторов и ловушек в ключевых местах для определения уровня активности вредителей; 3) планы, методы, графики, процедуры контроля; 4) требования к обучению, где необходимо.

На пищевых предприятиях применяются три контура защиты:

– первый контур устанавливается по внешней (наружной) границе территории предприятия (вдоль внутренней стороны ограждения – забора). Он чаще всего состоит из контейнеров для грызунов с ядовитой приманкой, расположенных на расстоянии от 15 до 40 м друг от друга. Устройства обозначены предупреждающей маркировкой и фиксируются на местах установки;

– второй контур устанавливается по внешнему периметру зданий и состоит из контейнеров для грызунов с ядовитой приманкой, размещенных и закрепленных (зафиксированных) у выходящих на улицу дверей, и на расстоянии 15–25 м друг от друга. Второй контур может включать устройства для отпугивания и отлова птиц;

– третий контур расположен внутри производственных и складских помещений. Он состоит из ловушек для грызунов и ползающих насекомых с клеевой подложкой, которые фиксируются на местах установки; из ловушек для тараканов, муравьев.

Для отлова попавших внутрь помещений летающих насекомых используются инсектицидные лампы (световые ловушки с липкой подложкой или электроразрядные). Они расположены вблизи дверей, выходящих на улицу вдоль возможного направления движения летающих насекомых. Для пищевой моли, огневки и амбарных вредителей применяются феромонные ловушки.

Для оценки и анализа результативности и эффективности программы пест-контроля ответственное лицо пищевого предприятия совместно со специалистами подрядной организации осуществляют инспекцию всех средств борьбы с вредителями. В контейнерах с приманками отмечают количество выловленных грызунов и надкусанных приманок, в ловушках с клеевой подложкой и в инсектицидных лампах подсчитывают количество каждого вида насекомого. Полученные результаты анализируются для определения новых тенденций и обновления программы Pest-control.

Таким образом, в зависимости от типов вредителей, Pest-control предусматривает установку трех контуров защиты с различными приспособлениями как в профилактических целях, так и имеющих истребительный характер. Все устройства маркируются, нумеруются, проводится мониторинг присутствия вредителей, составляется ежемесячный отчет.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДЕКСОВ КАЧЕСТВА ПИТАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЦИОНА ПИТАНИЯ

Питание является одним из важных факторов здоровья человека. Оно обеспечивает человека энергией и веществами, необходимыми для регулирования обменных процессов, роста, восстановления. Современной наукой сформулированы принципы здорового питания, способствующие укреплению здоровья человека и будущих поколений, снижению риска развития заболеваний. В этом плане важно обеспечить соответствие энергетической ценности ежедневного рациона энерготратам, а также соответствие химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макро- (белки и аминокислоты, жиры и жирные кислоты, углеводы) и микро-нутриентах (витамины, минеральные вещества и микроэлементы, биологически активные вещества). Существует несколько подходов к оценке рациона питания, основанных на рейтинговой системе. Одни из них представляют собой количественный учет определенных нутриентов, другие – дифференцируют пищевые продукты на полезные и неполезные по присутствию в них разных химических веществ, третьи – используют систему продуктов-индикаторов адекватности и ограничения. Например, концепция гликемического индекса, которая была изобретена Дэвидом Дженкинсом и его коллегами в 1981 году в Университете Торонто. Гликемический индекс – это показатель того, насколько быстро пища при переваривании превращается в глюкозу. Он сравнивает доступные углеводы в продуктах, чтобы получить численный (в граммах), основанный на фактических данных индекс уровня сахара в крови после приема пищи [1].

В супермаркетах Канады и США с 2006 г. используется программа «Путеводные звезды», которая затем распространилась на государственные школы, колледжи и больницы. Это – запатентованная система оценки пищевых продуктов, которая с помощью научного алгоритма анализирует продукты на основе плотности питательных веществ. Пищевым продуктам приписывают витамины, минералы, пищевые волокна, цельные зерна и омега-3 жирные кислоты, и дискредитируют насыщенные жиры, транс-жиры и добавленный натрий (соль) и сахар. Оцениваемые продукты помечаются одной, двумя или тремя звездами, при этом три звезды присваиваются лучшему рейтингу [1].

Часто в разных источниках научной литературы встречается подход к оценке рациона питания называемый «Индексы качества пи-

тания, ИКП» (Diet Quality Index, DQI) или «Индексы здорового питания, ИЗП» (Healthy Eating Index, HEI). В настоящее время известно более 25 разновидностей ИКП. Впервые конструкция ИЗП, как разновидности ИКП, была опубликована в США в 1995 г. и состояла из 10 компонентов-индикаторов:

- 5 компонентов – индикаторы адекватности (рациональности) потребления (зерновые, овощи, фрукты, молоко и мясные продукты);

- 4 компонента – индикаторы ограничения (умеренности) потребления (потребление в % калорийности рациона общего жира, насыщенных жирных кислот (НЖК) и абсолютные величины потребления холестерина и натрия (Na) – критически значимые факторы риска;

- 1 компонент – разнообразие пищи.

Распределение величин потребления каждого компонента оценивается от 0 до 10 баллов. После расчета оценки в баллах каждого из 10 индикаторов-компонентов путем суммирования каждой оценки рассчитывается интегральный ИЗП (от 0 до 100 баллов) [2].

По мнению ученых ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва) ИКП учитывает 4 ключевых фактора здорового питания:

- адекватность потребления самых значимых продуктов питания, то есть, насколько рацион человека соответствует его потребностям;

- разнообразие рациона;

- умеренность в еде, то есть сколько человек съедает пищи при его потребностях;

- сбалансированность рациона в целом [3].

В заключение следует отметить, что применение ИКП может помочь каждому в выборе подходящих пищевых продуктов, а также усовершенствовать составление меню в организациях общественного питания, в университетских и школьных столовых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Concept of a nutritious food: toward a nutrient density score [Электронный ресурс]/ The American Journal of Clinical Nutrition. – Минск, 2023. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916523296306>. – Дата доступа: 26.03.2023.

2. Kennedy E.T., Ohls J., Carlson S., et al. The Healthy Eating Index: design and applications. J Am Diet Assoc. 1995; 95: 1103–8.

3. Индексы качества питания [Электронный ресурс]/ Факторы здорового питания. – Минск, 2023. – Режим доступа: <https://ion.ru>. – Дата доступа: 26.03.2023.

**СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
КАТИОНДЕФИЦИТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ $\text{NdBa}(\text{Fe}, \text{Co}, \text{Cu})_2\text{O}_{5+\delta}$**

В настоящее время кислороддефицитные слоистые перовскиты типа $\text{AA}'\text{BB}'\text{O}_{5+\delta}$ (А – редкоземельный элемент; А' – щелочноземельный элемент; В, В' – 3d-металлы), характеризующиеся уникальными электротранспортными и электрохимическими свойствами, широко используются в сфере разработки электродных материалов среднетемпературных ТОТЭ [1]. Их функциональные характеристики могут быть в значительной степени улучшены путем замещения катионов или создания их дефицита в А- или В- подрешетке структуры перовскита [2], поэтому исследование влияния дефицита катионов в А-подрешетке структуры фазы $\text{NdBaFeCo}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{O}_{5+\delta}$ на ее свойства представляет определенный научный интерес.

Целью работы является получение производных $\text{NdBaFeCo}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{O}_{5+\delta}$, имеющих 5- и 10%-ный дефицит катионов неодима или бария, исследование их кристаллической структуры, микроструктуры и электрофизических свойств.

Синтез образцов осуществлялся керамическим методом из Nd_2O_3 (НО-Л), BaCO_3 (ч.), Fe_2O_3 (ос.ч.), CuO (ч.д.а.), Co_3O_4 (ч.), которые смешивали в стехиометрических соотношениях, прессовали и отжигали при температуре 1173 К в течение 40 ч. Спекание образцов осуществляли при 1273 К в течение 10 ч. Идентификация образцов методами рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии поглощения показала, что образцы являются однофазными и обладают тетрагональной структурой (пр. гр. симм. $P4/mmm$). Параметры элементарной ячейки изменялись в пределах: $a = 3.914 - 3.927 \text{ \AA}$, $c = 7.697 - 7.727 \text{ \AA}$, несколько увеличиваясь при создании дефицита катионов в подрешетке неодима. Как общая ($\Pi = 4-10\%$), так и открытая ($\Pi_0 = 2-6\%$) пористость образцов для катиондефицитных образцов были меньше, чем для стехиометричного образца, что свидетельствует о том, что создание дефицита катионов приводит к улучшению спекаемости керамики на основе слоистого феррокупрокобальтита неодима–бария.

По методикам [3] был рассчитан размер области когерентного рассеяния (ОКР), соответствующей среднему размеру кристаллитов, составивший по формуле Шеррера 321 нм для базового образца, 412 нм для $\text{NdBa}_{0.95}\text{FeCo}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{O}_{5+\delta}$ и 332 нм для $\text{NdBa}_{0.90}\text{FeCo}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{O}_{5+\delta}$. Найденный по модели Вильямсона–Холла размер ОКР для этих же

образцов составил 450, 631 и 428 нм соответственно. Размер ОКР этих образцов, определенный с помощью метода размера–напряжения, составил соответственно 356, 490 и 373 нм. Таким образом, создание дефицита катионов бария в структуре фазы $\text{NdBaFeCo}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{O}_{5+\delta}$ приводит к росту размеров кристаллитов.

Удельная электропроводность образцов вблизи комнатной температуры носила полупроводниковый, а при повышенных температурах – металлический характер, проходя через максимум в интервале температур 990–1050 К. Наибольшие значения удельной электропроводности при температуре максимума наблюдались для образцов с 5 мол.% дефицита катионов, характеризующихся наименьшей плотностью межзеренных границ (наибольшим размером кристаллитов). Все исследованные слоистые перовскиты являются проводниками p -типа ($S > 0$), температурная зависимость коэффициента термо-ЭДС которых проходила через минимум вблизи 900–1050 К. Наличие экстремумов на температурных зависимостях удельной электропроводности и коэффициента термо-ЭДС, очевидно, обусловлено выделением из образцов слабосвязанного кислорода. Энергия активации электропроводности E_{σ} изменялась в пределах 0.267–0.308 эВ, а энергия активации возбуждения носителей заряда составила 0.049–0.087 эВ. По методике [4] рассчитаны значения концентрации носителей заряда и их взвешенная подвижность, которые для полученных материалов при 700 К изменялись в пределах $(2.07\text{--}3.08)\cdot 10^{20}\text{см}^{-3}$ и $0.40\text{--}0.80\text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ соответственно.

Таким образом, создание до 5 мол.% дефицита катионов в A -подрешетке $\text{NdBaFeCo}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{O}_{5+\delta}$ приводит к улучшению спекаемости образцов, росту размеров их кристаллитов и увеличению их удельной электропроводности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Layered oxygen-deficient double perovskites as promising cathode materials for solid oxide fuel cells / A.I. Klyndyuk [et al.] // *Materials*. – 2022. – V. 15, N.1. – P. 141.
2. Klyndyuk, A.I. Structure and Electrical and Transport Properties of Cation-Deficient Samples of Perovskite Ferrocuprates $R\text{BaCuFeO}_{5+\delta}$ ($R = \text{Y, La}$) / A.I. Klyndyuk, E.A. Chizhova // *Phys. of the Solid State*. – 2008. – V. 50, N 4. – P. 603–608.
3. Williamson-Hall and Size strain plot based micro-structural analysis and evaluation of elastic properties of Dy^{3+} substituted Co-Zn nanospinels / C.U. Nicam [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2023. – Vol. 2426. – P. 012029.
4. Weighted mobility / G.J. Snyder [et all.] // *Advanced Materials*. – 2020. – P. 2001537.

УДК .432:615.322

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

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ *THUJA OCCIDENTALIS*

Известно, что основой различных заболеваний человека является окислительный стресс, вызванный накоплением в организме избыточного количества свободных радикалов. Окислительный стресс играет ведущую роль в патогенезе старения и дегенеративных заболеваний, таких как атеросклероз, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, рак и т.д. При воздействии на организм человека неблагоприятных экологических факторов образование активных форм кислорода усиливается и появляется необходимость введения веществ, обладающих антиоксидантными свойствами.

Наиболее перспективными источниками природных антиоксидантов, сочетающих низкую токсичность со способностью эффективно ингибировать процессы свободнорадикального окисления, являются вторичные метаболиты растений. К основным группам антиоксидантов растительного происхождения относятся аскорбиновая кислота, флавоноиды, каротиноиды, терпеновые соединения, вещества фенольной природы. Механизм действия растительных антиоксидантов заключается в их торможении процесса радикального окисления тканевых липидов. По литературным данным [1, 2] высоким уровнем антиоксидантного действия обладают вторичные метаболиты туи, однако публикации по антиоксидантной активности эфирных масел *Thuja occidentalis* (*T. occidentalis*) разных культиваров в условиях интродукции в Беларуси отсутствуют.

Цель настоящей работы – спектрофотометрическое определение общего содержания полифенольных соединений в экстрактах некоторых культиваров *T. occidentalis*, интродуцированных в Беларуси.

Объектами исследования являлись этанольные экстракты *T. occidentalis* следующих культиваров: ‘Aurea’, ‘Brabant’ и ‘Globosa Nana’. Для получения экстрактов использовали охвоенные концы ветвей длиной 20–30 см, собранные в осенний период 2022 г. Для получения спиртовых экстрактов навеску измельченного растительного сырья дважды обрабатывали 70%-ным этанолом на кипящей водяной бане в течение 30 мин с последующим фильтрованием извлечения. Для количественного определения полифенольных соединений в качестве фотометрического реагента использовали 18-молибдендифосфатный гетерокомплекс структуры Доусона (18-МФК). Реагент 18-МФК син-

тезировали по методике [3]. Сумму полифенольных соединений определяли методом градуировочного графика в расчете на стандартное вещество – рутин. Для построения градуировочного графика использовали стандартные растворы рутина в интервале рабочих концентраций $1 \cdot 10^{-6}$ – $4 \cdot 10^{-5}$ моль/л. На рисунке приведен градуировочный график для стандартных растворов рутина.

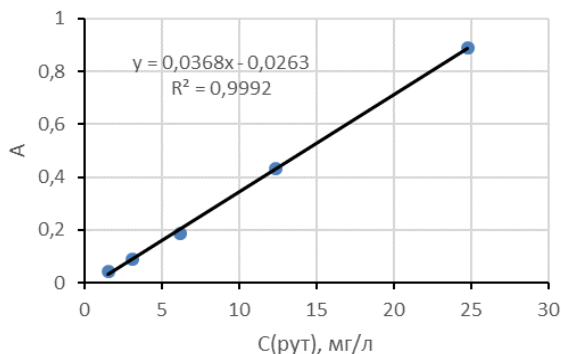


Рисунок – Градуировочный график для стандартных растворов рутина

Для измерения оптической плотности экстрактов растений и стандартных растворов рутина к аликвоте исследуемого раствора добавляли раствор 18-МФК и фосфатный буферный раствор (рН 7,7). Оптическую плотность измеряли при 820 нм на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ в кювете с толщиной слоя 1 см.

В таблице приведены значения концентраций полифенольных соединений (мг/г) в экстрактах, исследованных культиваров *T. occidentalis* в расчете на рутин.

Таблица – Антиоксидантная активность экстрактов *T. occidentalis*

| Культивар | Содержание полифенольных соединений, мг/г |
|----------------|---|
| ‘Aurea’ | 26,9 |
| ‘Brabant’ | 31,2 |
| ‘Globosa Nana’ | 27,5 |

Полученные экспериментальные данные показывают более высокую антиоксидантную активность экстракта сорта ‘Brabant’ по сравнению с экстрактами сортов ‘Aurea’ и ‘Globosa Nana’.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alves, L.D.S. *Thuja occidentalis*: review of botanical, phytochemical, pharmacological and toxicological aspects / Alves L.D.S. [et al] // Intern. J.Pharmac. Sc. Res. – 2014. – V.5. – P. 1163–1177.
2. Caruntu, Sonja *Thuja occidentalis*: ethnobotany, phytochemistry and biological activity / Sonja Caruntu [et al] // Molecules– 2020. – V.25. – P. 1–15.
3. Бауэр, Г. Руководство по неорганическому синтезу. М. Мир, 1986. – Т. 6.– С. 1904–1905.

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

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ

В настоящее время продукты переработки растительного сырья все чаще рассматриваются как альтернативные источники биологически активных веществ, многие из которых обладают антиоксидантными свойствами. Антиоксиданты – это группа веществ, способных реагировать со свободными радикалами, в результате чего тормозятся процессы радикального окисления тканевых липидов. К наиболее распространенным антиоксидантам растительного происхождения относятся аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды, флавоноиды и др.

Существует множество методов определения антиоксидантной активности растительного сырья, включая титриметрические (перманганатометрия), электрохимические (амперометрия, кулонометрия, вольтамперометрия, потенциометрия), спектральные и хроматографические [1]. Наиболее простыми, доступными и надежными по способу выполнения и аппаратурному оформлению являются потенциометрические и спектрофотометрические методы [2]. Одним из вариантов спектрофотометрического определения анти-оксидантной активности является метод, основанный на использовании 18-молибдендифосфатного гетерокомплекса структуры Доусона (18-МФК) [3].

Целью настоящего исследования являлось спектрофотометрическое определение антиоксидантной активности ягод смородины, собранных летом 2022 г.

Объектами исследования являлись этанольные экстракты свежемороженой черной и красной смородины. Для получения спиртовых экстрактов навеску измельченных ягод дважды обрабатывали 70%-ным этанолом с последующим фильтрованием извлечения. Для получения окрашенных растворов использовали реагент 18-МФК, синтезированный по методике [3].

Антиоксидантную активность определяли методом градуировочного графика в расчете на стандартное вещество – аскорбиновую кислоту. Для построения градуировочного графика использовали стандартные растворы аскорбиновой кислоты в интервале рабочих концентраций $1 \cdot 10^{-5}$ – $8 \cdot 10^{-5}$ моль/л. На рисунке приведена градуировочная кривая для стандартных растворов аскорбиновой кислоты. Для

измерения оптической плотности экстрактов растений и стандартных растворов аскорбиновой кислоты к аликвоте исследуемого раствора добавляли раствор 18-МФК и ацетатный буферный раствор (рН 4,4). Оптическую плотность измеряли при длине волны 900 нм на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ в стеклянной кювете с толщиной слоя 1 см.

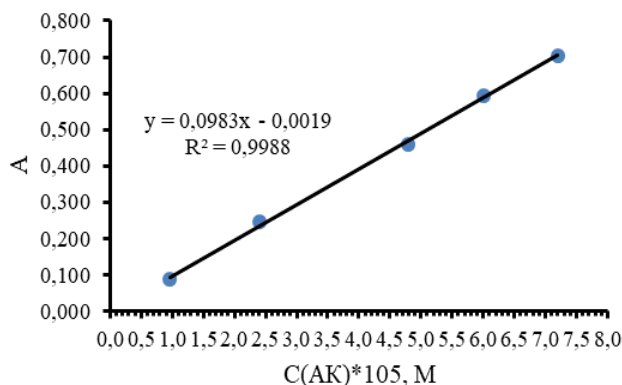


Рисунок – Градуировочный график для стандартных растворов аскорбиновой кислоты

В таблице приведены значения концентраций полифенольных соединений (мг/г) в экстрактах исследованных экстрактов смородины в расчете на аскорбиновую кислоту.

Таблица – Антиоксидантная активность экстрактов смородины

| Сорт | Содержание полифенольных соединений, мг/г | |
|---------|---|---------------------|
| | Экспериментальные данные | Литературные данные |
| черная | 212,0 | 250–300 |
| красная | 31,6 | 25–30 |

Полученные экспериментальные данные коррелируют с литературными данными и показывают более высокую антиоксидантную активность экстракта черной смородины по сравнению с извлечением из красной смородины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тринеева, О.В. Методы определения антиоксидантной активности объектов растительного и синтетического происхождения в фармации / О.В. Тринеева [и др.] // Разработка и регистрация лекарственных средств.– 2017, № 4.– С. 180-197.
2. Иванова, А.В. Определение антиоксидантной активности объектов фармации потенциометрическим методом / А.В. Иванова [и др.] //Ж. аналит. хим. – 2020. – Т. 75, № 3.– С. 269-265.
3. Денисенко, Т.А. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдендифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу / Т.А. Денисенко [и др.] // Аналитика и контроль – 2015. – Т. 19, № 4.– С. 373-380.

Студ. М.И. Скорина

Науч. рук.: ассист. Н.С. Красуцкая;

канд. хим. наук, доц. А.И. Клындюк

(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ СЛОИСТОГО КОБАЛЬТИТА НАТРИЯ $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$

Целью работы является получение производных слоистого кобальтита натрия $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$, а также исследование их кристаллической структуры, микроструктуры, теплофизических и электрофизических свойств.

Образцы твердых растворов состава $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ ($\text{M} = \text{Cr}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Bi}, \text{W}$) синтезировали методом твердофазных реакций на воздухе при 1203 К в течение 12 ч. Идентификацию образцов и определение параметров их кристаллической структуры проводили при помощи рентгенофазового анализа (РФА). Микроструктуру образцов изучали при помощи сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-5610 LV. Кажущуюся плотность (ρ_k) керамики определяли по размерам и массе образцов. Электропроводность (σ), термо-ЭДС (S), температуропроводность (η) и удельную теплоемкость (C_p) спеченной керамики изучали на воздухе в интервале температур 300–1100 К. Теплопроводность керамических образцов находили по формуле $\lambda = \eta \cdot \rho_k \cdot C_p$, значения фактора мощности (P) керамики $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ и показателя ее термоэлектрической добротности (ZT) вычисляли как $P = S^2 \cdot \sigma$, $ZT = (P \cdot T) / \lambda$.

Соединения $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ имели структуру гексагонального кобальтита натрия $\gamma\text{-Na}_x\text{CoO}_2$, параметры их элементарных ячеек изменялись в пределах $a = 0.2831\text{--}0.2921$ нм, $c = 1.090\text{--}1.098$ нм, что близко к параметрам структуры незамещенной фазы $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$ ($a = 0.2850$ нм; $c = 1.116$ нм).

Кажущаяся плотность синтезированной керамики изменялась в пределах 3.76–3.87 г/см³ и была меньше чем для незамещенного образца $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$ (3.92 г/см³), что свидетельствует о том, что частичное замещение кобальта приводит к улучшению спекаемости керамики на основе слоистого кобальтита натрия $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$. Зерна полученной керамики $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ были анизометричными и представляли собой пластинки толщиной 0.5–3 мкм и шириной 5–15 мкм, форма которых была близка к шестиугольной, что характерно для гексагональных кобальтитов натрия. Размер кристаллитов (определенный по величине областей когерентного рассеяния) слоистых оксидов

$\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ составлял 51–71 нм, что свидетельствует о том, что зерна керамики были поликристаллическими и содержали порядка 10^6 – 10^7 кристаллитов каждое.

Электропроводность $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$ и его производных $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ носила металлический характер ($\partial\sigma/\partial T < 0$), который при повышении температуры изменялся на полупроводниковый ($\partial\sigma/\partial T > 0$), а значения электропроводности образцов, в целом, увеличивались при замещении кобальта другими тяжелыми и $3d$ -металлами.

Термо-ЭДС кобальтитов $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ во всем исследованном интервале температур была положительна, из чего следует, что основными носителями заряда являются «дырки», т. е. изученные кобальтиты представляют собой проводники p -типа. Термо-ЭДС керамики возрастала с ростом температуры и увеличивалась при замещении катионов кобальта катионами тяжелых и $3d$ -металлов, причем наибольшие значения термо-ЭДС наблюдались для вольфрам- и висмут-замещенных твердых растворов (688 и 642 мкВ/К при 1100 К соответственно).

Величина фактора мощности исследованной керамики возрастала при увеличении температуры, при этом максимальной величиной фактора мощности обладал образец состава $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{Vi}_{0.10}\text{O}_2$, для которых $P_{1100} = 1221$ мкВт/(м \cdot К 2), что в 6 раз больше, чем для незамещенной фазы $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$.

Температуро- и теплопроводность керамики $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ уменьшалась с ростом температуры, и согласно расчетам, подавляющая часть тепла в кобальтитах $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{CoO}_2$ переносилась за счет колебаний решетки (фононов) ($\lambda_{\text{ф}} = (0.93$ – $0.98)\lambda$), а электронная составляющая теплопроводности была невелика ($\lambda_{\text{эл}} = (0.02$ – $0.07)$), что характерно для данных материалов.

Величина безразмерного показателя термоэлектрической добротности (ZT) кобальтитов $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.10}\text{O}_2$ в интервале температур 300–1100 К увеличивалась с ростом температуры и достигала наибольшего значения для керамики состава $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{Vi}_{0.10}\text{O}_2$ – 0,882 при температуре 1100 К, что в 3,8 раза больше, чем для незамещенного кобальтита натрия $\text{Na}_{0.55}\text{CoO}_2$ при той же температуре ($ZT_{1100} = 0,229$) и позволяет рекомендовать данный твердый раствор для использования в p -ветвях высокотемпературных термоэлектрогенераторов

Таким образом, в работе керамическим методом синтезированы твердые растворы $\text{Na}_{0.55}\text{Co}_{0.90}\text{M}_{0.1}\text{O}_2$ ($M = \text{Cr}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{W}, \text{Vi}$) и установлено, что оптимальным для улучшения термоэлектрических свойств является частичное замещение кобальта вольфрамом или висмутом.

Студ. А.С. Янчук, студ. Е.В. Климкович
Науч. рук. доц. М.В. Рымовская (кафедра биотехнологии, БГТУ);
ст. преп. А.К. Болвако (кафедра физической, коллоидной
и аналитической химии, БГТУ)

СТАБИЛИЗАЦИЯ pH В МОДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕДАХ С РАЗЛИЧНОЙ БУФЕРНОЙ ЕМКОСТЬЮ

Во всем мире интенсивно развиваются технологии анаэробной обработки промышленных сточных вод, потому что в результате такой обработки образуется биогаз – экологически чистый энергоноситель, а эксплуатационные расходы, по сравнению с аэробной очисткой, в три раза меньше. Недостатки анаэробного метода связаны с низкой скоростью роста анаэробных бактерий, их чувствительностью к изменению pH, температуры и колебаниям концентраций загрязнений в сточной воде.

Гидролитическая, кислотогенная и ацетогенная стадии успешно протекают при pH 5,0–7,0, тогда как метаногенез возможен при pH 6,5–7,5, оптимальное значение pH составляет 6,8–7,2. В условиях стабильного функционирования биореактора анаэробная биосистема способна к саморегулированию pH среды в оптимальных пределах за счет сбалансированных процессов образования подкисляющих (летучие жирные кислоты) и подщелачивающих (ионы аммония) метаболитов. Длительное сохранение pH среды в биореакторе менее 5 и более 9 затормаживает метаногенез, но процесс быстро возобновляется при восстановлении оптимальной величины pH. По этой причине обычной практикой является дозирование при необходимости химических реагентов для коррекции pH.

В связи с этим важное значение имеет буферная емкость ферментационной среды, которая в естественных условиях метаногенеза создается прежде всего угольной кислотой, летучими жирными кислотами и ионами аммония. Считается, что чем больше буферная емкость среды в биореакторе, тем устойчивее биосистема к изменениям pH.

Схема эксперимента включала приготовление смесей растворов уксусной кислоты и аммиака с варьированием концентрации от 0,02 до 0,04 моль/дм³ с шагом 0,01 моль/ дм³, измерение их pH при 20° и 30°С для оценки изменения pH в результате снижения растворимости в первую очередь углекислого газа, участвующего в формировании буферности, а также самих компонентов системы – уксусной кислоты и аммиака. Выбор сочетаний и температур основан на анализе реальных эксплуатационных данных анаэробного биореактора ОАО «Ту-

ровский молочный комбинат» и общих рекомендациях по эксплуатации таких биореакторов. Нами была рассчитана также разница рН при 30°С и приемлемого для метаногенных бактерий значения рН (7,0), позволяющая количественно оценить степень отклонения и потому – негативного воздействия на метаногенные бактерии в реальных системах. Если созданные нами системы имели кислый рН, их нейтрализовывали по рН-метру до рН 7,0 с использованием 0,05 н. раствора гидрокарбоната натрия.

Значения рН при эквимольных соотношениях компонентов были близки к нейтральному значению (6,5–6,7), что объясняем смещением рН в кислую сторону растворением CO_2 из воздуха с образованием карбонат- и гидрокарбонат-ионов. В растворах, где наблюдалась щелочная среда, разница значений рН при 20° и 30°С составила 0,2–0,4, что, вероятно, связано со снижением растворимости аммиака и его улетучиванием. В растворах, где наблюдалась кислая среда, разница значений рН при 20° и 30°С была незначительной – не более 0,1. Наибольшее отклонение рН при 30°С от нейтральности наблюдается в растворах, где аммиак в избытке: разница составляет 2,5–3,5 в сопоставлении с вариантами, где в избытке уксусная кислота (1,5–2,0).

Полученные результаты в целом согласуются с константами ионизации изученных протолитов, а влияние растворенного CO_2 требует дополнительного изучения, поскольку константа диссоциации угольной кислоты в большей степени зависит от ионной силы раствора.

Для стабилизации рН в буферных системах использована коррекция рН до 7,0 с использованием раствора гидрокарбоната натрия, соотношение анионов ацетата к катиону натрия составило 0,65–0,90, недостаток щелочного агента при эквимольном соотношении вносимых реагентов в исследованных системах составляет 0,0015 моль.

Для оценки буферной емкости исследуемых растворов было проведено компьютерное моделирование кислотно-основных равновесий с использованием программы *SurTiPot*. Анализ буферной емкости от величины рН для уксусной кислоты ($pK_a = 4,76$) и водного раствора аммиака ($pK_b = 9,24$) показал, что максимум буферной емкости будет достигаться при величинах рН в окрестностях значений pK соответствующего протолита. Стабилизацию рН системы лучше вести с использованием комплекса ионов, имеющих буферную емкость в области рН 6,0–8,0, предпочтительно – характерных для биологической системы анаэробного биореактора (гидроксидов, карбонатов и гидрокарбонатов щелочных и щелочноземельных металлов). При наличии других сильных электролитов (в реальных смесях) и высокой ионной силе раствора осуществить оценку рН не представляется возможным.

**ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТАЛЬ 3
В КОНТАКТЕ С ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ
КАРБАМИДО-АММИАЧНОЙ СМЕСИ**

Актуальность изучения процессов коррозии углеродистой стали марки Сталь 3 в среде водной карбамидо-аммиачной смеси (КАС) в присутствии растворимых ингибиторов коррозии определяется необходимостью разработки эффективных растворимых ингибиторов коррозии углеродистых сталей, применяемых в качестве изготовления емкостей для хранения и транспортировки жидких удобрений. Стальные конструкционные материалы и изделия из них широко используются также во многих отраслях современной промышленности. Поэтому проблема антикоррозионной защиты поверхностей стальных конструкций и изделий является весьма актуальной. При этом применение широко используемых углеродистых сталей, в том числе марки Сталь 3, является достаточно выгодным с экономической точки зрения из-за ее относительной дешевизны по сравнению с другими марками стали и металлическими сплавами. На протяжении многих лет при исследовании данной проблемы получен большой экспериментальный материал о возможности подбора и использования химических реагентов – ингибиторов, способных существенно замедлить коррозию стали в различных средах и практически сводить ее скорость к неощутимо малой величине.

Целью данного сообщения являлось изучение коррозии углеродистой стали марки Сталь 3 на границе раздела фаз электролит–металл в среде водной карбамидо-аммиачной смеси (КАС) в присутствии различных растворимых ингибиторов коррозии: этиленгликоля, 30%-ной смеси этиленгликоля и ортофосфата натрия, триэтаноламина, 30%-ного раствора ортофосфата натрия. Совокупность полученных результатов дает возможность сформировать согласованную картину сравнительного действия изученных ингибиторов и выбрать наиболее оптимальные варианты для анализа и контроля процессов коррозии в зависимости от природы ингибиторов и условий их применения.

Методами исследования являлись потенциодинамическая поляризация, электронная микроскопии и весовой метод.

Поляризационными исследованиями с использованием метода тафельской экстраполяции установлено, что в растворе КАС в отсут-

ствии ингибиторов плотность тока коррозии $i_{\text{корр}}$ составляет $1,43 \cdot 10^{-4} \text{ A/cm}^2$, а потенциал коррозии $E_{\text{корр}} = -0,55 \text{ В}$. Введение в систему ингибиторов приводит к снижению плотности тока коррозии от $3,52 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$ до $1,21 \cdot 10^{-6} \text{ A/cm}^2$ в ряду этиленгликоль, 30%-ная смесь ортофосфата натрия и этиленгликоля, триэтанолламин, 30%-ный раствор ортофосфата натрия. В этом же ряду потенциал коррозии $E_{\text{корр}}$ смещается в электроположительную область и составляет соответственно от $-0,198 \text{ В}$ для этиленгликоля и до $0,045 \text{ В}$ для ортофосфата натрия. Его увеличение подтверждает термодинамически обусловленную возможность ослабления коррозии в присутствии ингибиторов.

Электронная спектроскопия и весовой метод подтвердили выводы, вытекающие из результатов поляризационных исследований. В качестве примера представлены потенциодинамические поляризационные кривые образцов углеродистой стали в растворах КАС при действии на сталь смеси ортофосфата натрия и этиленгликоля.

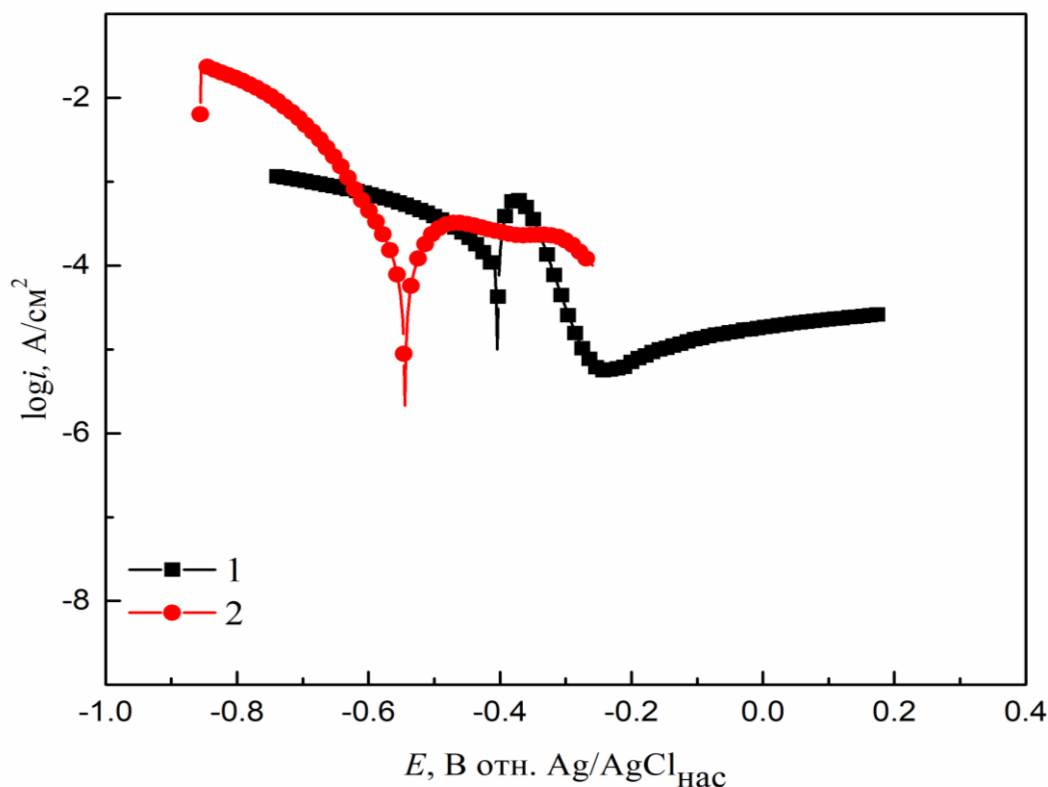


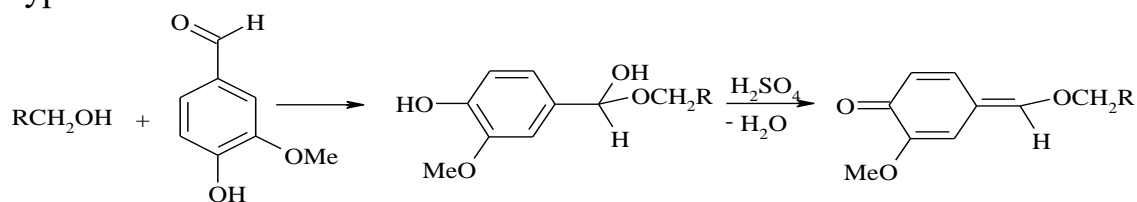
Рисунок 1 – Потенциодинамические поляризационные кривые образцов углеродистой стали в растворах КАС в присутствии смеси ортофосфата натрия и этиленгликоля (1) и без ингибитора коррозии (2)

Были определены параметры, характеризующиеся антикоррозионное влияние перечисленных выше ингибиторов. Установлено, что наибольший защитный эффект коррозии (более 99%) имеют ингибиторы триэтанолламин и ортофосфат натрия.

**РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ
СПИРТОВ В РАМКАХ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА
ПО КУРСУ «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ»**

Использование химических методов качественного анализа дает возможность идентифицировать органические соединения. Целью работы является проверить методику идентификации спиртов при взаимодействии с ванилином и *n*-диметиламинобензальдегидом и тем самым увеличить число спиртов-аналитов для лабораторного практикума по качественному анализу органических соединений.

Качественным признаком в реакции с ванилином является появление определенной окраски. В основе реакции лежит взаимодействие спиртов с ванилином с образованием окрашенных хиноидных структур:



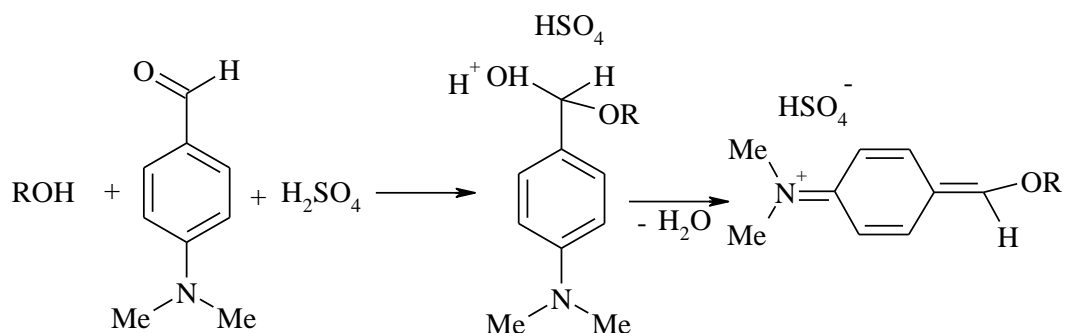
По окраске полученного раствора определяют спирт. В таблице 1 приведены полученные результаты.

Таблица 1 – Результаты проведения реакции с ванилином

| Спирт | Окраска по методике | Полученные результаты |
|------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Метанол | Желтая, переходящая при стоянии в розовую | Соответствует |
| Этанол | Сине-зеленая и светло-зеленая, бледнеющая при длительном стоянии | Светло-коричневая, темнеющая при длительном стоянии |
| 1-Пропанол | Желтая, темнеющая при добавлении первых капель воды и переходящая после прибавления не менее 15 капель в пурпурно-красную | Желтая, переходящая при добавлении воды в светло-розовую |
| 2-Пропанол | Желтая, темнеющая от первых капель воды, изменяется после прибавления более 20 капель в глубокую сине-фиолетовую. | Желтая, темнеющая от первых капель воды, изменяется после прибавления более 20 капель в пурпурно-розовую. |

| 1 | 2 | 3 |
|----------------------|---|---|
| 2-Пропанол | Желтая, темнеющая от первых капель воды, изменяется после прибавления более 20 капель в глубокую сине-фиолетовую. | Желтая, темнеющая от первых капель воды, изменяется после прибавления более 20 капель в пурпурно-розовую. |
| <i>изо</i> -Бутанол | Желтая, постепенно переходящая после добавления воды в красно-фиолетовую | Желтая, постепенно переходящая после добавления воды в кроваво-красную |
| <i>трет</i> -Бутанол | Оранжевая, переходящая после добавления воды в темную красно-фиолетовую. | Соответствует. дополнительно наблюдается разделение фаз. |

Реакция с 4-(*N,N*)-диметиламинобензальдегидом позволяет различить 1-пропанол, 1-бутанол и высшие спирты. В основе лежит следующее взаимодействие:



В таблице 2 приведены ожидаемые и полученные окраски при взаимодействии спиртов с раствором реагента в серной кислоте.

Таблица 2 – Результаты проведения реакции с *p*-диметиламинобензальдегидом

| Спирт | Окраска по методике | Полученные результаты |
|---|---------------------|-----------------------|
| н-Пропанол | Оранжево-коричневая | Оранжевая |
| н-Бутанол | Оранжевая | Коричневая |
| Спирты от C_6 до C_{10} | Вишнево-красная | Красная |

Таким образом, реакции с растворами ванилина 4-(*N,N*)-диметиламинобензальдегида в серной кислоте позволяет увеличить число спиртов для выполнения лабораторной работы и повысить точность обнаружения первичных спиртов. Реакция с раствором ванилина в серной кислоте также позволяет идентифицировать этанол, *изо*-бутанол и *трет*-бутанол. Следует, однако, указать, что все реакции желательно проводить в присутствии раствора-свидетеля для сравнения окрасок.

ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЙ

Цели устойчивого развития – это комплекс из 17 целей и 169 задач, стоящих перед международным сообществом, призванный помочь в ближайшее время ликвидировать нищету и неравенство, добиться социальной интеграции, остановить глобальное изменение климата и построить мир, в котором нашим потомкам хватит ресурсов для того, чтобы вести достойную жизнь. Цели представляют собой меры, ориентированные на обеспечение равномерного прогресса в трех основных аспектах устойчивого развития: экономического роста, социальной интеграции и охраны окружающей среды. Они носят глобальный характер, однако допускают возможность воплощения в зависимости от локального контекста. 25 сентября 2015 года 193 государства-члена ООН приняли на себя обязательства по достижению Целей устойчивого развития. Решение зафиксировано в документе под названием «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Также известный как «Повестка 2030», он стал результатом трех лет работы международных экспертов, делегаций стран-участниц ООН.

В 2015 году Республика Беларусь приняла обязательства по достижению ЦУР и предпринимает усилия по их реализации на глобальном, национальном и региональном уровнях. В связи с этим в Республике Беларусь была создана сложная система управления работой в области реализации ЦУР. Для формирования четкого механизма реализации «Повестки 2030» и осуществления общей координации деятельности Республики Беларусь по достижению ЦУР, Указом Президента Республики Беларусь от 25 мая 2017 года № 181 «О Национальном координаторе по достижению Целей устойчивого развития» учрежден институт Национального координатора по достижению ЦУР. Под руководством Национального координатора сформирован Совет по устойчивому развитию.

Согласно Плану-графику по сбору и актуализации данных на Национальной платформе в Белстате Минприроды представляет отчетность по национальным показателям ЦУР в 2022 году.

В целях 9, 11, 13 отражены задачи достижения устойчивого развития планеты в области качества атмосферного воздуха и изменения климата. В нашей стране этому направлению уделяют большое вни-

мание. Благодаря принятым мерам в республике около 90 % выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников улавливается и обезвреживается газоочистными установками, что позволяет сдерживать рост выбросов загрязняющих веществ в воздух с учетом развития экономики, в том числе строительства новых предприятий. Выполняются и обязательства по Парижскому соглашению-до 2030 года запланировано сокращение выбросов парниковых газов не менее чем на 35% к уровню 1990 года. За 2020 год сокращение составило уже 38,9%, а с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» – 56,3 %. Что касается сферы обращения с отходами (данному направлению посвящена ЦУР 12), то в Беларуси реализуются два проекта международной технической помощи по управлению опасными веществами (отходами), в том числе стойкими органическими загрязнителями. В рамках одного из них в 2021 году вывезено и частично уничтожено 96,4 тонн непригодных пестицидов, а в 2022 году вывезли и ликвидировали не менее 820 тонн. Также стоит обратить внимание на то, что доля отходов, производства 1-3 классов опасности, возросла. Чтобы снизить количество этих веществ, планируется их обезвредить на объекте по обезвреживанию опасных отходов на базе КУП «Комплекс по переработке и сохранению токсичных промышленных отходов в Гомельской области, созданного при финансовой поддержке Глобального экологического фонда.

Каждый день мы выбираем продукты и товары, заказываем услуги, трудимся на работе и участвуем в социальной и экономической жизни общества. Как потребители мы определяем, какие бизнесы будут процветать, а какие прекратят работу: выбор в пользу ответственных производств дает остальным бизнесам сигнал о том, что ответственность перед людьми и планетой – это их обязанность. Ключевой вклад каждого жителя планеты – осознанность. Выбирая ответственных производителей, экологичные виды энергии и топлива, ведя экологически-дружественный образ жизни, каждый человек совершает свой вклад в достижение Целей устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация Объединенных наций в Беларуси [Электронный ресурс]/Цели устойчивого развития. – Режим доступа:<http://un.by/oon/globalnaya-povestka/tseli-ustojchivogo-razvitiya>.

2. Министерство иностранных дел Республики Беларусь [Электронный ресурс]/ Достижение целей устойчивого развития в Беларуси/ Режим доступа : <http://mfa.gov.by/multilateral/sdg>.

ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Переработка мусора решает экологические и социальные проблемы. Раздельный сбор мусора – важная составляющая переработки. В Беларуси действует законодательство, сокращающее объемы складирования отходов на свалках. «Могилевский мусороперерабатывающий завод» [1] – предприятие, занимающееся сортировкой бытовых отходов и переработкой пленки в гранулят, производством вермигумуса и почвогрунта.

На предприятии используется специализированное оборудование и квалифицированный персонал для обработки отходов. Необработанная часть отходов захороняется на полигоне после сортировки и извлечения вторсырья. В Беларуси работают несколько сотен компаний, занимающихся сбором, переработкой и утилизацией отходов, включая Брестский мусороперерабатывающий завод и Унитарное коммунальное производственное предприятие «Промотходы» [2]. Переработка мусора имеет экологическую и социальную значимость, создавая новые рабочие места и способствуя развитию бизнеса. Однако, проблема переработки мусора остается глобальной, поэтому необходимо продолжать работу по сокращению объемов отходов и повышению эффективности их переработки. Это можно достичь совершенствованием технологий, повышением осведомленности населения и сотрудничеством с другими странами. Переработка мусора является частью плана устойчивого развития Беларуси, включая освоение альтернативных источников энергии.

Альтернативные источники энергии (АИЭ) – это возобновляемые энергетические ресурсы, которые получают благодаря использованию гидроэнергии, энергии ветра, солнечной энергии, геотермальной энергии, биомассы и энергии приливов и отливов. Плюсы АИЭ: возобновляемость, экологическая безопасность и доступность по цене. Минусы АИЭ: высокие траты на строительство и обслуживание, зависимость от климата, низкий КПД и маленькая мощность установок, а также воздействие на климат. Государства стремятся иметь АИЭ из-за их неисчерпаемости.

Гидроэнергия – использование движения воды для производства электроэнергии. Для этого используют гидроэлектростанции (ГЭС) с

плотинами и водохранилищами на реках с сильным потоком. Плотины создают напор воды, который приводит в действие гидротурбины и генераторы. Ветровая энергетика – это преобразование движения воздушных масс в электричество при помощи ветровых генераторов и мельниц. Для экономической выгоды от ветряных турбин скорость ветра должна достигать 7-12 м/с. Солнечную энергию преобразуют в электрическую посредством солнечных батарей. Основные недостатки – зависимость от погоды и времени суток. Геотермальные станции берут внутреннюю энергию Земли – горячую воду и пар. Их ставят в вулканических районах, где вода у поверхности или добраться до неё можно пробуравив скважину (от 3 до 10 км). Извлекаемая вода отапливает здания напрямую или через теплообменный блок. Энергия – биомассы- это энергия, получаемая из органического вещества растений и животных. Биомасса в виде мертвых растений, деревьев, травы, листьев, сельскохозяйственных культур, навоза, мусора, отходов животноводства может быть отличным источником альтернативных видов топлива, которые можно использовать для замены ископаемого топлива. Главный потребитель возобновляемых источников энергии – Евросоюз. В некоторых странах альтернативная энергетика вырабатывает почти 40% от всей электроэнергии. Там уже прижились разные меры поддержки: скидочные тарифы на подключение и возврат денег за покупку оборудования.

Альтернативные источники энергии в Беларуси сегодня и в ближайшем будущем не смогут заменить полностью традиционные энергоносители. Несмотря на это Беларусь стремится освоить технологии по освоению источников альтернативной энергии. Уже на данном этапе развития этих технологий виден прогресс в экономике. В заключение хочется сказать, что освоение альтернативных источников энергии и переработка твёрдого мусора является важной и неотъемлемой частью плана устойчивого развития Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. КПУП «Могилевский мусороперерабатывающий завод» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mogmpz.by/> – Дата доступа: 15.04.2023.
2. УКПП "Промотходы" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://promothody.by/contact.htm> – Дата доступа: 15.04.2023.
3. Самый высокий ветрогенератор в Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://clck.ru/34Jp7x> – Дата доступа: 15.04.2023.

АКСИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КУЛЬТУРЫ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

В настоящее время понятие культуры включает в себя систему материальных и духовных ценностей, способов их создания, а также формирования человека, обладающего способностями осваивать опыт предшествующих поколений для создания новых ценностей. Культура обуславливает строение и функционирование общества, она носит открытый характер, отражает те изменения, которые происходят в жизни того или иного народа. Культура, как и всё общество в целом, основывается на системе ценностей.

Ценности – социально одобряемые и разделяемые большинством людей представления о том, что такое добро, справедливость, патриотизм, романтическая любовь, дружба и т. п. Ценности не подвергаются сомнению, они служат эталоном и идеалом для всех людей.

Ценностную систему, по которой окружающие судят о том, что человек представляет из себя как личность, составляет совокупность ценностей, которым он следует. Ценностная система человека формируется в основном на основе воспитания.

Роль культуры в общественной жизни невозможно переоценить, так как, по большому счету, культура является той средой, в которой протекает человеческая жизнь, а значит, и жизнь всего общества. В этом смысле культура может пониматься как устойчивый, действующий дольше жизни одного поколения механизм адаптации общества к внешним условиям среды и изменениям своей собственной внутренней структуры. При этом свойственная культуре статичность не исключает полностью изменений. В рамках целого общества культурные изменения, безусловно, имеют место, но их протекание чаще всего растянуто во времени, менее динамично, чем жизнь отдельных членов общества. Таким образом, культура выполняет весьма значимую роль стабилизатора общественной жизни.

Устойчивость культуры к резким и глобальным изменениям можно объяснить тем, что культура как социальный феномен одновременно и постоянно воссоздается большим числом носителей данной культуры. Следовательно, чтобы в культуре закрепилось некое новшество, необходимо, чтобы новшество это было воспринято подавляющим числом носителей культуры. Только в этом случае нов-

шество становится неотъемлемой частью культуры, закрепляется как норма, передается в качестве таковой следующему поколению.

Люди используют культуру для организации и нормализации собственной жизни и деятельности. Культура регулирует взаимодействия людей, определяет единый масштаб для соотнесения поступков индивида с требованиями социума.

Проблема ценностей в культуре заключается в том, что ценность ассоциируется с типом «достойного» поведения. Ценности далеко не всегда находят прямое отражение в социальной практике. Иначе говоря, можно иметь и умоглядные идеалы. Те или иные ориентации могут не подкрепляться реальными поступками и, следовательно, не получать воплощения в жизненном стиле.

Человек соизмеряет свое поведение с нормой, идеалом, целью, которая выступает в качестве образца, эталона. Понятия «добро» или «зло», «прекрасное» или «безобразное», «праведное» или «неправедное» могут быть названы ценностями. В свою очередь, вязанные с ними взгляды, убеждения людей – ценностными идеями, которые могут оцениваться как приемлемые или неприемлемые, оптимистические или пессимистические, активно-творческие или пассивно-созерцательные.

Таким образом, если в прошлом культуры отличались большей замкнутостью, то в настоящее время они становятся более открытыми для взаимодействия с другими культурами. Это во многом обусловлено процессом формирования общечеловеческой цивилизации. Однако можно говорить и о сохранении уникального своеобразия каждой культуры. В этой связи следует отметить, что любая культура существует как исторически сложившаяся система, обладающая своими традициями, ценностными установками. Субъектом культуротворчества могут выступать как отдельный человек, так и социальная группа, нация, человечество в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы философии культуры: Опыт историко-материалистического анализа; под ред. Келле В.Ж. –М.: Мысль,1984.
2. Сайт Studfile. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5699528/>.– Дата доступа:01.12.2022.
3. Сайт Myuniversity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.myuniversity.ru/Культурология/Проблема_ценностей_в_культуре/4855_106461_страница2.html. –Дата доступа:01.12.2022.

ОБЩЕСТВО ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЕГО СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Общество потребления – это совокупность общественных отношений, в которых ключевое место играет индивидуальное потребление, опосредованное рынком. Потреблению способствовал научно-технический прогресс и следующее за ним развитие капитализма. Количество производимых товаров неуклонно росло и продолжает расти. Как отмечал Жан Бодрийяр, это приводит к тому, что в сформировавшейся системе отношений возрастает роль человека как потребителя.

Одной из особенностей общества потребления является возросшее значение имиджа. Растет стремление людей приобретать товары не ради использования по назначению, а ради того, чтобы показать свою значимость. Идентичность формируется путем перманентного потребления и обновления автомобилей, гардероба, гаджетов, впечатлений и острых ощущений. Идентичность консюмера связана с потреблением.

Таким образом, общество потребления порождает индивидуализм. С одной стороны, человек хочет показать свой статус, скупая новые вещи. С другой стороны, человек стремится стать похожим на других, покупая известные, брендовые вещи. Возникает феномен ложной индивидуальности. Консюмер стремится выделиться, однако индивидуальность самопрезентации приближает его к стадности. Индивидуализм проявляется как в покупке вещей, так и в заботе о своём теле. Акцент ставится на редуccionистской, гедонистической модели здоровья, которая ограничивается хорошим самочувствием и хорошей внешней представленностью.

Душевное здоровье и интеллектуальное развитие не являются объектами трендов, и, как следствие, не человек все реже уделяет внимание этим аспектам развития своей личности.

В создании желанного образа, в следовании ценностям консюмеризма человеку помогают реклама и мода. Реклама является неотъемлемой частью как современного общества в целом, так и общества потребления в частности. Сейчас она является не только способом выгодно продать товар.

В современном мире реклама приобрела роль агента потребительской социализации. Она направляет человека в выборе товара, повышающего как комфорт человека, так и его престиж. Однако осо-

бенность этих товаров в их недолговечности, способствующей постоянному обновлению вещей.

Современные производители стали делать товары, созданные для демонстрации, нежели для повседневного использования. Мода меняется вместе со сменой сезонов, поэтому потребителю придется постоянно обновлять свой гардероб, руководствуясь не только климатическими и погодными условиями, но и трендами.

В современном мире общество потребления оказывает существенное влияние на все сферы жизни общества. В искусстве это проявляется в первую очередь в излишнем использовании определенных жанров, и, в свою очередь, в упадке других. Большинство произведений искусства становятся копией самих себя. Если обратить внимание на образование, то мы увидим, что люди получают образование не ради знаний, а для направления на прибыльную работу. Всё чаще в местах получения среднего и высшего образования всё решает денежное состояние.

Прибыль не единственная цель поступления в ВУЗы. Имидж не менее важен, ведь поступление и обучение на престижных факультетах способствует самопрезентации. Это свидетельствует о том, что в современном мире образование и искусство стали услугой, которая требует денег и предлагает деньги, имидж, различные выгоды в настоящем и будущем. То есть фокусирует внимание на ресурсе, которое необходимо для потребления.

Потребление – это процесс, без которого невозможно человеческое существование. Однако избыточное потребление – это проблема. И последствием существования этой проблемы является духовное обеднение человека и истощение ресурсов планеты. Чтобы её решить, потребление нужно преобразовать. Способами такого преобразования может быть включение в цену товара экологической составляющей, продвижение товаров, направленных на интеллектуальное развитие и т.д. Сделать шаги к решению этой проблемы должно и общество, и государство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наше потребительское настоящее: монография / А. Н. Ильин. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2016.-332 с.
2. Ильин А.Н. Общество потребления: теоретическая модель и российская реальность. / Ильин А.Н. // Мир России. Социология. Этнология. – 2005. -№5. –С.3-40.

НЕГАТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Антиценности – это убеждения, идеи и способы поведения, ведущие к негативному или вредному поведению. В обществе эти типы ценностей нежелательны, поскольку они имеют негативные последствия для людей и их сосуществования.

Жадность – черта человека, которая граничит с такими ценностями как бережливость, экономность и рациональность. В она является их продолжением, т.е. их преувеличением и абсолютизации, когда они превращаются из позитива в негатив. Тем не менее границы между ними условны, и иногда трудно сказать бережливость это или жадность. Однако жадность есть, и она бывает всеохватывающей и разрушительной. Пример пассивной жадности – гоголевский Плюшкин, пример активной – любая ростовщическая и, потенциально, коммерческая деятельность, если она превращается в самоцель.

Подозрительность связана с затаенностью, самоизоляцией, со склонностью подозрительного человека к сворачиванию или минимизации общения с другими людьми или даже с животными и окружающей средой. Подозрительность вырастает из жадности, страха, недоверия человека.

Враждебность – это нечто среднее между подозрительностью и агрессивностью. Враждебно настроенный человек способен находить своих врагов всегда и везде. Весь мир для него становится враждебным, он обесценивается и воспринимается как антиценность. Жизнь человека становится более рискованной, опасной и иррациональной, она чревата выходом из-под контроля разума, резким сужением сознания и способностью трезво и всесторонне оценивать себя и окружающих.

Война – основная и классическая форма проявления агрессии на социальном уровне. Но войны не прекращаются и кажется, что им не будет конца. Признать войну ценностью достаточно трудно, если только вообще возможно. Обычным аргументом против однозначного осуждения войны и ее оценкой как бесчеловечности и антиценности является различие справедливых и несправедливых войн. К первым относят войны вынужденные, оборонительные и революционно-освободительные. Ко вторым – все остальные. Но война – это в любом случае поражение разума, желания и готовности решить вопрос мир-

ными политическими, экономическими, юридическими или иными ненасильственными и невоенными способами. Плохой мир лучше хорошей ссоры, и цена войны слишком часто превышает цену мира.

К вредным привычкам можно отнести массу погрешностей нашего поведения, стиля мышления, этикета. В основе своей они отражают общий уровень культуры общества или его субкультур. Все они символизируют ту нижнюю границу, предел нормального, разумного, нравственно, эмоционально, эстетически и социально приемлемого поведения, негласно общепринятого в данном социуме, за которым начинается неприемлемое и нетерпимое, аморальное или незаконное. С точки зрения социальной, вредные привязанности или привычки ухудшают общую атмосферу общения, понижают ее нравственный, познавательный и эстетический уровень, они делают менее эффективной совместную деятельность людей, порождая неприязнь или даже чувства отвращения одного человека или группы людей к субъекту этих привычек. Но, видимо, больший вред они наносят их носителю. Люди склонны оправдывать такого рода недостатки ссылкой на то, что они «мелкие» и не наносят человеку какого-либо существенного ущерба, что они в этом смысле «невинные».

В целом дурная привычка – это некая распушенность, больший или меньший беспорядок в образе жизни, психологии и мышлении человека. Существуют всеобъемлющие идеи, аккумулирующие суть морали и составляющие основу «правильной жизни»: добро, смысл жизни, свобода, счастье. От их правильного понимания зависит наша нравственность: поступки, взгляды, оценки, стратегия и тактика «правильной жизни». Но самое важное, что можно подчеркнуть – это то, что с антиценностями можно и тем более нужно бороться в современных реалиях. Нельзя допустить, чтобы антиценности стали обыденностью в нашей социальной жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анушвили А.Н. Объективная психология на основе волновой модели мозга. – М.: Экон-Информ, 2008. – 292 с

3. Твой рай и ад: Человечность и бесчеловечность человека (Философия, психология и стиль мышления гуманизма). – СПб.: «Алетейя», М.: «Логос», 1998. – 360 с.

4. Чудова Н.В. Агрессивность как базовый компонент пространства восприятия личностных особенностей // Теоретическая и экспериментальная психология, 2012, 3, с.24-32.

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

РАЗРАБОТКА СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ОБЕРТОЧНОЙ БУМАГИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАОЛИНА И КРАХМАЛА

Современная тенденция развития целлюлозно-бумажного производства характеризуется наращиванием объемов производства оберточных видов бумаги, отличающихся свойствами и областью применения. Оберточная бумага является самым экономичным методом упаковывания, транспортирования, хранения и распределения пищевых продуктов, различных потребительских товаров, фармацевтических препаратов и других продуктов. Поэтому она должна обладать повышенными прочностными свойствами. В связи с этим перспективным способом решения этой актуальной задачи является применение в композиции бумажных масс вспомогательных химических соединений, повышающих качество готовой продукции [1]. Поэтому в данной работе были исследованы отечественные добавки, в качестве которых выступили крахмалы.

Целью данной работы является исследование влияния немодифицированного и модифицированного крахмала на свойства оберточной бумаги.

На первом этапе настоящей работы были получены образцы оберточной бумаги из 100% макулатуры и 100% целлюлозы беленой сульфатной без применения химических веществ в их композиции. Результаты показали, что применение макулатуры в качестве исходного полуфабриката способствует получению готовой продукции с низкими показателями качества. Поэтому на втором этапе исследования были изготовлены образцы бумаги с применением минерального наполнителя (каолина) и немодифицированного крахмала в их композиции с различным его содержанием 5 и 10 кг/т. Исходя из полученных данных, наилучшими гидрофобными и физико-механическими свойствами обладают образцы с содержанием крахмала в количестве 5 кг/т, а именно, разрушающего усилия в сухом состоянии 144,3 Н и разрывной длины 5445 м.

На третьем этапе данного исследования проанализировано влияние модифицированного крахмала на свойства оберточной бумаги. Из диаграмм видно, что применение данного крахмала приводит к увеличению гидрофобных и физико-механических свойств. Происходит увеличение разрушающего усилия в сухом состоянии от 20,18 до

27,0 кгс, разрывной длины – от 7470 до 10010 м, разрушающего усилия во влажном состоянии – от 1,78 до 2,35 кгс и влагопрочности – от 8,75 до 10,35%. Применение модифицированного крахмала в количестве 5 кг/т способствует не только повышению показателей качества, но и имеет превосходство над расходом 10 кг/т с экономической точки зрения.

Таким образом, на основании полученных данных по гидрофобным и физико-механическим свойствам образцов оберточной бумаги можно сделать вывод, что добавление крахмала в композицию бумажных масс способствует улучшению показателей качества готовой продукции. Наиболее подходящим расходом немодифицированного и модифицированного крахмала является 5 кг/т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горскі, Г.М. Тэхналогія паперы і кардону / Г.М. Горскі. – Мн.: БДТУ, 2003. – 246 с.

УДК 674.815

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

Целью работы являлось изучение влияния параметров сушки в производстве древесных плит на свойства поверхности древесины. При изготовлении древесной стружки и волокна до операции осмоления они подвергаются термическому воздействию в процессе сушки и хранению в течении некоторого времени. При этом, как было установлено [1], изменяются свойства поверхности, а, следовательно, и ее смачиваемость карбамидоформальдегидными олигомерами.

Оценить изменение смачиваемости можно измерением краевого угла смачивания (КУС). Проблема заключается в том, что поверхность древесины очень неоднородна по структуре. Она характеризуется различным химическим составом на различных участках, различным анатомическим строением, неоднородна по шероховатости поверхности. Для получения достоверных данных о смачиваемости поверхности необходима соответствующая статистическая обработка экспериментальных данных. В качестве основного использовали метод последовательного анализа [2]. При проведении исследований по-

следовательно измерялись значения КУС поверхности шпона березы карбамидной смолой и рассчитывались среднее значение, дисперсия, среднеквадратичное отклонение и коэффициент вариации значений КУС (рис. 1).

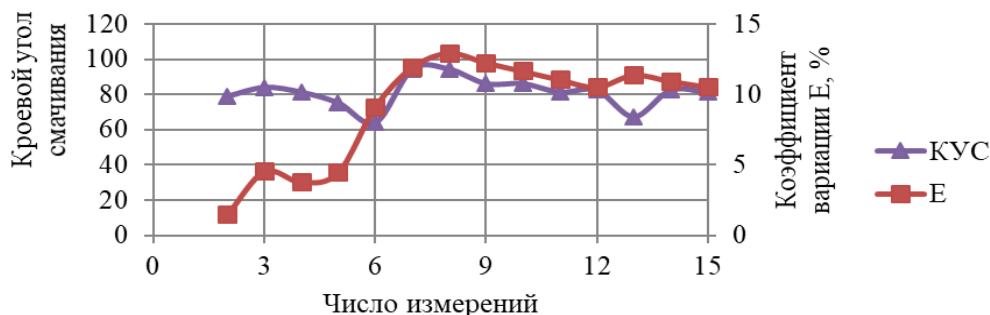


Рисунок 1 – Влияние числа измерений на погрешность определения значений КУС

Из полученных результатов следует, что после 12 измерений коэффициент вариации стабилизируется и сохраняется на уровне 10-12% даже не смотря на существенное отклонение одного из измерений (в 13-м опыте значение КУС составило 65°). Таким образом, 15 параллельных определений являются достаточными для достижения максимально возможной точности измерения КУС в данной системе.

При сушке стружка и волокно подвергаются значительному термическому воздействию [3]. Установлено, что условия термической обработки существенно влияют на КУС древесины карбамидоформальдегидными олигомерами (рисунок 2).

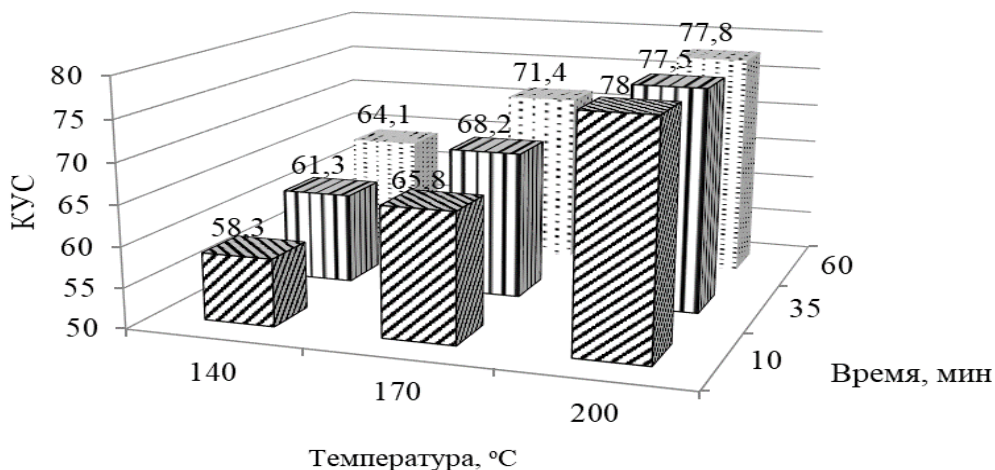


Рисунок 2 – Влияние параметров сушки на КУС

Термическая обработка приводит к значительному увеличению КУС и ухудшает смачивание, при этом время термообработки существенно влияет только при низкой температуре. При высокой температуре (200 °C) КУС достигает максимальных значений 77–78°. даже

при кратковременной термообработке. Следовательно, с целью сокращения расхода связующего целесообразно проводить сушку древесного наполнителя при минимальной температуре, ограниченной только требуемой производительностью сушильного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хмызов И.А., Герман Н.А. Теоретические основы производства древесных плитных материалов: учеб.–метод. пособие. – Минск : БГТУ, 2021. – 105 с.

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

3. Волынский В.Н. Технология стружечных и волокнистых древесных плит.– Таллин: Дезидерата, 2004. – 192 с.

УДК 620.197.6

Студ. Т.Ю. Нагорский, М.Р. Анзоров

Науч. рук. доц. С.И. Шпак

(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СИЛИКАТА НАТРИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Возросший интерес к применению древесины в строительстве в настоящее время обострил проблему защиты древесины от высокотемпературных воздействий.

Для огнезащиты древесины и изделий из нее, используются следующие виды материалов.

Лаки – они образуют на защищаемой поверхности тонкую прозрачную пленку, позволяющую сохранить текстуру древесины, обладают декоративными свойствами и защищают от возгорания и распространения пламени по поверхности;

Краски, эмали – образуют на защищаемой поверхности тонкий непрозрачный слой различных цветов и оттенков (придающих декоративный вид), препятствующий возгоранию, распространению пламени по поверхности и защищающий от воздействия влаги; представляют собой смесь связующего, наполнителей и пигментов;

Пасты, обмазки – наносимые на защищаемую поверхность составы пастообразной консистенции, защищающие от возгорания. Они отличаются от красок большей толщиной покрытия, более грубой дисперсностью наполнителей и не обладают достаточными декоративными свойствами;

Пропиточные составы – водные растворы солей (антипиренов), наносимые на поверхность древесины, вводимые способом глубокой пропитки под давлением или способом прогрев – холодная ванна и снижающие ее пожарную опасность. Кроме того, огнезащитные составы могут быть атмосфероустойчивыми и не атмосфероустойчивыми (не атмосфероустойчивые эксплуатируются в условиях закрытых отапливаемых помещений с относительной влажностью воздуха не более 70 %), а также стойкими в агрессивной среде (при воздействии агрессивных паров и газов).

Целью работы является повышение огнестойкости древесностружечных плит за счет применения в композиции водных растворов силиката натрия.

Для обработки древесины использовали стекло натриевое жидкое, произведенное на ОАО «Домановский производственно-торговый комбинат». Для снижения вязкости пропиточных растворов проводили разбавление товарного продукта до 5, 10, 20, 40, 80% концентрации. Пропитка древесины во всех случаях составляла одинаковое время, равное 10 с. Далее образцы древесины высушивались и подвергались испытанию на огнестойкость в огневой трубе.

В результате проведения испытаний получили следующие результаты:

– образцы, пропитанные 5%-ным раствором жидкого стекла загорелись на 4 с и их горение поддерживалось до полного сгорания образца;

– образцы, пропитанные 10%-ным раствором жидкого стекла загорелись на 6 с и их горение поддерживалось до полного сгорания образца;

– образцы, пропитанные 20%-ным раствором жидкого стекла загорелись на 9 с и продолжительность самостоятельного горения составила 45 с;

– образцы, пропитанные 40 и 80%-ным раствором жидкого стекла не загорались. Плёнка жидкого стекла начала пузыриться, плавиться с образованием белой пены на поверхности шпона. Горение поддерживалось искусственным путём на протяжении 1 мин.

Для получения образцов древесностружечных плит использовали 40% раствор жидкого стекла, так как он имел более низкую вязкость и соответственно лучше распределялся по поверхности древесной стружки. Плиты изготавливали однослойными по следующей схеме: смешивание стружки с раствором жидкого стекла (расход 10%); высушивание пропитанной стружки; смешивание пропитанной стружки с синтетическим связующим на основе карбамидоформальдегидной смолы; горячее прессование.

Исследования образцов плит показали, что потеря массы после горения контрольного образца (без добавления жидкого стекла) составила 10,3%, потеря массы после горения образца с добавлением жидкого стекла составила 1,3%. Интенсивность пламени горелки в первом случае была значительно выше и времени горения первого образца было на 10 секунд больше.

Таким образом, в результате проведения опытов было выявлено, что обработка жидким стеклом древесного сырья значительно повышает его огнестойкость. С учетом особенностей технологии древесностружечных плит пропитку необходимо осуществлять пропиткой раствором жидкого стекла с концентрацией 40% и расходом не менее 10% по отношению к древесному сырью.

УДК 633.521:677.11

Магистрант Д.Д. Захарчук

Науч. рук. проф., д-р техн. наук В.С. Болтовский
(кафедра биотехнологии, БГТУ)

КОСТРА ЛЬНА: СОСТАВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

Переработка льна – одна из наиболее перспективных отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающая производство широкого ассортимента изделий для различных отраслей промышленности [1]. Являясь важнейшей технической культурой, лен имеет большое экономическое значение для народного хозяйства. В РБ в основном выращивают лен-долгунец. Для Республики Беларусь представляет интерес глубокая переработка льна для расширения ассортимента выпускаемой продукции и эффективного использования сырья. На различных стадиях первичной переработки льна образуются треста, костра, солома, очесы. Благодаря своему составу и физико-химическим свойствам эти отходы являются вторичным сырьем и используются для получения различных востребованных продуктов.

Костра составляет примерно 70 % от массы выращиваемого льна и является крупнотоннажным отходом при его производстве. С 1 га посевных площадей получают 1,5 т льноволокна и 3,5 т костры. В настоящее время около 60–65 % льняной костры сжигается в котельных льнозаводов, а значительная ее часть остается неиспользованной. Компонентный состав костры (табл. 1) и ее физико-химические показатели (табл. 2), обуславливают возможность ее использования для переработки в различные виды востребованной продукции [1, 2].

Таблица 1 – Компонентный состав льняного сырья

| Вид сырья | Содержание, % | | | |
|------------------------|---|--------|-----------------------------|-----------|
| | Целлюлоза (степень полимеризации) | Лигнин | Водорастворимые вещества | Зольность |
| Льняное волокно | 84,79 (4700) | 2,58 | 4,05 | 0,5 |
| Пылевидные отходы льна | 53,97 (970) | 24,93 | 0,02 | 5,18 |
| Коробочки, стебель | 36,46 (1130) | 27,23 | 0,8 | 17,9 |
| Костра | 50,80 (2290) | 29,72 | 0,2 | 1,5 |

Таблица 2 – Физико-химические показатели льняного сырья

| Вид сырья | Разбухание по толщине, % | Водопоглощение, % | Плотность, кг/м ³ |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Льняное волокно | 8,42 | 256 | 206 |
| Пылевидные отходы льна | 7,54 | 179 | 347 |
| Коробочки, стебель | 12,85 | 175 | 579 |
| Костра | 9,59 | 116 | 469 |

В настоящее время известно получение кормовой добавки из переработанной костры льна [3]. Представляют интерес проведение исследований и разработка технологических решений по получению пищевой клетчатки [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Перепечаев А.Н. О технологиях углубленной переработки льнозаводами костры и низкосортного короткого волокна / А.Н. Перепечаев, В.И. Карпунин, Е.В. Кислов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2018. – № 51. – С. 81–85.
2. Сусоева И.В. Химический состав и способ утилизации отходов производства хлопковых и льняных волокон / И.В. Сусоева, Т.Н. Вахнина, А.В. Свиридов // Химия растительного сырья. – 2017. – №3. – С.211–220.
3. Бадретдинова И.В. Направления эффективного использования льняной костры / И.В. Бадретдинова, А.Б. Спиридонов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Ижевск, 16–19 февраля, 2016 г.: в 3 т. / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2016. – Т. 3. – С. 3–5.
4. Болтовский, В. С. Перспективы получения пищевых волокон из отходов переработки сельскохозяйственных культур / В. С. Болтовский, М. В. Андрюхова, Д. Д. Захарчук // Технология органических веществ: материалы 87-й науч.-техн. конфер. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2023. – С. 65–69.

Студ. М.А. Белявская; магистр. А.Л. Гиндуш
Науч. рук.: доц. И.А. Хмызов; зав. кафедрой В.Л. Флейшер
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРОКЛЕЙКИ БУМАГИ

Целью работы являлось создание математической модели процесса проклейки бумажной массы с применением клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н. Исследовалось ее влияние на впитываемость при одностороннем смачивании. Для аналитического решения задачи оптимизации необходимо получение математических зависимостей, описывающих процесс проклейки. При проведении исследований варьировали значения содержания эмульсии ТМАС-3Н в бумажных массах и степени помола волокнистой суспензии [1].

Используемая в исследовании клеевая канифольная композиция ТМАС-3Н представляет собой пастообразный продукт с содержанием свободных смоляных кислот 42% и сухих веществ 55–65%, полученный частичным омылением гидроксидом натрия смеси модифицированной моноэтаноламином смоляных кислот таловой канифоли и малеинизированной канифоли. Особенностью клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н является наличие в ее структуре амидов смоляных кислот, полученных модифицированием таловой канифоли моноэтаноламином.

При обработке реализованного плана эксперимента было показано, что традиционно применяемые для этих целей полиномиальные уравнения регрессии 2-4 порядков не позволяют получить достоверные математические зависимости. Установлено, что полное математическое описание объекта исследования должно одновременно состоять из комбинации двух видов уравнений – логистического и полиномиального.

Для решения задачи комбинирования двух видов уравнений на основании информации, изложенной в [2, стр. 300–302], нами было выдвинуто следующее предположение: если при постоянном содержании эмульсии ТМАС-3Н характер изменения впитываемости от степени помола имеет полиномиальный характер, то по полиномиальному закону будут изменяться и коэффициенты логистического уравнения, описывающего зависимость впитываемости от содержания эмульсии ТМАС-3Н в бумажных массах. Математическая модель исследуемого объекта будет задаваться системой уравнений:

$$\begin{cases} Y = b_0 + \frac{b_1}{1 + b_2 e^{b_3 x_1}} \\ b_i = k_{i0} + k_{i1} x_2 + k_{i2} x_2^2 \end{cases}$$

где Y – впитываемость, г/м²; x_1 – содержание эмульсии ТМАС-3Н, % от а. с. в.; x_2 – степень помола, °ШР.

На основании полученной комбинированной модели была построена трехмерная диаграмма, отражающая влияние факторов на впитываемость образцов бумаги.

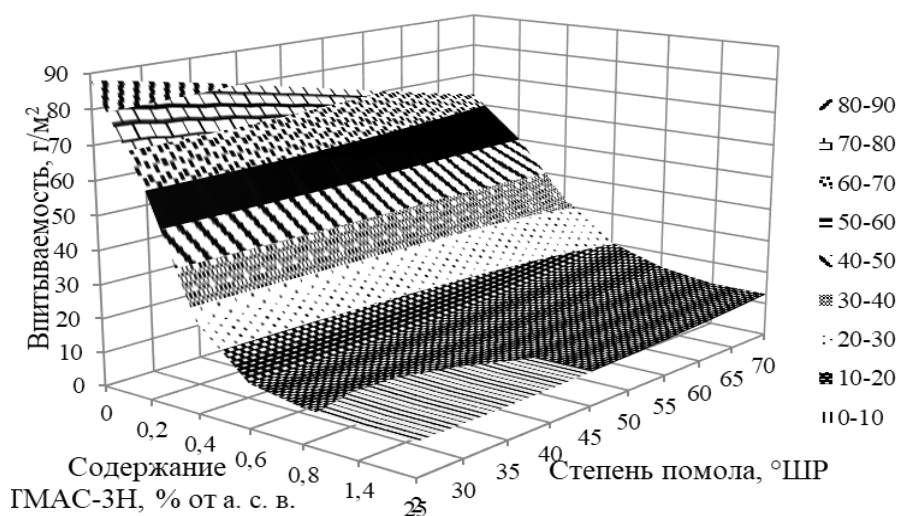


Рисунок – Графическая интерпретация математической модели зависимости впитываемости образцов бумаги от содержания ТМАС-3Н и степени помола

Сопоставительный анализ расчетных и эмпирических значений впитываемости показывает, что комбинированная модель достоверно отражает характер изменения значений показателя «впитываемость» от исследуемых факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флейшер В.Л., Черная Н.В., Шашок Ж.С. Особенности применения эмульсий димеров алкилкетенов и модифицированных смоляных кислот в целлюлозных и макулатурных суспензиях для получения высококачественных видов бумаги и картона // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2022. – Т. 58. – № 2. – С. 237–250.

2. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии: учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.

Студ. К.Г. Гогина
Науч. рук.: ст. преп. М.В. Андрюхова
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ОКСИСТАБИЛИЗАЦИЯ АМАРАНТОВОГО МАСЛА В КОСМЕТИЧЕСКОМ КРЕМЕ

Растительные масла являются важными ингредиентами, которые используются в косметических средствах для придания гладкости, мягкости кожи, ногтей и волос.

В последние годы большой интерес вызывает амарант, имеющий давние традиции использования в пищевой и медицинской практике благодаря своему составу. Главной особенностью, отличающей его от всех известных масел, является высокое содержание сквалена – до 8 % [1].

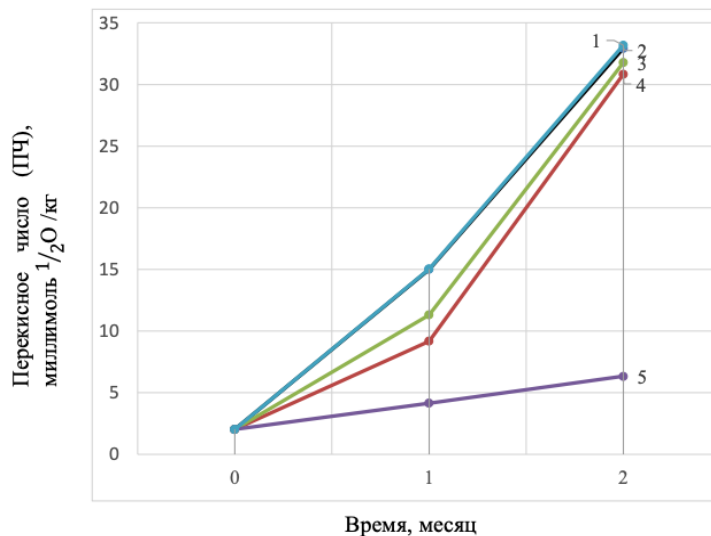
Сквален выполняет в организме роль регулятора липидного и стероидного обмена, являясь предшественником целого ряда стероидных гормонов, холестерина и витамина Д. Он является обязательным компонентом сальных желез подкожной клетчатки человека, при повреждении которой концентрация сквалена резко возрастает, что свидетельствует о его защитной роли [2].

Наличие шести двойных связей в его структуре приводит к интенсивному окислению. Следовательно, необходима разработка способа стабилизации амарантового масла с целью дальнейшего использования масла в косметических средствах. Возможным способом предотвращения окисления амарантового масла является применение антиоксидантов [3].

Цель работы – изучить влияние вида антиоксиданта (бензойная кислота, витамин Е и оксинекс (токоферол, аскорбилпальмитат, аскорбиновая кислота и лимонная кислота) на степень окисления амарантового масла и разработать рецептурный состав косметического крема.

Влияние вида антиоксиданта на склонность амарантового масла к окислению оценивали по изменению перекисного числа (рис.) амарантового масла. Перекисное число служит количественным показателем наличия первичных продуктов окисления перекисей и гидроперекисей, то есть окислительных изменений, происходящих в жирах.

По антиоксидантной активности исследуемые антиоксиданты можно расположить в следующей последовательности: оксинекс, витамин Е 400 мг, витамин Е 200 мг, бензойная кислота.



1 - Масло без стабилизации, 2 - Бензойная кислота, 3 - Витамин Е 200 мг, 4 - Витамин Е 400 мг, 5 - Оксинекс

Рисунок – Перекисное число амарантового масла в зависимости от вида антиоксиданта (при хранении без доступа света при 20 °С)

Следовательно, для стабилизации амарантового масла в косметических средствах целесообразно использовать смесь антиоксидантов оксинекс (токоферол, аскорбилпальмитат, аскорбиновая кислота, лимонная кислота).

С учетом результатов проведенного исследования разработана рецептура крема косметического с добавлением амарантового масла, стабилизированного смесью антиоксидантов оксинекс в количестве 0,1 % масс. Качество разработанного косметического крема с амарантовым маслом соответствует требованиям ГОСТ 34160–2012.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмалько Н. А. Амарант – перспективная пищевая культура XXI века / Н. А. Шмалько, Ю. Ф. Росляков, Л. К. Бочкова // Наука Кубани. – 2007. – Прил. – С. 6–13.

2. Офицеров Е. Н. Амарант – перспективное сырье для пищевой и фармацевтической промышленности / Е. Н. Офицеров // Бутлеровские сообщения. – 2001. – Т. 2, № 5. – С. 1.

3. Naoki Shimizu, Junya Ito, Shunji Kato, Yurika Otoki Oxidation of squalene by singlet oxygen and free radicals results in different compositions of squalene monohydroperoxide isomers // Scientific Reports. 2018.

Студ. А.А. Кислякова

Науч. рук.: ст. преп. М.В. Андрюхова

(кафедра химической переработки древесины, БГТУ);

ст. преп. Е.В. Феськова (кафедра биотехнологии, БГТУ)

АНАЛИЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА СОУСОВ НА ОСНОВЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА

Растительные масла представляют собой смеси, состоящие из сложных эфиров глицерина с кислотами жирного ряда, и сопутствующих веществ. В настоящее время анализ растительных масел осуществляется в соответствии с существующей нормативной документацией. Контролируются такие показатели качества как вкус, цвет, запах, прозрачность, наличие осадка, значения кислотного, перекисного, йодного и эфирного чисел, числа омыления и показатель преломления. Чистоту масел устанавливают по наличию мыла, воска, а также содержанию влаги и летучих веществ. В последнее время для стандартизации растительных масел рекомендовано проводить определение биологически активных веществ, которые обеспечивают их фармакологическую активность. Идентификацию масел осуществляют по жирнокислотному составу методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ).

В связи с наличием в льняном масле линолевой (омега-6) и линоленовой (омега-3) жирных кислот, содержащих 2 и 3 кратные связи соответственно, оно в большей степени подвержено окислению по сравнению с другими маслами, традиционно используемыми в салатных соусах, – рафинированным подсолнечным и оливковым.

В продолжение ранее проведенных исследований [1, 2], посвященных разработке рецептур неэмульгированных соусов «Пикантный», «Винегрет» и «Греческий» на основе льняного масла прямого отжима и исследованию влияния условий хранения на качество соусов, целесообразно проанализировать жирнокислотный состав образцов, которые хранились при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ с доступом света.

Цель работы – изучить жирнокислотный состав салатных соусов на основе льняного масла в условиях, способствующих протеканию процесса фотоокисления методом ГЖХ.

На основании результатов определения органолептических показателей и перекисного числа образцов установлен срок годности соусов, который составил не более 1 месяца при температуре хранения $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

При дальнейшем хранении соусов значение перекисного числа превышает норму по ТР ТС 024/2011, равную 10 ммоль $\frac{1}{2}$ O₂/кг, что свидетельствует о небезопасности продукта для потребителя и прогрессирующей окислительной порче масла.

Анализ метиловых эфиров жирных кислот проводили на хроматографе Agilent 7820A GC (Agilent Technologies, США), оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-Innowax 0,25мм×30м×0,25мкм (полиэтиленгликоль). Анализ проводили при скорости потока гелия 20 см³/с; температуре колонки 220 °С, инжектора и детектора – 250 °С. Объем анализируемой пробы – 1 мкл. Индивидуальные жирные кислоты идентифицировали по времени удерживания при разделении стандартных смесей этих веществ (Supelco Park, USA) и оценивали в процентах от их общего содержания.

Воздействие света и специй на жирнокислотный состав соусов при хранении при температуре (20 ± 2) °С с доступом света незначительно, однако стоит отметить, что содержание линоленовой кислоты в салатных соусах снизилось на 0,31–1,87 % по сравнению с льняным маслом, которое хранилось при тех же условиях. Кроме того, количество трансизомеров олеиновой кислоты в соусах увеличилось на 0,17–0,30 %.

Таким образом, для увеличения срока годности и сохранения потребительских свойств, разработанных неэмульгированных соусов на основе льняного масла «Пикантный», «Винегрет» и «Греческий» целесообразно использовать потребительскую тару из темного стекла или пластика и осуществлять инъекцию азота или другого инертного газа на стадии розлива соусов, а после вскрытия упаковки хранить при температуре (4 ± 2) °С без доступа света.

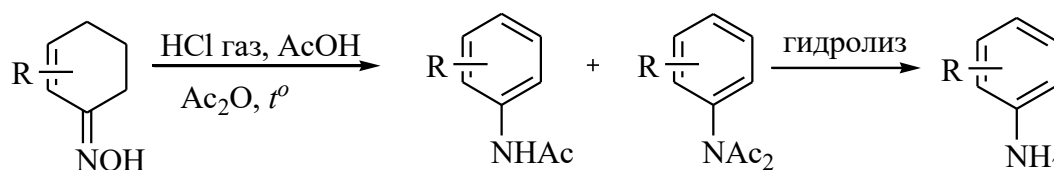
ЛИТЕРАТУРА

1. Кислякова А. А. Разработка рецептур неэмульгированных соусов на основе льняного масла / А. А. Кислякова // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 18-23 апреля 2022 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2022. – Ч. 2. – С. 94–95.

2. Кислякова, А. А. Фотоокисление салатных соусов на основе льняного масла при хранении / А. А. Кислякова // Наука – шаг в будущее : тезисы докладов XVI студенческой научно-практической конференции факультета технологии органических веществ, Минск, 30 ноября – 1 декабря 2022 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2022. – С. 36.

**СИНТЕЗ 4,4'-ДИБУТИЛБИФЕНИЛ-3-АМИНА
НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННОГО ЦИКЛОГЕКСЕНОНА**

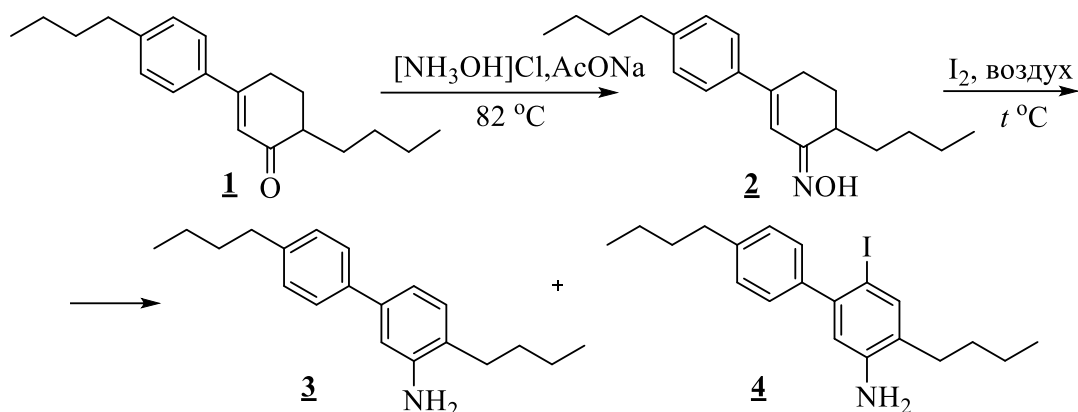
Известным методом получения первичных ароматических аминов на основе замещенных циклогексенонов является реакция Семмлера-Вольфа (Semmler-Wolff), в которой в качестве азотсодержащих субстратов используются соответствующие оксимы. Установлено, что при кипячении в смеси уксусной кислоты с уксусным ангидридом после продувания газообразного хлористого водорода оксимы циклогексенонов претерпевают трансформацию в соответствующие N-ацил- и N,N-диациланилиды. После снятия ацетильных групп последние переводятся в целевые ароматические амины. Неоднократно отмечаемыми недостатками этой реакции являются жесткие условия, приводящие к низким выходам целевых аминов [1].



К попыткам улучшить приведенную методику можно отнести предложение заменить оксимы их O-ацильными производными [2].

Недавно для синтеза 3,5-дизамещенных анилинов на основе оксимов 3,5-дизамещенных циклогексенонов был предложен одностадийный вариант осуществления реакции Семмлера-Вольфа под действием иода [3].

Цель настоящей работы состояла в применении методики йодпромотированной реакции Семмлера-Вольфа к оксиму 3-арил-6-алкилзамещенного циклогекс-2-енона (**1**). В качестве исходного субстрата для синтеза соответствующего оксима **2** был использован 6-бутил-3-(4-бутилфенил)циклогекс-2-енон **1**, синтезированный ранее реакцией соответствующей соли Манниза с бутилзамещенным ацетоуксусным эфиром в условиях основного катализа. Реакцию карбонильного соединения **1** с азотсодержащим нуклеофилом осуществляли кипячением с гидрохлоридом гидроксиламина в изопропиловом спирте в присутствии ацетата натрия.



Целевой оксим **2** экстрагировали CH_2Cl_2 , сушили над Na_2SO_4 , и после удаления растворителя на пленочном испарителе выделяли маслообразный оксим **2**. Согласно предыдущим исследованиям на структурных аналогах синтезированного оксима, он должен представлять собой эквимольную смесь *синь*- и *анти*- изомеров (*Z*- и *E*-изомеров) вследствие несимметричной структуры углеводородного остова в отличие от продуктов реакции оксима с циклогексаноном, выполняемой на лабораторном практикуме.

Эта смесь пространственных изомеров **2**, не требующих разделения, вводилась в реакцию с 1,5 мольным избытком иода в диоксане. Реакционная смесь кипятилась 5 часов с обратным холодильником. Ход реакции контролировали с помощью ТСХ. По завершении реакции на хроматографической пластинке фиксировалось по крайней мере 2 индивидуальных соединения 4,4'-дибутилбифенил-3-амина **3** и 4,4'-дибутил-2-иодбифенил-3-амина **4**.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов установлено, что использование оксимов 6-алкил-3-арилзамещенных циклогекс-2-енонов в иод-промотированной реакции Семмлера-Вольфа для синтеза ароматических аминов является приемлемым

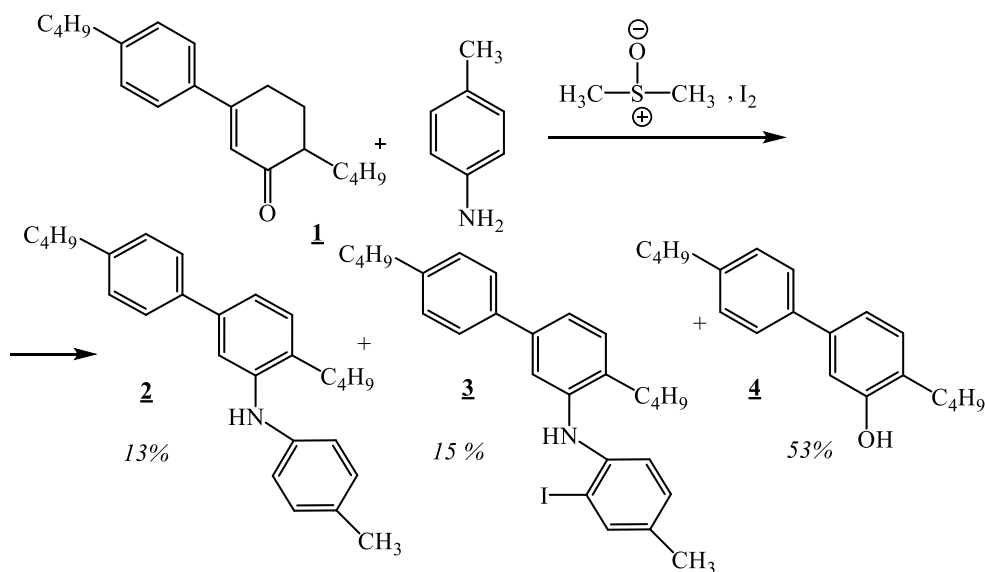
ЛИТЕРАТУРА

1. Tabolin, A. A. Rearrangement of N-Oxyenamines and Related Reactions / A. A. Tabolin, S. L. Ioffe // Chem. Rev. – 2014. – Vol. 114, № 10. – P. 5426–5476.
2. Hong, W. P. Pd-Catalyzed Semmler–Wolff Reactions for the Conversion of Substituted Cyclohexenone Oximes to Primary Anilines / W. P. Hong, A.V. Iosub, S. S. Stahl // J. Am. Chem. Soc. – 2013. – Vol. 135. № 37. – P. 13664–13667.
3. Wang, S., You, X., Zhao, D-Y., Mou N-J., Luo Q-L. Iodine-promoted Semmler-Wolff reactions: step economic access to *meta*-substituted primary anilines via aromatization / Chem. – A European J. 2017, Vol. 23, № 49, P. 11757–11760.

СИНТЕЗ 4,4'-ДИБУТИЛ-*N-n*-ТОЛИЛБИФЕНИЛ-3-АМИНА

Диариламины в последние годы привлекают интерес фармацевтических компаний и производителей электролюминесцентных материалов и дисплеев. Однако эти соединения можно отнести к достаточно труднодоступным в связи со сложностями и ограничениями при их синтезе. В большинстве предлагаемых методик для арилирования анилинов необходимо применять катализаторы на основе благородных металлов, что создает определенные экологические проблемы, связанные с выделением последних, очисткой и регенерацией. С учетом указанных трудностей, в последние годы химики обратили внимание на разработку способов получения диариламинов на основе реакций сочетания алициклических соединений с ароматическими аминами, в которых аминирование сопровождается ароматизацией с участием иода [1].

С учетом вышеуказанных литературных данных нами была предпринята попытка адаптации описанной методики к синтезу вторичных диариламинов на основе 6-алкил-3-арилзамещенных циклогекс-2-енонов. Цель данной работы состояла в синтезе нового, ранее не описанного 4,4'-дибутил-*N-n*-толилбифенил-3-амина, который представляет самостоятельный интерес для изучения его физико-химических и люминисцентных свойств.



В качестве исходного субстрата был использован 6-бутил-3-(4-бутилфенил)циклогекс-2-енон **1**, который нагревали с эквимолярным

количеством пара-толуидина в ДМСО в присутствии 50% мольного количества иода и 10% мольного количества паратолуолсульфокислоты. Реакционная смесь нагревалась 8 часов при 80–90°C. Ход реакции контролировали с помощью тонкослойной хроматографии по исчезновению исходного циклогексенона **1**. После завершения, реакционная смесь разбавлялась хлористым метиленом, промывалась 20% раствором тиосульфата натрия, затем водой и высушивалась над безводным Na₂SO₄. Затем растворитель отгонялся, остаток подвергался хроматографическому разделению на колонке с силикагелем при элюировании смесью петролейный эфир/этилацетат в соотношении 5/1. В результате хроматографического разделения было выделено 3 вещества: 4,4'-дибутил-N-п-толилбифенил-3-амин **2**, 4,4'-дибутил-N-(2-иод-4-метилфенил)бифенил-3-амин **3** и 4,4'-дибутилбифенил-3-ол **4**, структурные формулы и выходы которых приведены на схеме. Состав и строение синтезированных соединений **2–4** доказано с помощью ¹H и ¹³C ЯМР спектроскопии.

Таким образом, из полученных результатов следует, что в приведенных условиях ароматизация циклогексенона под действием иода в ДМСО является преимущественным направлением реакции. Образование промежуточного имина затруднено, по-видимому, по двум причинам: вследствие, стерических затруднений и необходимости выведения С=О группы из системы сопряжения на стадии A_N реакции. Поэтому медленно образующийся вторичный амин подвергается иодированию в присутствии иода, который находится в избытке по отношению к образующемуся амину. Ароматизация циклогекс-2-енона облегчается образованием диеновой системы вследствие енолизации и последующей реакции с иодом.

Для подтверждения сделанного вывода мы попробовали осуществить предварительный синтез имина нагреванием циклогекс-2-енона **1** с толуидином в присутствии пара-толуолсульфокислоты (и без нее) в ДМСО или изопропиловом спирте. Однако в обоих случаях мы фиксировали только исходные реагенты без заметного накопления целевого имина вследствие обратимости реакции присоединения.

ЛИТЕРАТУРА

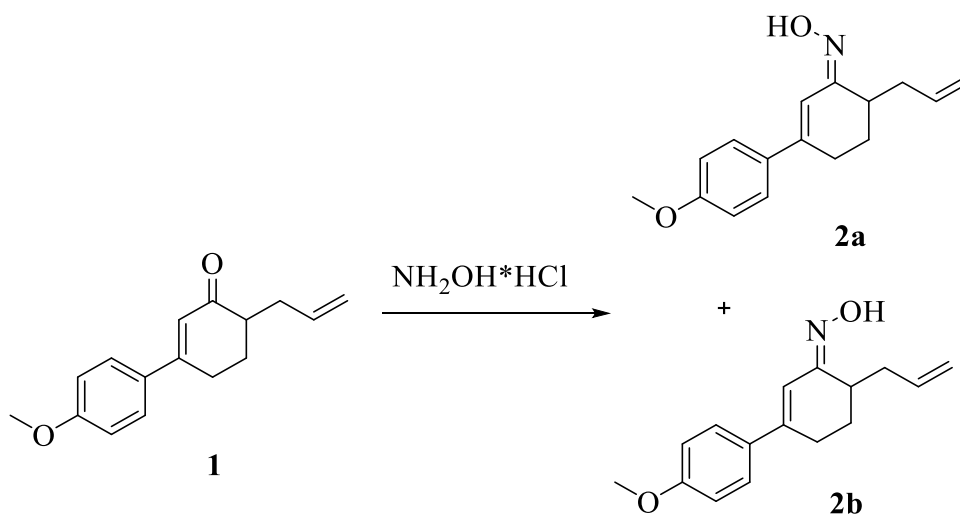
1. Metal-free direct amination/aromatization of 2-cyclohexenones to iodo-N-arylanilines and N-arylanilines promoted by iodine / M. T. Barros [et al.] // Chem. Commun. – 2012. – Vol. 48. – P. 10901–10903.

Студ. Е.Ю. Липский, А.В. Островская
 Науч. рук.: проф. В.С. Безбородов;
 зав. кафедрой, доц. С.Г. Михалёнок; ассист. А.С. Орёл
 (кафедра органической химии, БГТУ)

СИНТЕЗ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ОКСИМОВ 6-АЛКЕНИЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ

В рамках продолжения исследований превращений 3,6-дизамещенных циклогекс-2-енонов нами был осуществлен синтез оксимов 3-арил-6-аллилциклогекс-2-енонов с целью дальнейшего разделения смеси изомеров для селективного получения гетероциклических соединений, обладающих биологической активностью [1].

Оксим получали взаимодействием 3,6-дизамещенного циклогекс-2-енона **1** с солянокислым гидроксиламином в изопропиловом спирте с использованием ацетата натрия в качестве основания. Реакция проводилась при комнатной температуре при постоянном перемешивании в течение 24 ч. Выходы оксимов (в виде смеси E/Z изомеров) составили 72–80%.



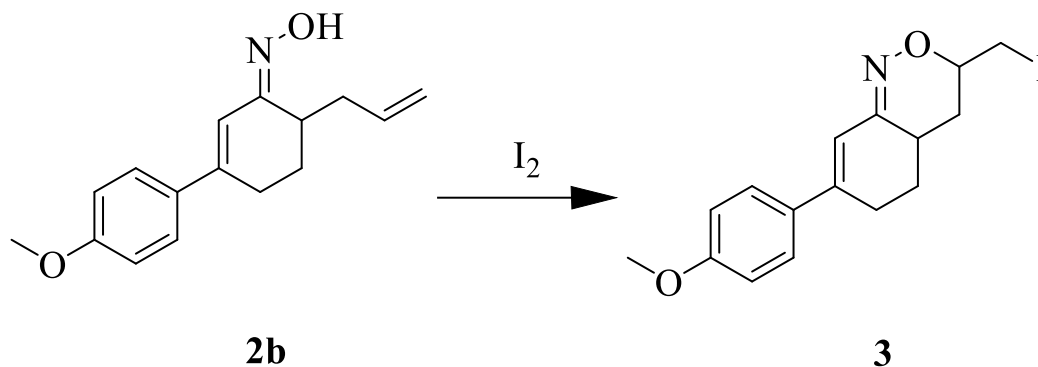
Сравнительный анализ ^1H ЯМР спектров соединений **2a**, **2b** с данными работ [2, 3] показал, что синтезированные оксимы представляют смеси E и Z изомеров в соотношении 2:1 соответственно.

Сигнал протона H-2 еноновой системы Z-оксима находится в области 7,04–7,24 м.д., сигнал этого же протона E-изомера оксима находится в области 6,45–6,54 м.д. Это связано с пространственным расположением атома кислорода оксима относительно протона 2-Н.

Кристаллизация проводилась из изопропилового спирта. В результате был выделен Z-изомер, в то время как E-изомер оставался в

маточном растворе с примесью *Z*-изомера. После чего удалось откристаллизовать *E*-изомер из раствора с выходом 32%.

Изучение циклизации *E*-изомера оксима **2b** под действием иода в дихлорметане в присутствии насыщенного раствора NaHCO_3 в течение 24 часов при комнатной температуре приводит к образованию 6-йодметил-5,6-дигидро-4*H*-1,2-оксазину **3**.



В дальнейших исследованиях планируется сравнить реакционную способность *Z*- и *E*- изомеров оксимов в реакциях внутримолекулярной циклизации, поскольку получение новых функционализированных гетероциклических соединений, обладающих биологической активностью, представляет научный и практический интерес.

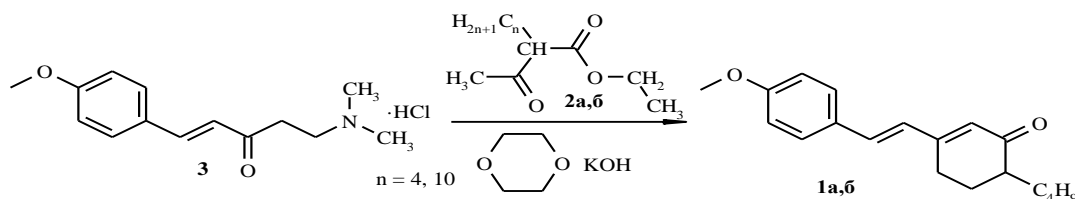
ЛИТЕРАТУРА

1. Sridharan, V. A Novel Synthetic Route for the Synthesis of 4,6-Diaryl-2-methyl-1,3-benzoxazoles / V. Sridharan, S. Muthusubramanian, S. Sivasubramanian // *J. Heterocyclic Chem.* – 2005. – Vol.42. – P. 1321–1330.
2. Zaidlewicz, M. Reduction of O-Methyl Oxime Ethers of Conjugated Cyclohexenones with Aluminum Hydride / M. Zaidlewicz, I.G. Uzarewicz // *Heteroatom Chemistry.* – 1993. – Vol. 4, № 1. – P. 73–77.
3. Орёл, А.С. Получение оксимов циклогекс-2-енонов и установление их конфигурации при помощи ЯМР-спектроскопии / А.С. Орёл [и др.] // *Технология органических веществ: материалы 85-ой науч.- технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–13 февраля 2021 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск: БГТУ, 2021. – С. 160–162.*

Студ. А.А. Маслаков, Я.И. Рыбакова
 Науч. рук.: проф. В.С. Безбородов;
 зав. кафедрой, доц. С.Г. Михалёнок
 (кафедра органической химии, БГТУ)

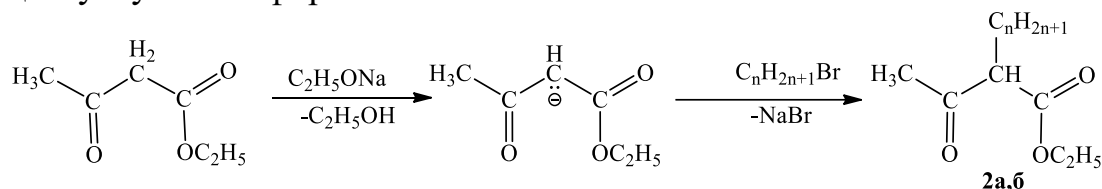
СИНТЕЗ 3-СТИРИЛЦИКЛОГЕСЕНОНОВ

Целью работы является синтез 3-(4-метоксистирил)-6-алкилциклогекс-2-енонов **1а, б** из соответствующих 2-алкилацетоуксусных эфиров **2а, б** и солей Манниха **3**, обозначить сферы их применения в различных отраслях промышленности.

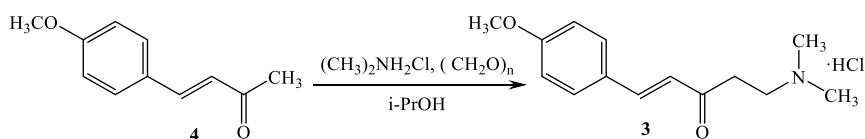


Конденсацию 2-алкилацетоуксусных эфиров **2а, б** с гидрохлоридом 4-метоксистирил- β -N,N-диметиламиноэтилпропа-1-она **3** проводили в течении 2,5 ч в присутствии гидроксида калия в мольном соотношении 1,1:1:2,5 в кипящем диоксане. Реакционную смесь охлаждали, подкисляли 5%-ным раствором серной кислоты до pH = 5–6. Выпавший осадок **1а, б** отфильтровывали, промывали водой, кристаллизовали из этилацетата [1, 2].

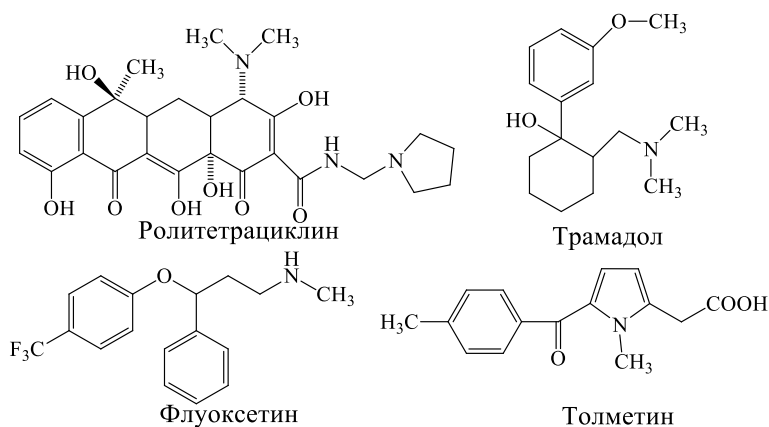
2-Алкилацетоуксусные эфиры **2а, б** получали C-алкилированием ацетоуксусного эфира.



Гидрохлорид 4-метоксистирил- β -N, N-диметиламиноэтилпропа-1-она **3** синтезировали кипячением в течении нескольких часов смеси *p*-метоксибензилиденацетона **4**, параформальдегида и гидрохлорида диметиламина в изопропиловом спирте в условиях кислотного катализа. Исходная соль Манниха **3** была выделена в виде белого кристаллического вещества с выходом 40–50 %. Чистоту соли Манниха и степень превращения исходным веществ определяли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ).



Реакции, лежащие в основе синтеза, а также получаемые продукты могут использоваться в различных областях промышленности. Известно, что в синтезах таких лекарственных препаратов, как Ролитетрациклин, Трамадол, Флуоксетин и Толметин, одним из этапов является реакция Манниха.



Известно, что 3-(4-метоксистирил)-6-алкилциклогекс-2-еноны **1a, б** и продукты их циклоприсоединения представляют несомненный научный и практический интерес, могут найти применение для создания различных материалов, включая биологически активные субстанции, нанокомпозиции, люминофоры, красители и т.д. [2]. Так, например, 3-(4-метоксистирил)-5,5-диметилциклогекс-2-енон может применяться для производства солнечных батарей, а также обладает антимикробной активностью, подавляя такие виды бактерий, как *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumonia*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, and *Escherichia coli* [3]. Следует также добавить, что продукты каталитического гидрирования 3-(4-метоксистирил)-6-алкилцикло-екс-2-енонов **1a, б** перспективны для получения разнообразных жидкокристаллических соединений [1].

ЛИТЕРАТУРА

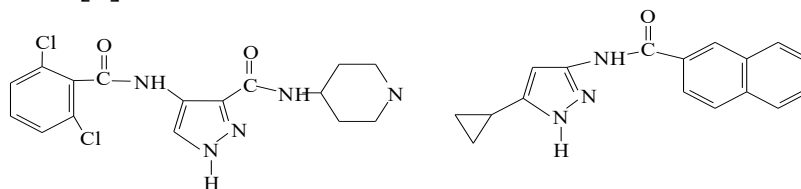
1. Безбородов, В.С. Полупродукты получения жидкокристаллических и анизотропных материалов/ В.С. Безбородов [и др.]// Жидк. крист. и из практич. использ. –2014. – Т. 14, № 4. – С. 59–73.
2. Безбородов, В.С. Анизотропные замещенные циклогекс-2-еноны – синтез, превращения и перспективы практического использования / В.С. Безбородов [и др.] // Жидк. крист. и из практич. использ. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 5–22.
3. Synthesis, solar cell application, and biological study of vinyl substituted isophorone derivatives/ Zehra Kozak [at al.] // Res. Chem. Intermed. – 2019. – V. 45, № 11. – P. 5625–5639.

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ДИБЕНЗАЛЬАЦЕТОНА С ФЕНИЛГИДРАЗИНОМ

Среди многообразия гетероциклических соединений, исследования которых развиваются и находят широкое практическое применение, важное место занимают пиразол и его производные. Органические соединения, содержащие в своей основе пиразольный цикл, редко встречаются в природе.

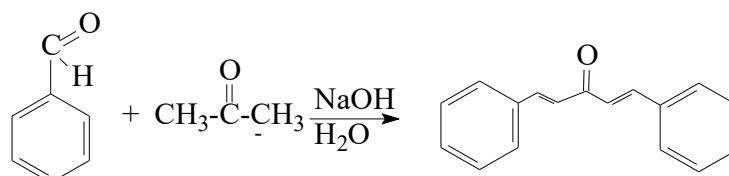
Впервые особенности пиразолов изучил немецкий химик Людвиг Кнорр. В 1883 году он обнаружил, что производные пиразола оказывают жаропонижающее действие. В 1954 году выделили первое производное пиразола, 3-нонилпиразол из растений семейства перечных. В 1959 году из семян арбуза был выделен β -(1-пиразолил)-аланин. Производные пиразола обладают широким спектром биологической активности. В медицине применяются в качестве нестероидных противовоспалительных препаратов, таких как антипирин (феназон), метамизол (аналгин).

Установлена противоопухолевая активность соединений на основе пиразола [1].

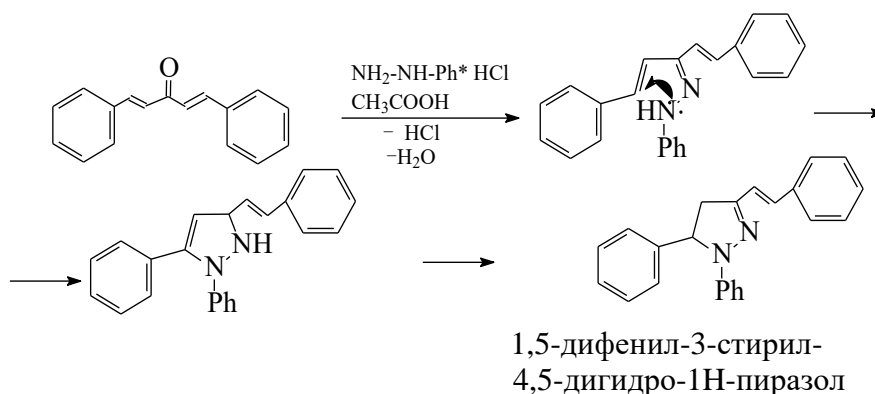


Пиразолы можно получить реакцией 1,3-дифункциональных систем с гидразином или его производными. В качестве субстратов используют: α,β -ненасыщенные ацетиленовые кетоны, винилкетоны, винилкетоны, содержащие уходящую группу при двойной связи.

Цель данной работы изучить реакцию дибензальацетона с фенилгидразином в разных условиях. Дибензальацетон получали реакцией конденсации избытка бензальдегида с ацетоном.



Реакцию циклоконденсации дибензальацетона проводили с солянокислым фенилгидразином в растворе уксусной кислоты при комнатной температуре [2]. Общий механизм реакции можно представить следующей схемой:



Реакцию проводили в течение 2 часов, затем оставляли на ночь при комнатной температуре. Выпавший осадок отфильтровали, затем исследовали фильтрат для более полного извлечения продукта. Для этого в маточный раствор добавили небольшое количество воды. В фильтрате продукта оказалось больше. Анализ полученных осадков показал, что они имеют одинаковый Rf в среде петролейный эфир – этилацетат (10:1) и температуры плавления отличались незначительно. В результате 1,5-дифенил-3-стирил-4,5-дигидро-1H-пиразол был получен с выходом 64%. $T_{\text{пл}}$ 153–154°C.

Затем изучили реакцию дибензальацетона с молекулярным фенилгидразином в тех же условиях, а реакционную смесь оставляли в холодильнике. Продукт выделяли по той же схеме. Было установлено, что выход 1,5-дифенил-3-стирил-4,5-дигидро-1H-пиразола немного ниже – 59%.

Следует отметить, что окисление гетероцикла до пиразольного в условиях проведения реакции не происходило.

Таким образом, применение фенилгидразина в виде солянокислой соли незначительно увеличивает выход целевого продукта.

Реакция дибензальацетона с фенилгидразином позволяет получать функционализированное производное пиразолина, которое, возможно, обладает физиологической активностью, а также интересно в плане получения новых производных на его основе.

ЛИТЕРАТУРА

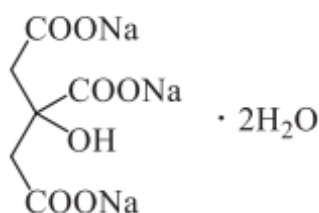
1. Optimization of 6,6-dimethyl pyrrolo[3,4-c]pyrazoles: Identification of PHA-793887, a Potent CDK Inhibitor Suitable for Intravenous Dosing / M. Brasca, C. Albanese, R. Alzani et al. // *Bioorg. Med. Chem.* – 2011. – Vol. 18, № 15. – P. 1844–1853.

2. Botvinnik, E. Reaction of 1,5-Diphenyl-1,4-pentadien-3-one and 1,5-Diphenyl-1-penten-4-yn-3-one with Monosubstituted Hydrazines/ E. V. Botvinnik, A. N. Blandov, and M. A. Kuznetsov // *Russ. J. Org. Chem.* – 2001. – Vol. 37, № 3. – P. 421–425.

Студ. А.В. Бабок, А.Э. Рамазанов, С.А. Сорокина
Науч. рук. канд. хим. наук С.В. Нестерова
(кафедра органической химии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ НАТРИЯ ЦИТРАТА И УСТАНОВЛЕНИЕ ЕГО ПОДЛИННОСТИ ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФАРМАКОПЕЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Натрия цитрат (**1**) представляет собой белый кристаллический порошок либо белые гранулярные кристаллы, которые слегка расплываются во влажном воздухе. Он легкорастворим в воде, практически нерастворим в 96%-м спирте [1, с. 437].



1

В рамках изучения дисциплины «Фармацевтическая химия» авторами был осуществлен синтез натрия цитрата, выполнено количественное определение натрия цитрата в полученной субстанции и проведены реакции на подлинность.

Перед выполнением синтеза был осуществлен входной контроль исходного сырья – моногидрата кислоты лимонной (установлено массовое содержание чистой кислоты лимонной в навеске) путем кислотно-основного титрования раствором натрия гидроксида в присутствии индикатора фенолфталеина.

Для осуществления синтеза навеску кислоты лимонной массой 20,0 г вводили в реакцию с натрия гидроксидом, который был взят в недостатке (80% от рассчитанного). Для того, чтобы уменьшить объём выделяющегося углекислого газа, завершали нейтрализацию кислоты лимонной под действием натрия карбоната.

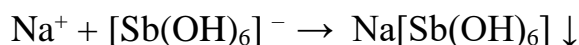
После проведения нейтрализации с целью проверки наличия в полученной смеси непрореагировавшей кислоты лимонной было осуществлено титрование одной части смеси (из которой приготовили раствор S в соответствии с частной фармакопейной статьёй) 0,1 н. раствором натрия гидроксида в присутствии фенолфталеина. Для достижения точки эквивалентности (появления малинового окрашивания) понадобилось 49,5 мл щелочи. Это свидетельствовало о том, что кислота лимонная прореагировала не полностью, вследствие чего в реакционную смесь дополнительно внесли 2,0 г натрия гидроксида.

Далее целевой продукт выделяли частичной отгонкой воды при пониженном давлении на роторном испарителе с последующей кристаллизацией из этилового спирта. Выход продукта составил 96,9%.

В продолжение исследования процесса синтеза провели количественный анализ натрия цитрата в полученной субстанции методом ионообменной хроматографии на колонке с катионитом КУ-2 в водородной форме [2, с. 23]. Для этого раствор соли пропускали через колонку со скоростью 20–25 капель в секунду, после чего промывали колонку дистиллированной водой до нейтральной реакции. Фильтрат и промывные воды объединили и провели титрование 0,1 н. раствором натрия гидроксида, по результатам которого было установлено, что полученный продукт представляет собой дигидрат натрия цитрата.

После осуществления синтеза полученный продукт подвергли испытаниям на подлинность в соответствии с требованиями частной статьи Государственной фармакопеи РБ [1, с. 437]. Наличие цитрат-ионов было доказано реакциями с натрия нитропруссидом (наблюдали фиолетово-синее окрашивание) и уксусным ангидридом (появление красного окрашивания при нагревании).

О присутствии в растворе ионов натрия свидетельствовало то, что синтезированная соль, смоченная кислотой хлористоводородной и внесённая в пламя горелки, окрасила бесцветное пламя в желтый цвет. В реакции с калия пироантимонатом образовался плотный осадок белого цвета:



Проведённые опыты подтвердили подлинность полученного дигидрата натрия цитрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь. В 3 т. Т. 3. Контроль качества фармацевтических субстанций / УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Минск: Минский государственный ПТК полиграфии им. В. Хоружей, 2009. – 728 с.

2. Алексеев, А. Д. Фармацевтическая химия. Органические лекарственные средства. В 2 ч. Ч. 1. Углеводороды и их производные: тексты лекций для студентов специальности 1-48 02 02 «Технология лекарственных препаратов» / А. Д. Алексеев. – Минск: БГТУ, 2018. – 146 с.

Студ. В.С. Солоневич
 Науч. рук. доц. А.И. Юсевич
 (кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

СОПОСТАВЛЕНИЕ СВОЙСТВ НЕФТИ И ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Полимерные материалы находят применение практически во всех сферах деятельности благодаря уникальному сочетанию качеств: прочности, легкости, долговечности, технологичности в обработке и относительной дешевизне. Поэтому в мире образование первичных полимерных отходов достигло 300 млн. т в год и продолжает расти [1]. Эти отходы являются ценным материалом для получения новых полимеров и других химических веществ.

Цель данной работы – сопоставить свойства нефти и жидких продуктов пиролиза автомобильных шин для оценки возможности их совместной переработки.

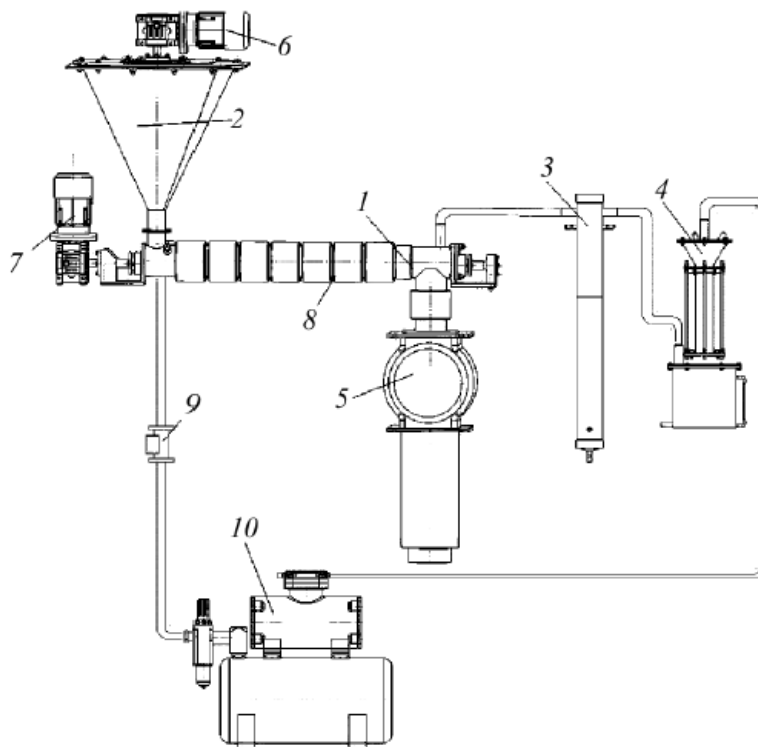
Измельчённую шинную резину подвергали пиролизу в реакторе шнекового типа (рисунок) при температуре 450°C в токе азота. Полученные парогазовые продукты конденсировали в трубчатом холодильнике и подвергали атмосферно-вакуумной перегонке на фракции: бензиновую (н.к.–180°C), дизельную (180–315°C), мазут (>315°C). Пиролизат сравнивали с нефтью марки Urals по выходу фракций, плотности, содержанию серы и высшей теплоте сгорания (таблица).

Таблица – Сопоставление свойств нефти и пиролизата шинной резины

| Показатель | Фактические значения | |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|
| | нефть Urals | пиролизат |
| Выход бензиновой фракции, мас. % | 12,5 | 17,1 |
| Выход дизельной фракции, мас. % | 22,2 | 34,8 |
| Выход остаточной фракции, мас. % | 61,7 | 47,3 |
| Выход воды, мас. % | 0 | 0,3 |
| Плотность при 20°C, кг/м ³ | 867 | 904 |
| Йодное число, г I ₂ /100г | 7,4 | 101,4 |
| Содержание серы, мас. % | 1,79 | 0,72 |
| Высшая теплота сгорания, МДж/кг | 44,7 | 43,0 |

Содержание дистиллятных фракций ($\leq 315^\circ\text{C}$) в пиролизате выше, чем в нефти. Плотность полученных пиролизатов выше плотности нефти. Йодное число пиролизата в несколько раз выше йодного числа нефти, что указывает на более высокое содержание в продуктах пиролиза олефинового и диенового ряда. Содержание серы в пиролизате

меньше, чем в нефти, в 2 раза. Теплотворная способность пиролизатов резины ниже, чем у нефти, но разница незначительна.



- 1 – шнековый реактор; 2 – дозатор; 3 – холодильник-конденсатор;
 4 – каплеотбойник; 5 – шлюз для выгрузка углеродистого материала;
 6 – мотор-редуктор дозатора; 7 – мотор-редуктор реактора;
 8 – нагреватели; 9 – кран-расходомер газа; 10 – компрессор

Рисунок – Схема пилотной пиролизной установки

Пиролизат как сырьё, добавляемое в товарную нефть, не может быть использовано для первичных и вторичных процессов нефтепереработки. Основной причиной является повышенное значение йодного числа пиролизата, что потребует его предварительного гидрирования для уменьшения содержания олефинов и диенов. С другой стороны, по остальным показателям (плотность, содержание серы и теплота сгорания) пиролизат мог бы являться компонентом сырьевой смеси при совместной переработке с нефтью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Geyer R., Jambeck J.R., Law K.L. Production, use, and fate of all plastics ever made // Science Advances. 2017. Vol. 3, No. 7. Art. No. e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Рост сети дорог и автомобильного транспорта, постоянно увеличивающиеся нагрузки на дорожное полотно приводят к возрастанию не только объемов производства и потребления вяжущих, но и затрат на ремонт дорожных покрытий. В связи с этим, поиск новых способов улучшения качественных характеристик битумных вяжущих при минимальных затратах на их производство является актуальной задачей для химической и строительной отрасли.

На предприятиях деревообрабатывающей промышленности образуется большое количество отходов, большую часть из которых составляет лигнин – полимерное соединение ароматической природы. Наличие в лигнине функциональных групп (гидроксильные, карбонильные и др.) предопределяет его реакционную способность к различным химическим взаимодействиям. С одной стороны, гидролизные лигнины могут применяться в качестве компонента, повышающего окислительную стабильность, вязкостные, адгезионные и когезионные свойства вяжущих, а с другой стороны, добавление лигнина в полимерные композиты приводит к увеличению их физико-механических свойств (прочность, ударная вязкость и т.п.) и снижению влагопоглощения.

Целью работы являлось исследование влияния добавок смеси лигнина и низкомолекулярного полиэтилена на эксплуатационные свойства битумов. Модификацию нефтяного битума марки БНД 40/60 осуществляли следующим образом: в разогретый до температуры 160°C нефтяной битум при интенсивном перемешивании (300 об/мин) вводили 5,0 % мас. предварительно гомогенизированной смеси лигнина и низкомолекулярного полиэтилена с соотношением компонентов 1 : 1; 2 : 1 или 1 : 2. Продолжительность перемешивания составляла 30–45 минут. Для полученных модифицированных битумов были определены следующие показатели: температура размягчения, пенетрация при 25 °С и индекс пенетрации.

Показано, что смеси лигнина и низкомолекулярного полиэтилена могут быть использованы в качестве модификаторов нефтяных битумов. Установлено, что введение предлагаемых смесей в нефтяной битум приводит к снижению пенетрации и увеличению индекса пенетрации вяжущего.

УДК 628.316.081.3:665.61

Учащ. Д.С. Гаркавая, Т.С. Корхов
(ГУО «Средняя школа № 69 г. Минска»);
студ. М.В. Дуброва
Науч. рук.: учитель химии С.М. Сойко
(ГУО «Средняя школа №69 г. Минска»);
доц. А.О. Шрубок
(кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ АДСОРБЕНТАМИ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Рост объемов переработки нефти и повсеместное использование нефтепродуктов приводят к увеличению рисков загрязнения окружающей среды. Разливы нефти могут происходить при ее добыче, нарушении герметичности трубопроводов, цистерн, резервуаров в процессе транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов, стихийных бедствиях. Попадая в окружающую среду, нефть и нефтепродукты наносят значительный экологический ущерб почве, водным ресурсам, атмосферному воздуху, растительному и животному миру.

Наиболее часто для борьбы с нефтяными разливами используется адсорбционная очистка. В качестве эффективных адсорбентов могут применяться материалы, имеющие пористую структуру: активированный уголь, торф, кокс, зола и т.п. Эффективность очистки водной поверхности адсорбентами при разливах нефти и нефтепродуктов оценивается по различным показателям: нефтеемкость, водопоглощение, плавучесть, однако основным является нефтеемкость сорбента.

В работе в качестве адсорбентов для очистки водной поверхности были исследованы 8 различных материалов: сфагнум со степенью разложения торфа 25% (фракция 1–2 мм), сфагнум со степенью разложения торфа 25% (фракция 0,25 мм), сфагнум со степенью разложения торфа 15% (фракция 0,5–2,0 мм), модифицированный графит, поролон, полиэфирное волокно, нетканый материал из использованных масок KN95, тополиный пух. Для каждого сорбента были определены объемная и поверхностная сорбирующая емкость по нефти и нефтемаслопродукту (объемная и поверхностная нефтеемкость).

Высокую сорбирующую емкость по нефти и нефтепродукту показали такие адсорбенты как поролон, модифицированный графит и тополиный пух, а наименьшую – сфагнум.

Установлено, что нефтеемкость сфагнума зависит от степени разложения торфа и размеров используемой фракции. С увеличением степени разложения торфа и уменьшением степени измельчения сфагнума нефтепоглощающая способность материала снижается.

Студ. Д.С. Дворак, студ. А.А. Ероховец
Науч. рук. доц. Д.В. Кузёмкин
(кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АСФАЛЬТА ПРОПАНОВОЙ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА И ВАКУУМНОГО ОСТАТКА ТЯЖЁЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА

Асфальт пропановой деасфальтизации гудрона и вакуумный остаток тяжёлой смолы пиролиза являются высокоароматизированными остаточными нефтепродуктами процессов нефтепереработки и служат сырьем для получения нефтяных пеков, что позволяет повысить эффективность переработки нефти. В связи с этим применение термического анализа для изучения тепловых эффектов, возникающих при термообработке используемого в получении пеков сырья, является актуальным.

Целью исследований являлось выполнение термического анализа асфальта пропановой деасфальтизации гудрона и вакуумного остатка тяжёлой смолы пиролиза с нахождением возникающих тепловых эффектов для определения оптимальной температуры термообработки сырья при получении пеков.

Для определения параметров термообработки используемого при получении пеков сырья применяли дифференциально-термический (ДТА) и термогравиметрический (ТГА) анализы с использованием термоаналитической система TGA/DSC-1/1600 HF (METTLER TOLEDO Instruments, Швейцария).

В результате анализа полученных термограмм было установлено, что в результате термообработки наблюдались эндоэффекты, вызванные испарением низкомолекулярных веществ, термодеструкцией циклических, бициклических, гетероциклических и полициклических структур, а также отщеплением боковых алкильных заместителей от ароматических структур компонентов анализируемых образцов.

Таким образом, исходя из приведенного термического анализа, можно считать, что наиболее целесообразной температурой обработки сырья из остатка перегонки ТСП, асфальта пропановой деасфальтизации гудрона и их композиции является температура 380 °С, что согласуется с литературными данными.

Студ. Т.А. Евсевицкая, В.Н. Колешко,
А.В. Акимов, С.В. Лыков
Науч. рук. доц. Д.В. Кузёмкин
(кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНОГО ЛИГНИНА НА СВОЙСТВА ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ РЕЗОЛЬНОГО ТИПА

В настоящее время в производстве таких плитных материалов, как МДФ и фанера, наибольшее применение получили фенолоформальдегидные смолы (ФФС) резольного типа.

С целью улучшения эксплуатационных характеристик ФФС в них вводят различные модификаторы. При этом особое внимание заслуживает модификатор на основе поликарбоксилатного лигнина (ПКЛ), имеющего широкую сырьевую базу. В этой связи исследования носят актуальный характер.

Целью исследований являлось определение влияния содержания ПКЛ на свойства ФФС резольного типа.

Объектом исследования была выбрана ФФС резольного типа, которая в процессе её синтеза модифицировалась ПКЛ в порошковой форме и в виде 20%-го водного раствора с расходом 2-4% от массы абсолютно сухой смолы (а.с.см.). В качестве контрольного образца использовалась ФФС резольного типа, синтезированная в аналогичных условиях без добавления ПКЛ.

Далее у полученных ФФС в соответствии с ГОСТ 20907-2016 определялись следующие показатели качества: условная вязкость, массовая доля нелетучих веществ, массовая доля щёлочи, массовая доля свободного формальдегида, а также предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1 ч.

В результате анализа полученных результатов было установлено, что агрегатная форма использованного ПКЛ существенного влияния на исследуемые показатели качества не оказывает. Однако, в сравнении с контрольным образцом ФФС, ее модифицирование ПКЛ с расходом 4% от массы а.с.см. позволяет снизить содержание сводного формальдегида на 18,2% и на 44,3% увеличить предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1 ч. Это свидетельствует о перспективности использования модификатора на основе ПКЛ в производстве плитных материалов на основе ФФС резольного типа.

**ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ
ПОЛИЭТИЛЕНА С ЗОЛОЙ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В КАЧЕСТВЕ
АРМИРУЮЩЕГО НАПОЛНИТЕЛЯ**

Наполнение полимеров – это совмещение их с различными веществами, которые должны равномерно распределяться в объеме и иметь четко выраженную границу с непрерывной полимерной фазой (матрицей) [1]. Армированные полимеры с неорганическими наполнителями вызвали огромный академический и промышленный интерес, поскольку они изменяют важные механические и физические свойства, такие как модуль упругости при растяжении, предел прочности при растяжении, твердость, а также технологичность [2].

Среди распространенных неорганических наполнителей, используемых в термопластах и эластомерах, встречаются карбонат кальция, тальк, глины (монтмориллонит, каолин), слюда, диоксид кремния, а также оксид алюминия [2]. Однако диоксид кремния является наиболее широко используемым неорганическим наполнителем. В этом смысле существует достаточное количество работ по использованию золы рисовой шелухи в качестве недорогого наполнителя [2] для и термопластов, но только в сравнительно небольших концентрациях (до 20 масс%). Работ с содержанием золы рисовой шелухи более 50 масс. % значительно меньше.

В нашей работе мы решили проверить армирующие свойства диоксида кремния, содержащегося в количестве 50,38 масс. % в золе рисовой шелухи [3], в композиционных материалах на основе полиэтилена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левыкин, Е. Н. Технология композитов на основе вторичного полиэтилена и растительного сырья: дис. ... канд. техн. наук: 25.12.04 / Е. Н. Левыкин. – Воронеж, 2004. – 152 с.
2. Cardona Uribe, N. Possibilities of rice husk ash to be used as reinforcing filler in polymer sector / N. Cardona Uribe, C. Arenas Echeverri, M. Betancu, L. Jaramillo, J. Martínez // Revista UIS Ingenierias. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 127-142.
3. Боброва, В. В. Углерод - кремнистый наполнитель для эластомерных композиций / В.В. Боброва, Н. Р. Прокопчук, С. А. Ефремов, С. В. Нечипуренко // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – Минск, 2022. – 89-95 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПРОЦЕССА ВУЛКАНИЗАЦИИ ЭЛАСТОМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХ
ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ**

Пластификаторы в резинах используются в основном для улучшения технологических свойств резиновых смесей при переработке, а также низкотемпературных и эластических свойств вулканизатов. Для получения нефтяного масла, удовлетворяющего экологическим требованиям к пластификаторам каучука, резины в соответствии с Директивой 2005/69/ЕС, вступившие в силу в Евросоюзе с 1 января 2010 г., используют экстракцию различными экстрагентами [1].

В качестве экстрагентов для удаления канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) из экстрактов дистиллятного и остаточного сырья и получения экологически безопасных пластификаторов предложено использовать фурфурол, диметилсульфоксид, фенол, пропиленкарбонат, раствор ацетанилида в диметилформамиде или диметилсульфоксиде, N-метилпирролидон. Важное преимущество N-метилпирролидона по сравнению с диметилсульфоксидом – более значительное повышение селективности при увеличении числа ароматических циклов в молекулах углеводородов [2].

Целью работы являлось исследование влияния очищенных нефтяных масел на технологические свойства эластомерных композиций на основе бутадиен-нитрильного каучука (БНКС). Объектами исследования являлись эластомерные композиции на основе БНКС, содержащие нефтяные масла. Исследуемые добавки представляют собой экстракт селективной очистки вакуумного дистиллята ВД-4 и его рафинаты, очищенные различными технологиями: рафинат, полученный в процессе экстракции окисленного экстракта ВД-4 при температуре 60°C растворителем N-метилпирролидоном, содержащим 10 масс. % этиленгликоля (далее – N-МП + 10 масс. % ЭГ); рафинат, полученный в процессе экстракции предварительно обработанного в течение 3 минут СВЧ-облучением экстракта ВД-4 растворителем N-МП + 10 масс. % ЭГ. В качестве образца сравнения выступала резиновая смесь, содержащая масло ДБФ. Исследуемые пластифицирующие компоненты вводились в резиновые смеси в дозировке 5,0 и 10,0 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука.

Анализ кинетических параметров процесса вулканизации показал, что введение исследуемых пластификаторов приводит к умень-

шению (до 36%) минимального крутящего момента по сравнению с композициями, содержащими ДБФ. Так, данный показатель для резиновых смесей, содержащих образец сравнения, составляет 4,05 и 5,55 дН·м при дозировке 5,0 масс. ч. и 10,0 масс. ч. соответственно, а для композиций с исследуемыми пластифицирующими компонентами изменяется от 3,53 до 4,90 дН·м. Результаты исследований показали, что введение в эластомерные композиции масел приводит к уменьшению (до 19%) максимального крутящего момента. Так, в эластомерных композициях, содержащей ДБФ, данный показатель изменяется от 42,37 до 47,00 дН·м, для дозировок 5,0 и 10,0 масс. ч. соответственно, а при введении исследуемых компонентов показатель находится в пределах от 37,90 до 45,02 дН·м. Установлено, что использование пластифицирующих добавок в составе эластомерных композиций приводит к увеличению (до 18%) времени достижения оптимальной степени вулканизации. Так, данный показатель для образца с ДБФ составляет 3,69 и 3,88 мин, а для вулканизаторов, содержащих исследуемые пластификаторы, данный показатель варьируется в пределах от 3,85 до 4,36 мин. Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что введение очищенных нефтяных масел в резиновые смеси на основе БНКС приводит к уменьшению минимального и максимального крутящих моментов. В тоже время применение данных добавок несколько увеличивает время достижения оптимальной степени вулканизации. Такие изменения могут быть связаны с тем, что пластификаторы способствуют некоторому разбавлению эластомерной композиции, в результате чего будет возрастать доля внутримолекулярных реакций с одновременным уменьшением доли межмолекулярных взаимодействий. Вероятно, что добавление в состав резиновой смеси пластифицирующих компонентов приводит к снижению протекания процесса межмолекулярных сшивок ввиду разбавления эластомерной композиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование экстракции канцерогенных полициклоаренов в аппарате с насадкой / О.М. Флисюк [и др.] // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2021. – № 56. – С. 51–56.

2. Гайле, А.А. Получение экологически чистых пластификаторов экстракционной очисткой ароматических концентратов от канцерогенных компонентов смесями N-метилпирролидона с этиленгликолем / А.А. Гайле, В.Н. Клементьев, А.Р. Большакова // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2020. – № 52. – С. 82–86.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНООКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПЭТ-КОМПОЗИЦИЙ

Цель работы – оценить антимикробную активность образцов полиэтилентерефталата, содержащего наноксиды TiO_2 и ZnO , по отношению к условно-патогенным бактериям (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) в модельных условиях. Антибактериальная активность образцов определялась по ГОСТ ISO 20645-2014. Антибактериальные свойства образцов определяли методом высева смыва бактериальной суспензии с поверхности 1 см^2 полимерного материала на агаризованную питательную среду (мясо-пептонный агар, рисунок 1). Предварительно очищенную поверхность образцов инокулировали ночной культурой клеток *E. coli* или *S. Aureus*.

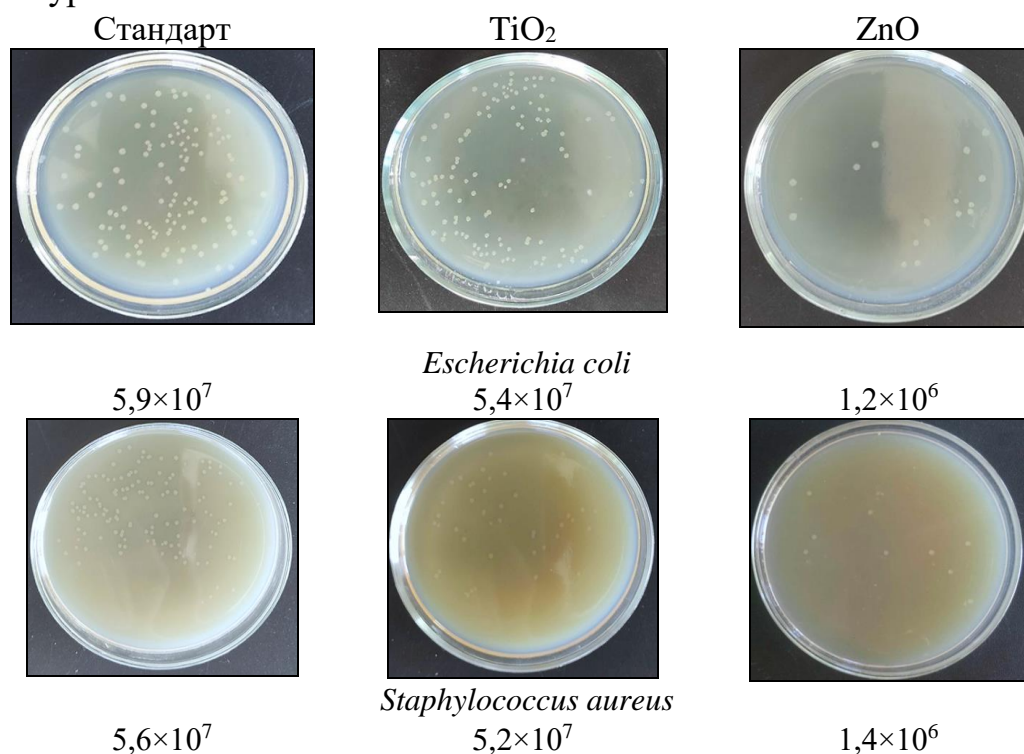


Рисунок 1 – Результаты высева смывов с поверхности инокулированных образцов через 24 ч инкубирования, КОЕ/см²

В результате исследований установлено, что при оценке антимикробной активности наибольшим эффектом к выбранным тест-культурам обладают образцы, содержащие наночастицы ZnO . На образцах, которые содержат наночастицы TiO_2 , снижение количества бактерий было минимальным.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НОВЫМ АКТИВАТОРОМ ВУЛКАНИЗАЦИИ

В настоящее время с экологической точки зрения актуальным вопросом является снижение содержания цинка в шинах и изделиях из вулканизированной резины, с целью исключения потенциального негативного воздействия на экосистему и ответить на возросший общественный спрос на продукцию с низким воздействием на окружающую среду.

Целью работы являлось исследование влияния нового комплексного активатора вулканизации с пониженным содержанием оксида цинка на технологические свойства эластомерных композиций на основе бутадиен-стирольного каучука. В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси, содержащие различные по составу и свойствам активаторы вулканизации (АВ) в виде сплава оксида цинка (ZnO) и стеариновой кислоты (СтК) в различных соотношениях. Установлено, что вязкость по Муни в исследуемых эластомерных композициях с АВ не имеет больших отклонений от стандартной резиновой смеси. Кинетические параметры процесса вулканизации позволяют охарактеризовать влияние компонентов, входящих в состав резиновой смеси, на свойства эластомерных композиций в результате формирования структурной сетки вулканизата. Выявлено, что использование АВ в составе эластомерных композиций во всех соотношениях ZnO:СтК обеспечивает сокращение времени достижения оптимальной степени вулканизации до 16,0%. Следует отметить, что при использовании АВ скорость вулканизации образцов до 38,0% выше по сравнению со стандартной резиновой смесью. Таким образом показано, что замена экологически небезопасного оксида цинка на сплав оксида цинка и стеариновой кислоты приводит к снижению (на 8,3–16,0%) времени достижения оптимальной степени вулканизации и увеличению (на 21,3–38,0%) скорости данного процесса, по сравнению со стандартом. Следует отметить, что частичное снижение оксида цинка в составе активаторов вулканизации позволяет не только снизить вредное воздействие на окружающую среду, но и уменьшить энергозатраты на получение и переработку резиновых смесей.

Данная работа проводилась в рамках выполнения совместного проекта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере для молодых ученых «БРФФИ–ФСРПМ-2022» Т22РПМ-005

ВЛИЯНИЕ СМЕСЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ

Использование наполнителей в полимерах имеет долгую историю и широкий спектр применений. Наполнение минеральными наполнителями является подходом для улучшения свойств полимерных материалов, таких как механическая прочность, жесткость, термическая стабильность и износостойкость. Этот подход предлагает множество перспективных возможностей в различных отраслях, с целью создания новых материалов с оптимизированными свойствами и улучшенными механическими характеристиками.

В исследовании изучалось изменение физико-механических свойств композиций на основе термопластичных полимеров при добавлении высокотеплопроводных наполнителей, так как использование ненаполненных полимеров, ограничено их низкой теплопроводностью, составляющей около 0,1-0,5 Вт/(м*К).

Для преодоления этого препятствия, в полимерную матрицу вводят высокотеплопроводные наполнители. Нами были использованы следующие материалы: полиэтилен марки M3204RUP, в форме порошка, в качестве базового термопластичного связующего, гексагональный нитрид бора с массовой долей BN не менее 98,0%, насыпной плотностью не менее 0,27 г/см³, массовой долей нитрида бора, прошедшего через сито, со стороной ячейки в свету 100 мкм по ДСТУ ISO 3310-1, не менее 90%, так как электрические изоляционные характеристики практически не меняются при добавлении частиц BN в полиэтилен низкой плотности, а кристаллическая структура нитрида бора уменьшает рассеивание фотонов, что приводит к увеличению теплопроводности[2]; карбид кремния марки 63С F2000, имеющий насыпную плотность 3,0–3,1 г/см³, размер частиц 0,9–1,5 мкм, теплопроводность 140–150 Вт/(м*К), так как добавление SiC может улучшать механическую сцепляемость между наполнителем и матрицей полимера, что приводит к повышению совместимости компонентов и улучшению механических свойств композитного материала, и алюминиевая пудра марки ПАП-2 с насыпной плотностью 0,15–0,3 г/см³, толщиной лепестков частиц 0,25–0,5 мкм и удельной поверхностью 10000 см.кв./г, в качестве наполнителей.

Для получения композиций использовалась порошковая смесь вышеперечисленных компонентов в разных массовых отношениях. Массовые доли компонентов в смесях представлены в таблице 1.

Таблица 1– Массовые доли компонентов

| Номер композиции | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|-------------|----|----|----|
| Компонент | Значения, % | | | |
| PE | 40 | 39 | 60 | 60 |
| SiC | 10 | 1 | – | – |
| Al | 50 | 30 | 10 | 30 |
| BN | – | 30 | 30 | 10 |

Перемешивание смеси осуществлялось вручную, а окончательная гомогенизация производится в материальном цилиндре пластометра. Далее композиционный материал получали методом прессования. Испытания на одноосное растяжение проводили в соответствии с ГОСТ 11262. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2– Результаты испытаний на растяжение

| № композиции | Предел текучести (МПа) | Деформация при пределе текучести (%) | Модуль упругости при растяжении (V=50) (МПа) | Максимум Напряжение при растяжении (МПа) | Деформация при Максимум Напряжении (%) |
|--------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| 1 | 4,88 | 1,7 | 748 | 6,46 | 1,6 |
| 2 | 2,11 | 2,0 | 580 | 4,82 | 2,1 |
| 3 | 3,13 | 2,3 | 318 | 5,30 | 4,7 |
| 4 | 4,54 | 3,6 | 234 | 5,55 | 5,2 |

Таким образом, можно сделать вывод, что присутствие SiC увеличивает модуль упругости, присутствие алюминия, наоборот, его уменьшает. Алюминий увеличивает максимум напряжений при растяжении, в то время как нитрид бора этот показатель уменьшает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Komatsu, R.; Nakazato, R.; Sasaki, T.; Suzuki, A.; Senda, N.; Kawata, T.; Jimbo, Y.; Aoyama, T.; Ohno, N.; Kawashima, S.; et al. Repeatedly foldable AMOLED display. J. Soc. Inf. Disp. 2015, 23, 41–49.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ

Упаковка из полимерных упаковочных материалов должна способствовать улучшению товарного вида продукции. Одной из проблем использования полимерных упаковочных материалов является сохранение стабильности свойств в различных условиях эксплуатации.

Следовательно, исследования влияния различных агрессивных факторов на свойства упаковочных материалов являются актуальными.

Цель данного исследования – изучение водопоглощения полимерных материалов, используемых для упаковки различной продукции.

Водопоглощение – это важный параметр для полимерных упаковочных материалов, так как сами пленки могут использоваться для изготовления влагоудерживающей упаковки или быть подвержены воздействию влаги при транспортировке.

В таблице приведены результаты исследований водопоглощения образцов материалов из различных полимеров, используемых для упаковки.

Таблица – Водопоглощение полимерных материалов для упаковки

| Наименование полимера | Водопоглощение, % |
|------------------------------|-------------------|
| Полиэтилен низкой плотности | 0,12 |
| Полиэтилен высокой плотности | 0,11 |
| Полипропилен | 0,08 |
| Поливинилхлорид | 0,27 |
| Полистирол | 0,05 |
| Полиамид | 0,28 |
| Поликарбонат | 0,30 |
| Полиэтилентерефталат | 0,25 |

Таким образом, из данных таблицы видно, что все исследованные полимеры можно использовать как водостойкий и водоудерживающий упаковочный материал.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУР ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ С ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Полиуретановые материалы применяются во множестве отраслей промышленности, что обусловлено широкими пределами изменения их физико-механических свойств, позволяющими получать как жесткие, так и эластичные изделия с исключительными износостойкостью, кислотостойкостью, маслостойкостью и высокими диэлектрическими показателями. Полиуретановые лакокрасочные материалы (ЛКМ) имеют большой диапазон применения – от покрытий для бумаги, пластмасс, дерева до защитных покрытий оборудования промышленных предприятий. Одним из достоинств полиуретановых ЛКМ является возможность формирования высокоэластичных покрытий с хорошими антикоррозионными свойствами. Типичные полиуретановые ЛКМ являются двухкомпонентными системами, состоящими из гидроксильного и полиизоцианатного компонентов, смешение которых осуществляется непосредственно перед нанесением.

Целью работы являлась оптимизация рецептуры полиуретановой пленкообразующей системы посредством установления количества гидроксилсодержащего модификатора, обеспечивающего высокую эластичность покрытий без снижения их антикоррозионных свойств.

Исследования проводились на полиуретановой пленкообразующей системе, состоящей из гидроксилсодержащей акриловой смолы Attacryl A-NF 097 (ГЧ = 140 мг КОН/г) и полиизоцианата Basonat NI 2000 (NCO = 23%). В качестве гидроксилсодержащего модификатора применяли касторовое масло (ГЧ = 155 мг КОН/г).

Регулирование свойств покрытий проводили заменой части акриловой смолы (0–50 мас. %) в составе пленкообразующей системы касторовым маслом. Нами установлено, что ведение касторового масла в диапазоне от 5 до 30 мас. % сопровождается увеличением эластичности пленок при сохранении водопоглощения на низком уровне. Экспериментально определено, что введение модификатора более 35 мас. % нецелесообразно по причине снижения содержания гелевой фракции и ухудшения защитных свойств покрытий.

Таким образом, замена 25–30 мас. % акриловой смолы в составе пленкообразующей системы на касторовое масло способствует формированию покрытий с высокой эластичностью (не более 1 мм по ГОСТ 6806) и низким водопоглощением (не более 2 мас. %).

Магистрант А.Ю. Василевская
Науч. рук. зав. кафедрой О.В. Карманова
(кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров
и техноферной безопасности, ВГУИТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И РЕЗИН ПРИ ВВЕДЕНИИ РАДИАЦИОННОГО БУТИЛРЕГЕНЕРАТА

В связи с ростом потребления полимерных композиционных материалов в различных отраслях промышленности особую актуальность приобретают работы, направленные на расширение сырьевой базы, в частности, на изучение возможности применения регенерированных резин в технологии полимерных материалов. Для резин, полученных на основе насыщенных каучуков, выделяют ряд характерных особенностей, а именно стойкость к воздействию различных растворителей, атмосферостойкость и т. д., в связи с чем возникают трудности с последующей регенерацией этих резин [1]. Введение регенерата в рецептуру резиновых смесей позволяет снизить себестоимость резиновых смесей [2].

Целью работы является исследование свойств резиновых смесей и вулканизатов, полученных с применением радиационного бутилрегенерата.

В качестве объектов исследования использовали радиационный бутилрегенерат (РБР), который получали по двухстадийной схеме [3]: отходы диафрагменных резин подвергались воздействию ионизирующего излучения на ускорителе электронов «Электроника У-003» при поглощенной дозе 35 кГр. Затем облученные образцы подвергали механообработке при заданной температуре при различных сдвиговых усилиях. Таким образом, получены три образца бутилрегенерата РБР-1, РБР-2, РБР-3, вязкость по Муни которых составила 45, 55, 65 усл. ед., соответственно.

На основе бутилрегенератов в микросмесителе РС-0,1 изготовлены резиновые смеси по рецептуре герметизирующего слоя радиальных шин, в которых проводили частичную замену хлорбутилкаучука на бутилрегенерат: заменяли 10 мас. ч. хлорбутилкаучука на 20 мас.ч. бутилрегенерата. В качестве контрольного образца использовали резиновую смесь, не содержащую бутилрегенерат. Вулканизаты получены в прессе с электрообогревом при 170°C в течение 10 мин.

Пласто-эластические свойства резиновых смесей оценивали по вязкости по Муни в соответствии с ГОСТ Р 54552-2011. Вязкость по Муни резиновых смесей (контрольный и опытные образцы) составила 38-39 усл. ед.

Физико-механические показатели вулканизатов определяли на разрывной машине РМИ-60 по ГОСТ 270-75. Результаты физико-механических показателей резин представлены в таблице.

Испытания на тепловое старение при 100°C в течении 72 часов проводили в соответствии с ГОСТ9.024-74.

Таблица - Физико-механические показатели вулканизатов

| Наименование показателей | Шифры образцов | | | |
|--|----------------|-------|-------|-------|
| | Контрольный | РБР-1 | РБР-2 | РБР-3 |
| Условное напряжение при удлинении на 300%, МПа | 4,0 | 3,6 | 3,8 | 3,3 |
| Условная прочность при растяжении, МПа | 6,6 | 5,5 | 5,5 | 5,3 |
| Относительное удлинение при разрыве, % | 430 | 460 | 416 | 420 |
| Относительное остаточное удлинение, % | 8,5 | 8,5 | 9,0 | 11,0 |

Установлено, что при замене хлорбутилкаучука на бутилрегенерат наблюдается незначительное снижение модулей при растяжении на 0,2-0,7 МПа, условной прочности при растяжении на 1-1,3 МПа. Относительное удлинение при разрыве образца РБР-1 выше контрольного. Отмечено, что при снижении вязкости бутилрегенерата модуль-300 снижается с 3,6 до 3,3 МПа.

В ходе исследования на стойкость к тепловому старению резин выявлено снижение упруго-прочностных характеристик контрольной резины на 20 %, а для опытных образцов – на 22-25%.

Таким образом, по результатам исследования свойств резиновых смесей и вулканизатов при замене хлорбутилкаучука на радиационный бутилрегенерат показана возможность применения бутилрегенерата в резиновой смеси герметизирующего слоя шин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хаккимуллин Ю.Н. Структура, свойства и применение радиационных регенератора резин на основе бутилкаучука. – Казань: КГТУ, 2010. – 186 с.
2. 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.
3. Эластомерные невулканизованные гидроизоляционные материалы строительного назначения / О. В. Карманова, А. С. Москалев, Ю. Ф. Шутилин, Л. А. Власова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 4(70). – С. 228-232.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОТЕКТОРНЫХ РЕЗИН, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

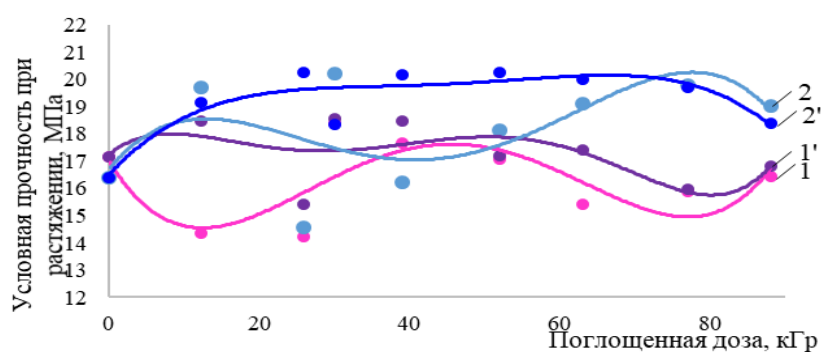
Наиболее перспективные исследования в настоящее время преследуют две основных цели – совершенствование существующих технологических процессов и улучшение потребительских свойств готовых изделий путем их модификации [1]. Одно из наиболее актуальных направлений в области переработки полимеров – радиационная вулканизация (довулканизация) композиций, обладающая рядом преимуществ по сравнению с тепловой вулканизацией: меньшие затраты энергии, более высокая скорость, снижение брака [2-3].

Целью работы явилось изучение влияния радиационной обработки на упруго-прочностные свойства резин, предназначенных для изготовления различных частей протектора шины.

В качестве объектов исследования были использованы протекторные резины двух типов: боковина и беговая часть протектора. Из каждого типа резины было изготовлено две группы образцов вулканизатов, полученных по неполному режиму вулканизации: 1) при времени вулканизации τ_{70} ; 2) при времени вулканизации τ_{80} . Далее образцы, представляющие собой вулканизированные пластины, подвергались обработке ионизирующим излучением на ускорителе электронов «ЭлектроникаУ-003» в диапазоне поглощенных доз 15-80 кГр.

Влияние условий обработки ионизирующим излучением на экспериментальные образцы оценивали по изменению их физико-механических свойств и показателей пространственной сетки.

Результаты определения физико-механических показателей и структурных параметров, исследуемых образцов смеси представлены на рисунке и в таблице. Установлено, что наиболее высокие значения условной прочности при растяжении достигаются в интервале поглощенных доз 30-40 кГр (рис.), так же, как и показатели условного напряжения при удлинении 300%. Относительное удлинение при разрыве для резин беговой части протектора слабо возрастает в области малых доз, а затем уменьшается. Для образцов боковины данные показатель монотонно снижается. Плотность вулканизационной сетки возрастает для всех групп образцов. Максимальные значения показателя достигаются в диапазоне поглощенных доз 30-40 кГр (табл.).



1 – боковина τ_{70} , 1' – боковина τ_{80} , 2 – беговая протектора τ_{70} ,
2' – беговая протектора τ_{80}

Рисунок – Зависимости условной прочности при растяжении от поглощенной дозы в интервале 0-88 кГр образцов, полученных по неполному режиму вулканизации

Таблица – Зависимости плотности вулканизационной сетки от поглощенной дозы

| Поглощенная доза, кГр | Плотность вулканизационной сетки $\times 10^4$ моль/см ³ | | | |
|-----------------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | беговая протектора | | боковина | |
| | τ_{70} | τ_{80} | τ_{70} | τ_{80} |
| исходный | 24,2 | | 17,5 | |
| 15 | 29,2 | 27,6 | 18,7 | 29,9 |
| 20 | 26,4 | 28,1 | 21,7 | 31,7 |
| 30 | 31,3 | 27,2 | 23,5 | 30,7 |
| 40 | 24,1 | 31,1 | 29,4 | 28,2 |
| 50 | 25,9 | 28,9 | 26,8 | 27,9 |
| 60 | 32,0 | 30,6 | 21,8 | 24,0 |
| 70 | 30,6 | 36,1 | 19,5 | 27,1 |
| 80 | 28,6 | 31,1 | 23,6 | 25,4 |

Установленные зависимости изменения упруго-прочностных свойств, исследуемых образцов в зависимости от условий обработки ионизирующим излучением, показывают целесообразность довулканизации протекторных резин при поглощенных дозах в интервале 30-40 кГр для улучшения их основных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Ершов Б. Г. Радиационные технологии: возможности, состояние и перспективы применения // Вестник российской академии наук. 2013 Том 83 № 10 С. 885–895.

3. Радиационная вулканизация гидрированного бутадиен-нитрильного каучука / Ш. М. Мамедов, А. А. Гарибов, С. А. Рзаева [и др.] // Каучук и резина. – 2014 – № 5 – С. 14-17.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ВОДОПОГЛОЩАЮЩИЕ
СВОЙСТВА СУПЕРАБСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ
АКРИЛОВЫХ МОНОМЕРОВ**

Суперабсорбенты – это новое поколение материалов, которые могут впитывать большое количество жидкости и удерживать ее внутри себя. Эти материалы имеют широкий спектр применения, включая использование в сельском хозяйстве, медицине, строительстве и других отраслях. Исследования показывают, что различные условия синтеза, такие как температура, время реакции, концентрация реагентов, дробное добавление реагентов синтеза и рН, могут значительно влиять на свойства полученных материалов.

Цель работы – оптимизация условий синтеза для повышения влагонабухаемости гидрогеля и возможности ее регулирования.

Гидрогели со свойствами суперабсорбентов получали методом осадительной растворной свободнорадикальной полимеризации по методики [1].

Установлено, что для получения продукта с высокой набухаемостью (свыше 500 г/г) и выдерживающего более 20 циклов высушивания-набухания рекомендуется дополнительная стадия отмывки водой получаемого полимера, а также введение сшивающего агента в реакционную смесь в начале синтеза, а не дробное его добавление (табл.).

Таблица – Зависимость равновесного набухания гидрогелей от времени добавления кросс-сшивающего агента

| Время добавление кросс-сшивающего агента, мин | Набухание в дистиллированной воде, г/г |
|---|--|
| 0 | 640 |
| 30 | 290 |
| 60 | 190 |
| 90 | 120 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2763736 С1 Российская Федерация, МПК С08F 220/06, С08F 220/56, С08L 5/08. Способ получения композитного суперабсорбирующего полимера на основе хитозана с улучшенной влагопоглощающей способностью : № 2020143920 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 30.12.2021 / О. В. Карманова, С. Г. Тихомиров, В. Н. Попов [и др.].

Магистранты А.А. Солодова,
В.А. Ревина, Е.С. Пичугина
Науч. рук. проф. В.А. Седых, асп. О.В. Боголепова
(кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров
и техносферной безопасности, ВГУИТ)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ САНКЦИОННЫХ БАРЬЕРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ»

В связи с внешнеполитическими изменениями промышленные производства Российской Федерации, находятся в жестких условиях в сравнении с предыдущим периодом. ПАО «Казаньоргсинтез» - одно из ведущих предприятий химической промышленности России и стратегически значимый производственный комплекс для экономики Республики Татарстан [1]. Предприятие занимает первой место в России по выпуску полиэтилена высокой и низкой плотности, является абсолютным лидером по производству поликарбоната бесфосгенным методом, который соответствует «зеленой» технологии и принципам ESG [2].

В настоящий момент в условиях сложной геополитической обстановки возник ряд проблем, которые необходимо решить с учетом преодоления технических и экономических барьеров. Стоит задача повышения эффективности и усовершенствования технологии производства поликарбоната, в части комплексной автоматизации подачи микроколичеств катализатора (гидроокиси калия) в шихту – мономерную смесь дифенилкарбоната и бисфенола А.

Ввод санкций для промышленности страны обязывает искать решение проблемы с учетом поиска доступных альтернатив с поставкой оборудования, сырья, средств автоматизации, а также налаживать новые партнёрские отношения. Поликарбонат играет важную роль во многих отраслях промышленности. Улучшение технологии его производства, достижение независимости от зарубежных поставок, несомненно, укрепит экономику предприятия и страны в целом.

Принимая во внимание вышесказанное, предлагается следующий комплекс решений. Подача катализатора в виде суспензии с малой частью одного из мономеров – дифенилкарбоната (до 10 % от общего объема). Параметры процесса данного узла предлагается контролировать с помощью уже внедренного цифрового инструмента – системы ЭКОНС [3]. Полученная смесь многократно проходит через систему гомогенизаторов-диспергаторов, что позволит исключить потери сырья. Для перемещения дисперсии катализатора от узла смеше-

ния и автоматизации её подачи в систему приготовления реакционной смеси были рассмотрены различные транспортные системы, из которых был выбран пневмотранспорт. Он обладает рядом преимуществ: снижение риска появления загрязнений, экономия пространства, легкость в чистке и обслуживании (см. рис.).

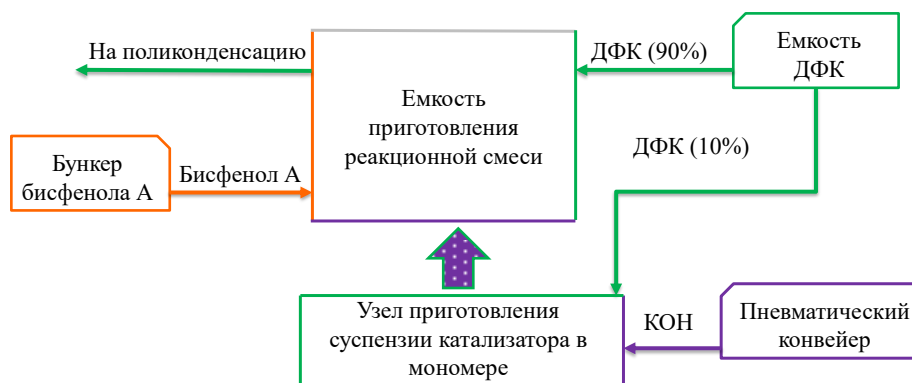


Рисунок – Схема узла приготовления реакционной смеси

Необходимое оборудование для установки приготовления дисперсии катализатора можно приобрести как в компаниях внутреннего рынка, так и у производителей стран тихоокеанского региона. Организация производства необходимых химикатов и средств автоматизации на базе уже существующих производств России, разработка инновационных проектов в особых экономических зонах позволит достойно ответить на санкционные вызовы.

По итогам внедрения предлагаемого проекта ожидается экономический эффект, повышается уровень безопасности, автоматизации и цифровизации производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПАО «Казаньоргсинтез» [Электронный ресурс]: СИБУР. – Режим доступа: <https://www.sibur.ru/kazanorgsintez/ru/?100try.com> (дата обращения: 31.03.2023).
2. Алексеев, П.В. Тенденции и перспективы внедрения ESG-принципов в российской экономике// Review of Business and Economics Studies. – 2022;10(3). – С. 26-32.
3. ЭКОНС [Электронный ресурс]: СИБУР диджитал. – Режим доступа: <https://www.sibur.digital/projects/econs> (дата обращения: 31.03.2023).

СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ МИКРОКОЛИЧЕСТВ КАТАЛИЗАТОРА НА ПРИМЕРЕ БЕСФОСГЕННОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИКАРБОНАТА

Неотъемлемой частью большинства химических производств является применение катализаторов, дозирование которых в течение процесса должно быть прецизионным. Ошибка в количестве поданного катализатора может привести к образованию некондиционного продукта, увеличению времени процесса, преимущественному протеканию побочных реакций и уменьшению выхода целевого продукта [1], что особенно критично в тонком органическом синтезе.

Зачастую концентрация катализатора в реакционной среде очень мала (до миллиардных долей), что затрудняет процесс дозирования. В большинстве случаев для этого применяются микродозаторы, способные подавать сыпучие, жидкие и газообразные вещества с точностью до 0,1 мг. На сегодняшний день большинство производителей данного оборудования располагаются в странах Европы, торговые отношения с которыми из-за санкционных ограничений затруднены.

Рассмотрим процесс получения поликарбоната с помощью бесфосгенной технологии. Этот метод обладает рядом преимуществ: высокая чистота продукта, отсутствие токсичных соединений, безопасность. На заключительной стадии синтеза проводят реакцию поликонденсации дифенилкарбоната с бисфенолом А (рис. 1).

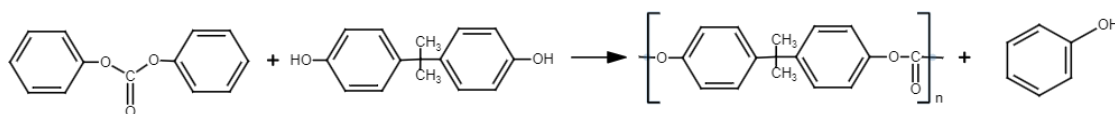


Рисунок 1 – Реакция поликонденсации дифенилкарбоната и бисфенола А

В качестве катализатора применяется гидроксид калия, при этом его концентрация составляет около 100ppb. Таким образом, на полимеризацию 100 тонн поликарбоната требуется подать 10 г щёлочи. Удобнее всего производить подачу катализатора в порошкообразном виде с помощью пневмотранспорта. Это обеспечит точную и быструю подачу без потери материала в инертной среде. Для применения подобной схемы необходим микродозатор. Однако, возможен иной путь подачи катализатора в реакционную среду.

Для увеличения объёма подаваемого катализатора с целью использования дозаторов, обладающих меньшей точностью (от 200 г), порошкообразный катализатор необходимо разбавить в одном из компонентов реакционной смеси, снизив его концентрацию в десятки раз. В качестве среды необходимо взять мономер, который: не загрязняет конечный продукт; не мешает проведению реакции; не реагирует непосредственно с катализатором; обеспечивает лёгкость дозирования.

Рассматриваемый процесс требователен к чистоте системы, недопустимы примеси кислорода, влаги, продуктов переэтерификации со стадий получения дифенилкарбоната. Особенно опасны примеси кислот и солей переходных металлов, способные реагировать со щёлочью, дезактивируя катализатор. Таким образом, целесообразно использовать в качестве инертной среды расплав одного из мономеров – бисфенола А (рис.2). Использовать дифенилкарбонат в данном случае нежелательно из-за возможности протекания побочной реакции, хотя его применение было бы энергетически выгодно из-за более низкой температуры плавления.

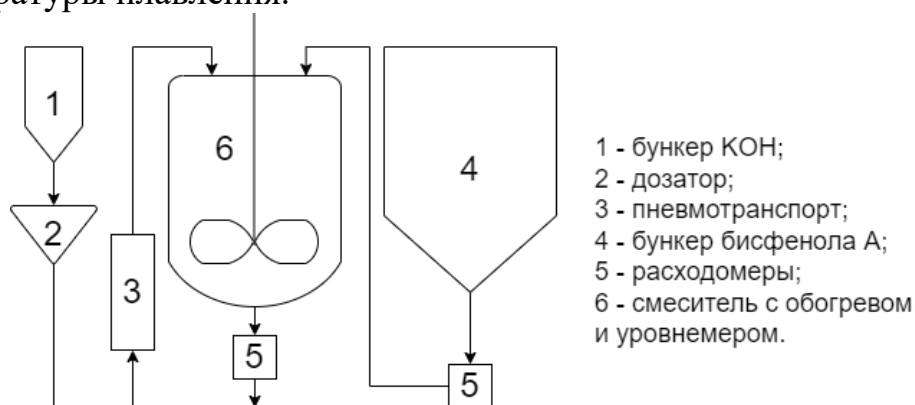


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления каталитической смеси

Объём смесителя 100-120 литров, при концентрации 2 % масс. на один синтез (100 тонн) необходимо будет подать 400-600 г, что обеспечивает до 150 порций катализатора с одной загрузки смесителя. Уровнемер в смесителе позволяет оперативно отслеживать количество оставшейся каталитической смеси, а весь процесс можно легко автоматизировать с помощью инструментов АСУТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев, С. М. Влияние технологических параметров на физико-механические характеристики поликарбоната // С. М. Лебедев, О.С. Гефле; Пластические массы. – Москва, 2012. № 11: С. 51-53.

Магистрант А.И. Семерунчик; студ. В.А. Крюков
 Науч. рук. проф. В.А. Седых
 (кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров
 и техносферной безопасности, ВГУИТ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИХЛОРОПРЕНА

Актуальность работы заключалась в расширении выбора отечественных клеевых композиций, применяемых при изготовлении резино-металлических изделий, приближающихся к показателям клеев фирмы «Chemosil».

Исследовалась клеевая композиция на основе полихлоропренов (ПХ) китайского производства, алкилфенолформальдегидных эпоксидных смол, оксидов металлов и хинолового эфира (ХЭ). Отрабатывались рецептура изготовления и технология применения клеевых композиций на основе полихлоропрена.

Изучено влияние марки полихлоропрена на прочность связи резиновой смеси с металлом с последующей вулканизацией.

Выявлено увеличение прочности связи композиции на основе полихлоропрена клеевой марки SN-242А в 1,5 раза по сравнению с полихлоропреном общего назначения марки CR-2322 при различных температурах нагрева металла и сушке слоев клея. Показаны преимущества предварительного нагрева металла и последующей сушки клеевых слоев при температуре не менее 60°C (рис.1).



Рисунок 1 – Влияние марки полихлоропрена и температуры нанесения слоев клеевых композиций на прочность связи резины с металлом

Исследовано влияние содержания хинолового эфира (100 и 50% от оптимального) на прочность связи горячего соединения резины с металлом (рис.2).

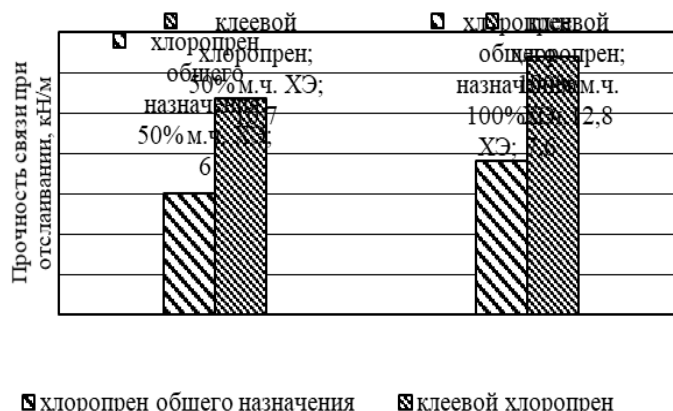


Рисунок 2– Влияние марки полихлоропрена и содержания хинолового эфира в клеевых композициях на прочность связи резины с металлом

Подтверждена необходимость введения оптимальной дозировки указанного вулканизирующего агента [1].

Доказана недопустимость хранения клеевой композиции более одного месяца после изготовления при температуре более 30°C, приводящая к снижению адгезионных свойств, по причине разложения хинолового эфира (рис. 3).

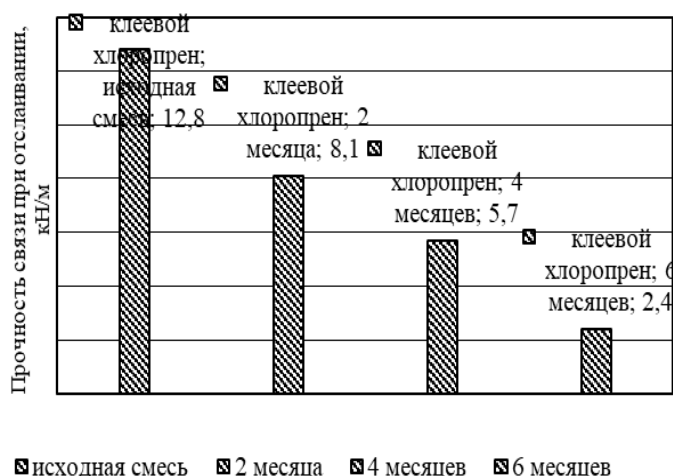


Рисунок 3 – Влияние продолжительности хранения клеевой композиции на основе полихлоропрена марки SN-242A на прочность связи резины с металлом

Таким образом, проведен комплекс исследований по усовершенствованию рецептуры клеевой композиции на основе полихлоропрена и технологии его применения при изготовлении резино-металлических изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люсова, Л.Р. Некоторые особенности создания клеевых композиций / Л.Р. Люсова, В.А. Глаголев // Вестник МИТХТ. – 2007. – Т. 2, № 4. – С. 47-51.

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ВЫДЕЛЕНИЕ КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА

Производство эмульсионных каучуков является многостадийным процессом [1]. На завершающей стадии их производства в качестве подкисляющего агента используется водный раствор серной кислоты. Применение подкисляющего агента необходимое условие при производстве эмульсионных каучуков. В промышленных условиях расход серной кислоты в процесс выделения каучука из латекса составляет 12-15 кг/т каучука.

Цель данного исследования – уточнение расхода серной кислоты на процесс выделения каучука из латекса марки СКС-30 АРК.

Целесообразность проведения данных исследований базируется на том, что технология производства эмульсионных каучуков постоянно совершенствуется [2], а расход подкисляющего агента во всех случаях сохраняется на уровне 12-15 кг/т каучука. Рассмотрение влияния расхода подкисляющего агента на выход крошки каучука имеет важное практическое значение. Выделение каучука проводили по методике, описанной в работе [3].

Установлено, что в случае применения полимерного катионного полиэлектролита ВПК-402 (полидиметилдиаллиламмоний хлорида) на полноту выделения каучука из латекса оказывают влияние расход ВПК-402, серной кислоты и температура.

При использовании ВПК-402 полной коагуляции латекса достигали при его расходе 0,5 кг/т каучука (температура 1-2 °С) и расходе серной кислоты 15 кг/т каучука. Повышение температуры до 20 °С приводило к возрастанию расхода ВПК-402 до 1,8 кг/т каучука, а при дальнейшем повышении температур до 60 °С – до 2,5 кг/т каучука.

Таким образом, при неизменном расходе серной кислоты с повышением температуры коагуляции расход ВПК-402 возрастал.

С уменьшением расхода серной кислоты до 10 кг/т каучука и проведении процесса при температуре 1-2°С полная коагуляция латекса достигалась при расходе ВПК-402 1,5 кг/т каучука, что выше, чем при расходе серной кислоты 15 кг/т каучука. В результате повышения температуры до 20°С и далее до 60 °С полной коагуляции латекса достигали при расходе ВПК-402 равном 2,0 и 2,5 кг/т каучука, соответственно.

Дальнейшее снижение расхода серной кислоты до 5 кг/т каучука показало, что полноту выделения каучука из латекса, возможно, достичь лишь при расходе ВПК-402 равном 15 кг/т каучука и температуре 1-2 °С. Увеличение температуры до 20°С полнота коагуляции достигалась при расходе катионного полиэлектролита не менее 15 кг/т каучука и разбавлении коагулируемой системы водой в соотношении латекса к воде 1 : 1,0÷1,5. Экспериментальные исследования при температуре 60°С не осуществляли из-за отсутствия целесообразности в их проведении.

При отсутствии добавки в коагулируемую систему подкисляющего агента процесс выделения каучука из латекса при использовании ВПК-402 протекал частично. Так при расходе ВПК-402 10,0 кг/т каучука образование коагулюма не превышало 2 %. Увеличение расхода ВПК-402 до 15 кг/т каучука позволило повысить выход крошки каучука до 4%. Полной коагуляции латекса в этих условиях удалось достичь при расходе ВПК-402 равном 30,0 кг/т каучука. При этом коагуляция протекала с дозреванием системы в течении 5-10 минут. Кроме того, наблюдали образование мелкодисперсной крошки каучука. Коагулируемую систему разбавляли водой в объемном соотношении латекса к воде 1 : 1,0÷1,5. Размер образующейся крошки составлял 0,5-3,0 мм.

Таким образом, подтверждено, что процесс выделения каучука из латекса необходимо проводить в кислой среде. Расход серной кислоты не должен быть меньше 10 кг/т каучука. Снижение расхода серной кислоты ниже 10 кг/т каучука приводило к повышению расхода коагулирующего агента, возрастанию количества образующейся мелкодисперсной крошки каучука, что способствовало её потерям с серым и промывными водами.

Процесс выделения каучука из латекса целесообразно проводить при пониженных температурах не более 20 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж: ВГУИТ. 2015. –315 с.
2. Распопов И.В., Никулин С.С., Гаршин А.П. и др. Совершенствование оборудования и технологии выделения бутадиен-(α -метил)стирольных каучуков из латексов. М.: ЦНИИТ Энефтехим. 1997. – 68 с.
3. Практикум по коллоидной химии латексов / Т.Н. Пояркова [и др.] – М. : Изд. дом Академии Естествознания. 2011. – 124 с.

Науч. рук. доц. Н.Ю. Санникова (кафедра технологии органических соединений переработки полимеров и техносферной безопасности, ВГУИТ)

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СУЛЬФОАЗОКРАСИТЕЛЕЙ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ИЗ ВОДНЫХ СРЕД

В производстве продуктов питания широкое распространение получили пищевые красители. Значительную их часть составляют сульфазокрасители [1], которые легко растворяются в воде, достаточно светостойки и устойчивы к воздействию кислот и щелочей по сравнению с природными пищевыми красителями. Извлечение сульфазокрасителей из водных сред – актуальная аналитическая задача. Гидрофильные полимеры - перспективные экстрагенты для извлечения и концентрирования сульфазокрасителей из водных сред. К таким полимерам относятся гидрогели на основе хитозана и акриловой кислоты. Это высокогидрофильные нетоксичные соединения. Они широко применяются в медицине и фармакологии.

Изучено распределение сульфазокрасителей (E102, E110, E122, E124, E129) в системе набухший гидрогель – насыщенный водный раствор сульфата аммония или натрия. При 20 °С установлены коэффициенты распределения при различном процентном содержании гидрогелей в сорбционной смеси. Оптимизированы условия сорбции, обеспечивающие практически полное извлечение красителей из водных растворов. Интерпретировано влияние структуры и молекулярной массы гидрогеля на полноту извлечения красителя. При сорбции сульфазокрасителей из водно-солевого раствора 0,2 % мас. гидрогеля степень извлечения в 5 раз выше в присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ по сравнению с системами с Na_2SO_4 . Это объясняется тем, что вода в фазе, содержащей сульфат аммония, практически полностью переходит в сольватные сферы иона аммония, ионы натрия гидратируются в меньшей степени, поэтому системы с $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ более эффективны. Высокая эффективность сорбционных систем связана с образованием комплексных соединений с красителем. Изученные полимерные сорбенты на основе хитозана применимы для концентрирования синтетических красителей из водных растворов и пищевых продуктов (соки, безалкогольные напитки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Е.В. Пищевые красители. Справочник. СПб: Профессия, 2009. 352 с

Студ. Д.В. Просяник
Науч. рук. доц. А. Б. Емельянов
(кафедра технологии органических
соединений переработки полимеров и техносферной безопасности, ВГУИТ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Полимерные материалы стали неотъемлемой частью нашего современного общества. Они используются в самых разных областях от упаковки и автомобильных деталей до медицинских приборов и электроники. Однако, производство и переработка полимеров часто приводят к выбросу вредных газов в окружающую среду. Для смягчения негативного воздействия этих выбросов крайне важно разработать и внедрить более эффективные методы очистки.

Производство полимерных материалов обычно включает полимеризацию мономеров, которые могут генерировать выбросы летучих органических соединений, парниковых газов и др. Эти выбросы не только способствуют изменению климата, но и создают значительные риски для здоровья людей и экосистем. Аналогичным образом, во время процесса рециркуляции могут выделяться диоксины, фураны и др.

Основные проблемы в области очистки газов включают в себя:

1. Сложный состав газовой смеси может сильно варьироваться в зависимости от конкретных процессов и материалов. Это затрудняет разработку универсального метода очистки.

2. Соблюдение нормативных требований регулирующих и контрольных органов, которые внедряют более строгие нормы выбросов для снижения воздействия на окружающую среду. Промышленность должна адаптироваться к этим правилам, инвестируя в новые технологии и процессы очистки газовых выбросов.

3. Экономическая целесообразность разработки и внедрения новых методов очистки. Поэтому важно найти баланс между эффективностью процесса очистки и его экономической жизнеспособностью.

Для решения этих проблем мы предлагаем рассмотреть несколько инновационных решений:

1. Передовые методы адсорбции

Адсорбция является широко используемым методом очистки газов, при котором загрязняющие вещества задерживаются на поверхности твердого адсорбирующего материала. Новые материалы, такие как металлоорганические каркасы (MOF) и активированные углерод-

ные волокна, были разработаны для повышения адсорбционной способности и селективности для конкретных загрязнителей. Эти материалы могут быть адаптированы для конкретных выбросов газов и обеспечивают лучшую производительность по сравнению с традиционными адсорбентами.

2. Каталитическое окисление

Каталитическое окисление включает в себя использование катализаторов для преобразования вредных выбросов в менее токсичные вещества, такие как углекислый газ и вода. Этот метод уже доказал свою эффективность в автомобильной промышленности для снижения выбросов выхлопных газов. Ученые разрабатывают новые катализаторы, такие как наноструктурированные материалы и комплексы на основе металлов, для повышения эффективности и селективности процесса окисления для широкого спектра выбросов газов.

3. Мембранная сепарация

Мембранная сепарация – это новая технология очистки газовых выбросов, в которой селективная мембрана используется для отделения загрязняющих веществ от газового потока. Новые мембранные материалы, такие как смешанные матричные мембраны и нанопористые неорганические мембраны, показали большой потенциал для эффективной очистки газовых выбросов. Эти мембраны могут быть спроектированы для селективного разделения конкретных загрязняющих веществ, предлагая более целенаправленный подход к очистке.

4. Интегрированные системы

Во многих случаях сочетание различных методов очистки может привести к синергетическим эффектам и повышению производительности. Например, интеграция адсорбции и каталитического окисления в единую систему может повысить общую эффективность процесса очистки. Такой подход позволяет оптимально использовать ресурсы при минимизации пространства, необходимого для очистного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудыка, Е. А. Исследование особенностей улавливания из отработанного воздуха пищевой пыли с целью создания высокоэффективных аппаратов очистки [Текст] : диссертация канд. тех. наук: 05.18.12. – Воронеж, 1997. – 193 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОУДОБРЕНИЙ И БИОТОПЛИВА

Утилизация и переработка углеродсодержащих отходов, в том числе бытовых отходов, осадка сточных вод, является актуальной проблемой. Решением является разработка технологий глубокой переработки углеродсодержащих отходов с выходом биоудобрений и биотоплива [1].

Продукты, полученные из отходов биомассы, имеют значительные экологические и экономические преимущества перед традиционными. Биоудобрения обогащают почву органическими и питательными веществами, улучшают структуру, стимулируют развитие полезной почвенной микрофлоры.

Перспективная технологическая схема переработки углеродсодержащих отходов включает следующие основные этапы:

1. Сбор, сортировка и подготовка отходов к переработке. На этом этапе отходы сортируются, крупногабаритные частицы измельчаются, а загрязняющие вещества удаляются.

2. Анаэробное сбраживание – для получения биогаза. Биогаз может быть использован в качестве сырья для производства электроэнергии. Анаэробное сбраживание производит питательный дигестат, используемый в качестве биоудобрения.

3. Компостирование отходов – для получения биогумуса, который используется в качестве органического биоудобрения.

4. Производство жидких биоудобрений на основе побочных продуктов переработки отходов, которые содержат питательные вещества и естественные стимуляторы роста.

5. Пиролиз отходов с образованием пиролизного газа и биоугля используются в качестве почвенного кондиционера. Комплексная переработка отходов позволит решить экологические проблемы, а также производить экологически чистые биоудобрения и биотопливо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов, О. А. Технологии переработки твердых бытовых отходов : учебное пособие / О. А. Власов. – Красноярск : СФУ, 2019. – 244 с. – ISBN 978-5-7638-4183-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157744>

Студ. М.С. Лухменев
Науч. рук. доц. Е.В. Батурина
(кафедра технологии органических соединений переработки полимеров
и техносферной безопасности, ВГУИТ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ОСТАТКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ СО СТАДИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Термическая обработка органических отходов, включая пиролиз, газификацию и сжигание, является эффективным способом уменьшения их объема и получения энергии в виде тепла или электричества. Однако термическая обработка также генерирует большое количество твердого остатка в виде золы, угля и шлака, что требует дальнейшей переработки или утилизации.

Твердые остатки от термической обработки отходов содержат углерод, неорганические соли и тяжелые металлы, которые могут оказывать пагубное воздействие на окружающую среду. Улучшение переработки твердых остатков для извлечения полезных компонентов и минимизации количества отходов, отправляемых на свалки, является важной и сложной задачей [1].

Предлагаем некоторые перспективные способы улучшения переработки твердых остатков от термической обработки отходов:

1. Разделение и извлечение ценных компонентов, таких как металлы, извлекаемых из золы и шлака с использованием магнитной и вихре-токовой сепарации.

2. Производство строительных материалов на основе золошлаков, таких как бетон, кирпич, керамика, стекло, заполнители и т.д. Золошлак может частично заменить традиционные материалы, используемые в строительстве, сократив использование природного.

3. Переработка золы и шлака в минеральные добавки для обогащения почвы и производства удобрений. Зола и шлак могут быть использованы в качестве известковой добавки для повышения щелочности почвы или в качестве источника кремнезема и глинозема, фосфора и других минералов. Однако для этого твердые остатки должны быть надлежащим образом обработаны для снижения концентрации тяжелых металлов и обеспечения экологической безопасности.

4. Получение активированного угля из переработанных пиролизом отходов. Активированный уголь имеет высокопористую структуру и используется для процессов фильтрации, очистки и разделения. Он используется в различных отраслях промышленности, включая

водоподготовку, производство продуктов питания, фармацевтику и т.д. [2].

5. Газификация или сжигание угля для выработки энергии. Теплотворная способность угля высока, поэтому его можно использовать в качестве топлива для обеспечения дополнительного тепла и электроэнергии в системах переработки термических отходов.

6. Производство биоугля, полученного из биомассы, из обугленных отходов биомассы. Биоуголь может быть использован в качестве удобрения для повышения плодородия, улучшения структуры почвы и сокращения выбросов парниковых газов. Биоуголь обладает значительными экологическими и агроэкономическими преимуществами [3].

Интенсификация переработки твердых остатков, полученных со стадии термической утилизации органических отходов, позволит значительно повысить эффективность переработки отходов, снизить воздействие на окружающую среду при сжигании и пиролизе отходов, а также производить ценные продукты из отходов биомассы.

Комплексная переработка золы, шлака и угля является важным подходом к устойчивому использованию невозобновляемых ресурсов и переходу к низкоуглеродной экономике.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Мобильная мусороперерабатывающая установка на основе плазменных технологий / С.Л. Буянтуев, Ю.Ю. Стебенькова, С.Ю. Шишулькин [и др.] // Вестник ВСГУТУ. – 2017. – № 4. – С. 12-18. – ISSN 2413-1997. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/303429>.

2. Власов, О. А. Технологии переработки твердых бытовых отходов : учебное пособие / О. А. Власов. – Красноярск : СФУ, 2019. – 244 с. – ISBN 978-5-7638-4183-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157744>.

3. Управление отходами. Механобиологическая переработка твердых бытовых отходов. Компостирование и вермикомпостирование органических отходов : монография / Я. И. Вайсман, В. Н. Коротаяев, Л. В. Рудакова [и др.] ; под редакцией Я. И. Вайсмана. – Пермь : ПНИПУ, 2012. – 225 с. – ISBN 978-5-398-00844-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160323>.

ОБЛЕПИХА КАК ИСТОЧНИК БИОАКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУБНОЙ ПОМАДЫ

Существование живого организма характеризуется двумя процессами: ассимиляцией и диссимиляцией, в основе которых лежит обмен веществ между внутренней (внутри организма) и внешней средой. Данные процессы, происходящие в организме, должны придерживаться постоянством химического состава и физико-химических свойств внутренней среды организма. Это постоянство зависит от совокупности нескольких факторов, среди которых важную роль играют биологически активные вещества, поступающие в организм вместе с пищей и образующие гармоническую взаимосвязь всех биологических процессов в организме. Помимо регуляции всех биохимических процессов в организме, БАВ оказывают в случае необходимости и терапевтический эффект на организм.

В облепихе содержится очень много различных биологически активных веществ, разной направленности действия. Препараты с содержанием облепихи имеют ярко выраженное обновляющее и противовоспалительное действие, хорошо сказывается на росте волос и способствует заживлению ран, то есть применяется в различных областях: косметология, фармацевтика, медицина и кулинария.

В зависимости от сортов и условий заметно варьируется витаминный состав. Но, в среднем, в 100 граммах облепиховых ягод «умещается» около 2-3 норм суточной потребности организма в витамине С, половина нормы витамина В6, треть суточной нормы витамина Е и бета-каротина – предшественника витамина А. Есть в ягодах и витамин Р, а также фенольные соединения, обладающие Р-витаминной активностью. В «паре» с витамином С они обеспечивают синергический эффект в профилактике атеросклероза. Состав касеино-витаминного и минерального содержания, довольно сильно зависят от времени сбора и места произрастания кустарника. Например, осенью, магния, железа и калия больше, чем летом, хотя в летнее время натрия и фосфора – больше. В основном в облепихе содержится много биологически активного вещества – каротиноидов, до 4,5 %, в остальном же она состоит на 2,8 % органических кислот, дальше идут сахара 2,6 % и растворимые соли. Жирное масло находится в облепихе около 4,4-9 %. В облепихе остаточное количество пектинов, касаясь витаминов, то больше всего С, Е, Р, каротин, филохинон. Очень много при-

сутствует разных тритерпиновых кислот, их содержание подобных веществ около 1,2 грамма на 0,1 кг.

В основном из облепихи добывают облепиховое масло, если брать семена, то в них содержится около 8-20 % масла, в мякоти же около 23 %, а в самих ягодах после отжима 15-25 %. Масло состоит из смеси жирных кислот – олеиновой ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$), стеариновой ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$), линолевой ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$). Стоит сказать, что облепиха обладает многофункциональным действием на здоровье человека, да даже если взять В-ситостерин, которого в этих плодах больше, чем в других продуктах, не существует другого продукта, в котором концентрация была бы выше, чем в облепихе.

Экстракты и масло облепихи обладают улучшением кровообращения, обеззараживанием кожи, хорошо снимает отёки и воспаления, соответственно идёт на многие косметические производства. Но из-за того, что она обладает высокой активностью, то не подходит для чувствительной кожи и может вызвать аллергическую реакцию. Экстракт облепихи входит во множества масок для кожи, а также крема. Причём важно отметить, что, судя по её свойствам, она применяется больше для антивозрастных косметических средств. Перечислим основные свойства косметической продукции, включающей в свой состав облепиху:

- 1) улучшение кровотока – из-за хорошего кровообращения и питания, цвет кожи начинает восстанавливаться;
- 2) с ранних времён облепиху применяли как ранозаживляющее средство, поэтому это свойство очень актуально и для медицины, и для косметологии;
- 3) общее увлажнение – из-за своей активности, облепиховый сок глубоко питает кожу, а масло не даёт влаге испаряться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дейнека В. И. Определение каротиноидов плодов облепихи методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / В.И. Дейнека, Р. В. Подкопайло, Л. А. Дейнека, В. Н. Сорокопудов, И. А. Гостищев // Журн. Научные ведомости Белгородского государственного университета – 2011. – № 15-1 (104). – С. 374–381
2. Царькова Т. Ф. – Облепиха. – М.: ВО "Агропромиздат", 1987. – 32 с.
3. Видаль. Парафармацевтика. Справочник / Изд-во: Астра-ФармСервис. 2003. – 176 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ БОЛГАРСКОГО ПЕРЦА

Перец стручковый относится к семейству пасленовые. Сорта стручкового перца по вкусовым качествам делят на горькие и сладкие. Плоды сладкого перца представляют собой пустотелую коробочку с семенами. Перец имеет желтую, оранжевую, красную, зеленую окраску. Количественный состав плодов сладкого перца может отличаться среди различных экземпляров из-за некоторых факторов. Среди основных можно выделить сорт, условия и место произрастания.

В зависимости от степени окисления каротиноиды перца делятся на каротины – ненасыщенные углеводороды и фитоксантины, или ксантофиллы – кислородсодержащие каротиноиды. Фитоксантины содержат в своем составе гидрокси-, метокси-, карбокси-, кето- и эпокси группы.

Таблица – Состав каротиноидов перца

| Цвет перца | Содержание каротиноида, % | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------|-------------------|------------------|------------------------|------------|--------|-----------|------------|---------------|--------------|
| | Ликопин | α -каротин | β -каротин | β -криптоксантин | Зеаксантин | Лютеин | Капсантин | Капсорубин | Антераксантин | Виолаксантин |
| Красный | + | + | ≤ 20 | | может быть | - | 70 | 10 | - | - |
| Оранжевый | + | + | $\leq 1-2$ | $\leq 1-2$ | до 85 | до 16 | - | - | $\leq 1-2$ | - |
| Белый | - | - | + | + | + | до 70 | - | - | + | + |

Суммарное содержание каротиноидов в плодах перца колеблется от 23,21–34,94 мг/100 г, но максимальное их количество накапливают оранжевые сорта. В красных сортах их количество в 4–5 раз меньше, а в белых – в 10 раз меньше. Красные, оранжевые, белые и зеленые сорта перца имеют различный качественный и количественный состав каротиноидов. Так в плодах перца встречаются: ликопин, α -каротин, β -каротин, β -криптоксантин, зеаксантин, лютеин, капсантин, капсорубин, антераксантин, виолаксантин.

Для оценки количества каротиноидов перца использовали метод экстрагирования пигментов этанолом с концентрацией 96 % об. Процесс вели при температуре от 40 до 78 °С, варьируя продолжительность в пределах до 60 минут, кратность экстрагирования 1-2.

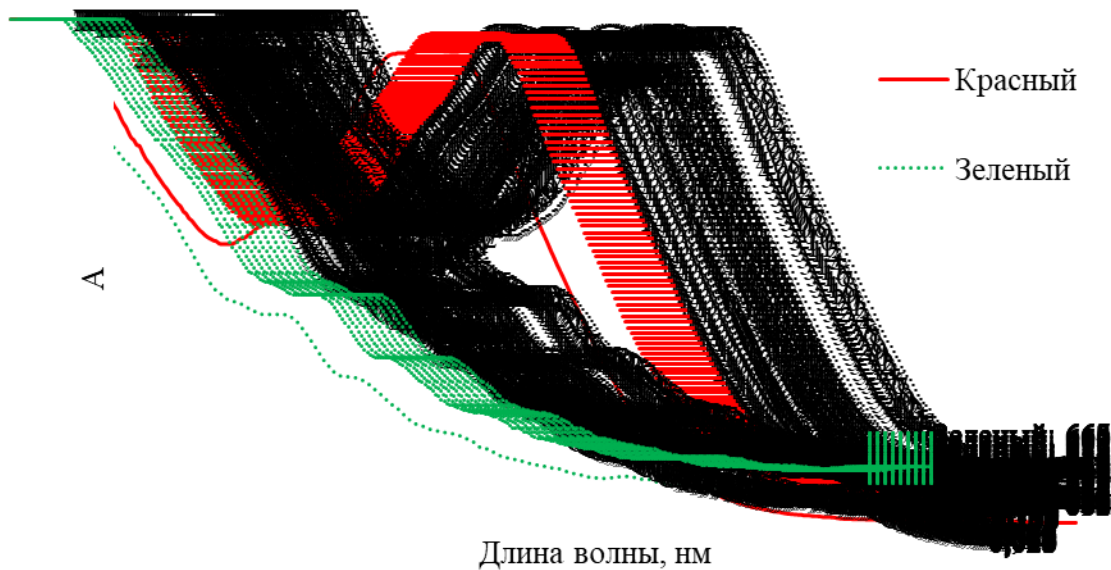


Рисунок – Спектры поглощения спиртовых экстрактов болгарского перца

Для всех образцов отмечается, что однократное экстрагирование позволяет извлечь не более 75 % пигментов. С ростом температуры и продолжительности извлечения количество выделяемых пигментов возрастает. Красный и зеленый образцы перца имеют различный качественный и количественный состав каротиноидных пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лахтина, Л.В. Перец сладкий свежий. Полезные свойства. Исследование качества / Л.В. Лахтина, Е.В. Матушкина // Молодежь и наука. – 2015. – . – № 3. – С. 31
2. Нилова, Л.П. Каротиноиды в растительных пищевых системах / Л.П. Нилова, И.Ю. Потороко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 54–69
3. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова – СПб. : ГИОРД, 2008 – 240 с.

Науч. рук. доц. П.Н. Саввин (кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техноферной безопасности, ВГУИТ)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ КАК ПЛЕНКООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

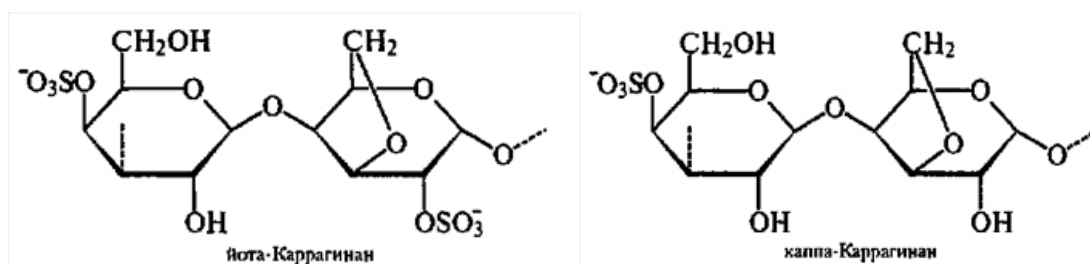
Одной из основных проблем современного мира является экология и природопользование. Все чаще ученые исследуют направления минимизации вредных производств и повышение уровня полезных продуктов. Коснулось это и производства упаковочных материалов и пленок.

В настоящее время наиболее распространены пленки, сделанные из синтетических полимеров. Однако многие ученые сейчас ставят перед собой цель получить более полезную упаковку. В качестве сырья они используют природные полимеры: полисахариды и белки [1].

Целью работы являлось изучение способности некоторых полисахаридов образовывать пленки, сравнение данной способности и изучение оптимальных режимов пленкообразования.

Испытания были проведены для следующих полисахаридов: ксантановая камедь, гуаммиарабик и йотта-каррагинан [2].

Каррагинаны различаются по степени сульфатации. Каппа-каррагинаны имеют одну сульфатную группу на дисахарид. Как правило это твердые гели, которые хорошо реагируют с молочными белками. Йота-каррагинаны имеют две сульфатные группы на дисахарид. Представлены мягкими гелями, которые легко сочетаются с кальцием.



Каррагинаны широко используются в пищевой промышленности в качестве загустителей, стабилизаторов и эмульгаторов в дозировке от 0,2 до 2,0 % к массе фарша. Они придают пище гладкую текстуру и подчеркивают аромат. Каррагинан является альтернативой желатина не животного происхождения, что позволяет его употреблять в пищу вегетарианцам.

Гуммиарабик состоит в основном из арабина (смесь калиевых, кальциевых и магниевых солей арабиновой кислоты), который при

кислотном гидролизе расщепляется на арабинозу, галактозу, рамнозу и глюкуроновую кислоту.

Таблица – Условия пленкообразования полисахаридов

| Полисахарид | Гидромо- дуль | Температура пленкообразования, °С | Дополнительные условия |
|--------------------|------------------|---|--|
| Ксантановая камедь | 1:50 | 25 | Предварительно диспер- гировать в глицерине |
| Гуммиарабик | 1:10 | 16 | – |
| Йотта-каррагинан | 1:66 | < 45 | – |

Испытания проводились на 20 мл дистиллированной воды, полученные смеси заливались в чашки Петри [3].

При выполнении условий, представленных в табл.1, было выявлено, что ксантановая камедь при застывании сразу же дает густой гель. Гуаммиарабик при данных условиях не застывает. Йотта-каррагинан через 60 мин образует желеобразную основу, через сутки частично превращается в пленку.

Основываясь на данных результатах, можно сделать вывод, что из данных полисахаридов способность пленкообразования имеет только йотта-каррагинан. Следует подобрать оптимальный режим пленкообразования данного полисахарида, а также изучить другие полисахариды и белки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дышлюк Л.С. Изучение свойств биоразлагаемых пленок из природных полисахаридов // Л.С. Дышлюк, А.Ю. Просеков, Л.К. Асякина/ Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. Т.9, № 4. – М.: 2019. – С.703-711.

2. Быков Д.Е. Комбинированные съедобные пленки на основе ксантановой камеди // Д.Е. Быков, Н.В. Макарова, А.В. Демидова, Н.Б. Еремеева/ Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. Т.8, № 2. – М.: 2018. – С.110.116.

3. Пат. №2693776 Российская Федерация, МПК С 08 L 1/32, 101/16, 5/12, С 08 J 5/18. Состав для получения биоразлагаемой полимерной пленки на основе природных материалов / Л.Ю. Дышлюк, В.Ф. Долганюк, Л.К. Асякина, А.Ю. Просеков, заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Кемеровский ГУ (RU). - №2018133758; заявл. 24.09.18; опубл. 04.07.19; Бюл. № 19. 12 с

Студ. А.В. Умнова
Науч. рук. доц. П.Н. Саввин
(кафедра технологии органических соединений, переработки
полимеров и техноферной безопасности, ВГУИТ)

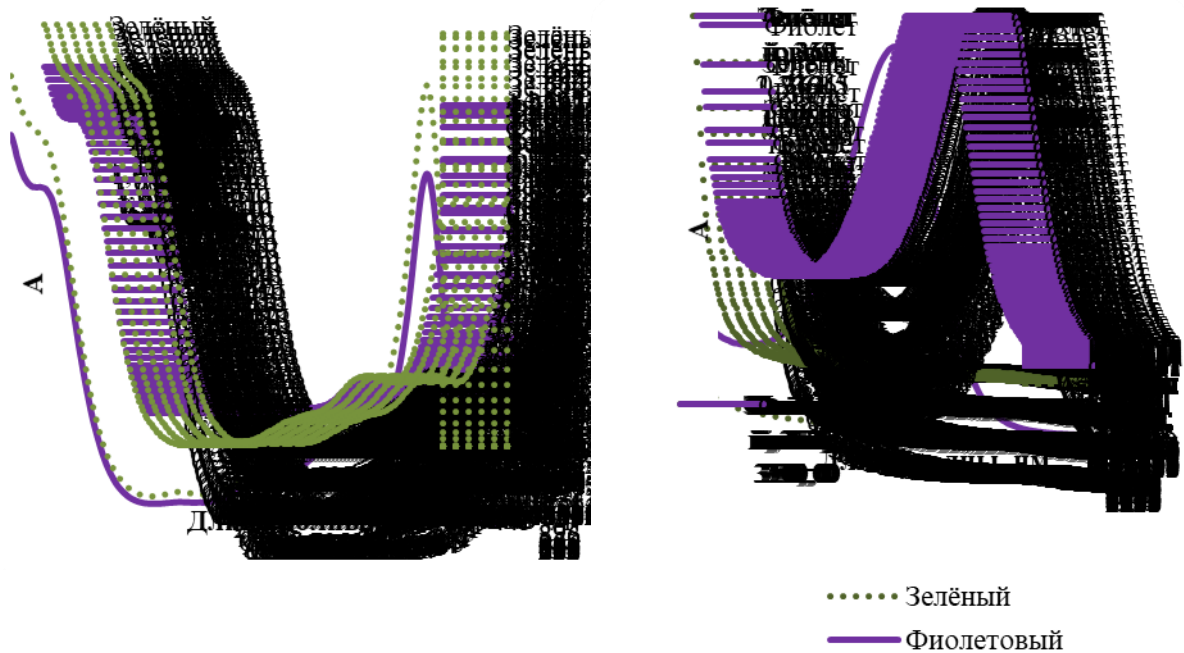
НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ БАВ БАЗИЛИКА

Базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum L.*) – однолетнее растение семейства губоцветных. В ряде зарубежных исследований упоминается о том, что именно фиолетовый базилик является богатым источником ацилированных и гликозилированных (присоединение остатков сахаров к органическим молекулам) антоцианов, в таком случае растение представляет немалый интерес для изучения уникального источника стабильных красных пигментов для пищевой промышленности.

Фиолетовый и зеленый базилик имеют практический одинаковый набор полезных веществ. Относительно качественных особенностей базилика разного цвета исследователи склоняются к тому, что фиолетовый полезнее – его цвет обусловлен наличием антоцианов (антиоксидантов, т.е. веществ, защищающих от свободных радикалов).

Процесс экстрагирования БАВ из базилика проводился в круглодонных колбах, нагревая на водяной бане до 80 °С, с обратным водяным холодильником для конденсации паров из колбы в процессе экстрагирования. В качестве экстрагента использовались вода, этанол, глицерин и соляная кислота 0,1 моль/дм³ с рН=1. Время выдержки: 1 час. Всё экстрагирование проводили в соотношении 1:100. Проведя процесс экстрагирования органического соединения из твёрдой фазы горячим растворителем, раствор остужали и отфильтровывали под вакуумом. Экстракты анализировали спектрофотометрически и с применением метода компьютерной цветометрии.

Цветометрическая оценка экстрактов показала, что солянокислый экстракт фиолетового базилика имеет максимальную долю красной компоненты окраски, что обусловлено его красным цветом. Спиртовые экстракты как фиолетового, так и зеленого базилика имеют выраженную зеленую окраску, в цвете преобладает зеленая компонента (70 % для фиолетового базилика и 75 % для зеленого сорта). Глицериновый и водный экстракты имеют слабовыраженную окраску песочно-коричневого цвета. По-видимому, высокая полярность экстрагентов не позволяет в полной мере извлечь биологически активные вещества.



**Рисунок 1 – Электронные спектры поглощения экстрактов базилика:
а – этанольный, б - солянокислый**

Так как видимая область спектра антоцианов составляет 510 – 540 нм наибольший интерес для качественного и количественного (идентификации) определения антоциановых соединений представляет именно этот максимум. На основании полученных данных оптимальным экстрагентом можно считать раствор соляной кислоты с массовой долей 1%, а сырьем фиолетовый базилик. Этот максимум достаточно хорошо выражен и находится в длинноволновой области спектра, где находятся именно антоциановые соединения. Отсутствие пиков у фиолетового базилика в воде и глицерине можно объяснить полярностью экстрагентов. Зеленый базилик показал полное отсутствие антоцианов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова – СПб. : ГИОРД, 2008 – 240 с.
2. Исследование состава антоцианов травы *Ocimum basilicum* L. в рамках научного направления «фармацевтический ремейк» / Севрук И.А. [и др.] // Научный результат. Серия Медицина и фармация. 2016. Т. 2, № 2. С. 27-36.

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ СМЕСЕВЫХ БАС РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Нами проводились исследования по расширению эксплуатационных свойств природных биологически активных соединений, получаемых из растительного сырья.

Объектами исследований являлись экстракты природных БАС из смеси сырья в различных соотношениях: лекарственных трав ромашки, календулы, мать и мачехи, мелиссы, мяты, крапивы, травы горца, измельченных плодов шиповника, боярышника, а также экстракты, полученные из термообработанного растительного сырья (плодов красного болгарского перца, рябины красной, черемухи обыкновенной, плодов облепихи).

Внешний вид экстрактов – прозрачные, ярко окрашенные жидкости от лимонно-желтого и светло зеленого до оранжево-красного и красного-коричневого цвета. Основные пигменты образцов смесевых БАС: желтые – флавоны, флавонолы, халконы, каротиноиды; красные – антоцианы (могут иметь и синий или фиолетовый цвет в зависимости от условий среды), антрахиноны, бетацианы, некоторые каротиноиды; зеленые – хлорофилл и др.

Растения содержат различные физиологически активные вещества (полифенольные соединения, аскорбиновая кислота, витамины Е и К, каротиноиды, антоцианы и другие биофлавоноиды), которые попадая в продукты питания или косметические средства, придают им ряд важнейших свойств. Наиболее важным из которых являются антиоксидантная активность, обеспечивающая защиту от перекисного окисления липидов, участвующих в образовании клеточных мембран в организме человека. Навески предварительно подготовленного измельченного и высушенного сырья обрабатывали этанолом (40 об.д.%, 70 об.д.%, 96 об.д.%) при температуре 20, 40 и 60 °С и водой при таких же температурах экстрагента.

Полученные экстракты отделяли от исходного сырья, объединяли, отстаивали при температуре 10–20 °С в течение 6–10 часов с последующей фильтрацией и концентрированием путем отгонки этанола при атмосферном давлении. Спиртовые растворы готовили путем совместного смешения экстрактов сырья в различных соотношениях.

Полученные экстракты изучали спектрофотометрическим методом и методом компьютерной цветометрии. Учитывая выше сказанное, целью нашей работы стало расширение ассортимента косметологических препаратов с использованием натурального гидрофилизированного каротиноидного красителя, обладающего антиоксидантными свойствами.

Спектрофотометрический анализ показал, что для смесевых растворов наблюдался четко выраженный сдвиг в длинноволновую область. Определены максимумы поглощения этанольных и водно-этанольных экстрактов БАС исследованного растительного сырья.

Исследована сохранность образцов смесей колорантов при хранении в течение 90 суток (1 серия) и 120 суток (2 серия). Установлено, что изменение спектральных характеристик происходит незначительно в течение всего времени хранения. Суммарные потери цветности в течении месяца хранения составляют порядка 5–20 % от первоначального значения.

Спектрофотометрическим методом установлено, что для всех растворов наблюдался четко выраженный сдвиг в длинноволновую область, т.к. антоциановые красители имеют более яркую окраску, чем каротиноидные (каротиноидные красители в этаноле имеют пик в области 460 нм, антоциановые – 549 нм, смесь красителей – 547 нм).

При анализе данных обеих серий было установлено, что изменение значений оптической плотности в растворах каротиноидного, антоцианового и смеси красителей происходит незначительно в течение всего времени хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

Студ. С.Р. Овчаренко, А.С. Земляк
Науч. рук. доц. А.С. Москалев
(кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров
и техносферной безопасности, ВГУИТ)

РАЗРАБОТКА ВОДОНАБУХАЮЩИХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОВ

Полимерные материалы широко применяются в различных отраслях промышленности, в том числе и в строительной индустрии [1]. Одним из важнейших элементов строительства является гидроизоляция заглубленных зданий и сооружений. В данной области себя хорошо зарекомендовали эластомерные материалы на основе различных компонентов. С учетом активного развития строительных технологий и сложившейся геополитической обстановки РФ спрос на гидроизоляционные эластомерные материалы значительно возрастает, т.к. большинство подобных материалов – это материалы зарубежного производства. Отдельно стоит упомянуть о проблеме ресурсосбережения, которая остро стоит во всём мире. Таким образом, разработка водонабухающих эластомерных материалов на основе отечественного сырья с применением регенерированных полимеров позволит решить сразу несколько актуальных задач.

В работе применяли регенерат на основе бутилкаучука [2], в который вводили гидрофильные добавки разной химической природы: 1 – бентонитовый порошок (100 мас.ч. на 100 мас.ч полимера); 2 – бентонит (100 мас.ч.) + полиакриламид (20 мас.ч). Исследованы свойства полученных эластомерных материалов при воздействии водных сред. Проведена оценка максимальной степени набухания образцов и изучена кинетика водопоглощения в течение 168 ч. Определены показатели рН водных сред после экспозиции образцов.

Установлено, что максимальной степенью набухания (по массе) – 105% обладали образцы второй серии. Максимальная скорость набухания отмечалась в первые 6-12 ч. Показатели рН монотонно возрастали в ходе экспозиции образцов, что может свидетельствовать о вымывании компонентов. Таким образом, показана целесообразность применения регенерата для получения водонабухающих эластомерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. – Тверь: «Русская торговая марка», 2003. – 396с.

Магистрант В.А. Ревина; студ. И.А. Писарева
Науч. рук.: проф. С. С. Никулин; В.А. Седых
(кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров
и техносферной безопасности, ВГУИТ)

ГИБРИДНЫЙ КОАГУЛЯНТ НА ОСНОВЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ И ТАУРИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ

Каучуки, получаемые эмульсионной полимеризацией, пользуются повышенным спросом во всем мире. Данные каучуки находят широкое применение в шинной и резинотехнической промышленности, в композиционных составах различного назначения и других промышленных отраслях [1, 2]. В производстве этих каучуков – стадия их выделения из латекса является материалом – и энергоемкой и экологически проблемной. Это связано с тем, что в процессе выделения каучуков из латекса используются солевые коагулирующие агенты, расход которых достигает сотни кг на 1 т каучука (200–240 кг хлорида натрия на 1 т каучука).

Важной и актуальной задачей является разработка новых технологий, позволяющих снизить расход солей или полностью исключить их применение в производстве эмульсионных каучуков.

В промышленности и литературных источниках в последние годы уделяется повышенное внимание применению четвертичных солей аммония для снижения агрегативной устойчивости дисперсных систем. В обзорной работе [3] показана возможность применения в технологии выделения каучуков из латексов низко- и высокомолекулярных четвертичных солей аммония. Однако высокая стоимость данных солей и отсутствие возможности их использования в некоторых технологических процессах сдерживает их широкое применение в промышленности синтетических каучуков.

Интерес в этом плане представляет таурин (2-аминоэтан-1-сульфоновая кислота). Таурин – это органическое соединение, 3 класса опасности, присутствующее в тканях животных. Используется в медицине и пищевой промышленности. В последние годы стал распространенным компонентом энергетических напитков, продуктов спортивного питания, а также шампуней.

Предварительно проведенными исследованиями было установлено, что при использовании таурина как коагулирующего агента выход крошки каучука не возрастал, и даже не сохранялся на одном уровне, а снижался. Установлено, что комплексное использование в технологическом процессе выделения каучука из латекса хлорида

натрия и таурина усиливали их коагулирующую способность. Полнота выделения каучука из латекса достигалась при более низких расходах, чем при использовании хлорида натрия и таурина в качестве индивидуальных коагулирующих агентов.

В результате, при составлении рецепта гибридного коагулянта с определённым соотношением компонентов наблюдалось явление синергизма. Удельный расход коагулянтов, включающий 50 кг хлорида натрия и 0,250 кг таурина на тонну каучука, обеспечивало полную коагуляцию латекса. Также показано, что таурин и хлорид натрия могут вводиться как совместно, так и поочерёдно, что не влияет на выход крошки каучука.

Доказано, что добавка таурина к хлориду натрия снижала экономические затраты на стадии выделения каучука из латекса. Одновременно сглаживала проблемы экологии, поскольку соединения таурина относятся к 3 классу опасности, как и хлорид натрия.

Таким образом, в процессе выделения каучука из латекса таурин и хлорид натрия усиливали коагулирующие способности друг друга.

Сочетание таурина и хлорида натрия обеспечивали экономическую выгоду по сравнению с использованием только хлорида натрия.

Экологичность производства улучшалась при использовании таурина в технологическом процессе.

Выход крошки каучука не зависел от того, вводились коагулянты совместно или поочерёдно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. / Воронеж: ВГУИТ. 2015. - 315 с.
2. Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А. Химия и технология синтетического каучука. М.: Химия, КолосС. 2008. – 357 с.
3. Никулин С.С., Вережников В.Н. Применение азотсодержащих соединений для выделения синтетических каучуков из латексов. / Химическая промышленность сегодня. 2004. № 4. С. 26 – 37.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Для пищевой промышленности характерна работа с различным оборудованием, технологиями, химическими веществами и материалами, которые потенциально могут создавать риски техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций. Поэтому, на этих предприятиях крайне важно создать сильную культуру безопасности и своевременно принимать меры для предотвращения инцидентов, снижения рисков и надлежащего реагирования в чрезвычайных ситуациях [1, 2, 3].

К числу основных мер, которые необходимо предпринять предприятиям пищевой промышленности для обеспечения техногенной безопасности, можно отнести: оценку промышленного риска, обучение персонала предприятия, своевременное техническое обслуживание оборудования, обязательное использование защитных систем, неукоснительное соблюдение правил, проведение мониторинга и надзора за обеспечением безопасности.

Важное значение отводится комплексному анализу всего оборудования, процессов, материалов и других факторов, которые потенциально могут привести к авариям и аварийным ситуациям. Своевременный ремонт или замена поврежденного оборудования также помогает избежать сбоев и аварийных ситуаций.

Установление строгого графика проверки и технического обслуживания всего технического оборудования, включая подъемные механизмы, лифты, сосуды под давлением, трубопроводы, системы вентиляции значительно снижает возможность аварий и несчастных случаев на производстве.

Крайне желательным является установка автоматизированных механизмов безопасности, таких как системы аварийного отключения, датчики обнаружения утечек, системы пожаротушения, ограждения и другое защитное оборудование. Для упрощения мониторинга и реагирования полезна интеграция системы безопасности. Все это позволяет вовремя разработать целенаправленные профилактические и смягчающие меры.

Важной процедурой является разработка подробного плана реагирования на чрезвычайные ситуации в сотрудничестве с местными аварийно-спасательными службами. В плане должны быть указаны

процедуры реагирования на различные виды аварий и бедствий, аварийные контакты, пути эвакуации и обучение персонала. Регулярно обновлять план реагирования на чрезвычайные ситуации.

Проводя предложенные мероприятия и грамотно внедряя технику обеспечения техногенной безопасности, предприятия пищевой промышленности могут значительно снизить риски, предотвратить возможные опасные аварии и обеспечить готовность к чрезвычайным ситуациям.

Для соблюдения превентивных мер должны быть назначены ответственные за проведение производственного надзора. Помогают также проведение регулярных аудитов и проверок безопасности. Это позволяет своевременно выявлять проблемы и принимать меры по их устранению. Безопасность производства имеет решающее значение для предотвращения нанесения вреда людям и окружающей среде, а также предотвращения дорогостоящих перерывов в работе [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сычева, О. В. Продовольственная безопасность РФ. Теория и практика питания : учебное пособие для вузов / О. В. Сычева. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 68 с. – ISBN 978-5-8114-7090-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/169764>.

2. Безопасность пищевого сырья и продуктов : учебное пособие / составители О. М. Соболева, А. И. Гоппе. – Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2018. – 244 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142989>

3. Развитие перерабатывающей промышленности / Т. А. Исригова, А. Я. Ганакаев, Д. С. Тайбова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2021. – № 11. – С. 27-31. – ISSN 2686-7591. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/317888>»

4. Белокрылова, Е.А. О некоторых правовых проблемах обеспечения экологической безопасности отдельных критических технологий в российской федерации и зарубежных странах (на примере нанотехнологий и их продуктов) / Е. А. Белокрылова // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2023. – № 1. – С. 187-194. – ISSN 2412-9593. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/328310>

РАЗРАБОТКА МАСТЕРБАТЧЕЙ НА ОСНОВЕ «ВТОРИЧНЫХ» КАУЧУКОВ И ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

При получении синтетических каучуков на различных стадиях образуется коагулюм в количестве до 4% от вырабатываемого каучука. Кроме того, на сегодняшний день ощущается спрос на недорогие полимерные композиционные материалы. В связи с этим стоит задача поиска способов переработки отходов производства и получения «вторичных» каучуков.

В промышленности РТИ широко распространено двустадийное смешение с изготовлением маточных смесей на первой стадии без введения вулканизирующей группы. Данные «полуфабрикаты», как мы полагаем, будут востребованы небольшими предприятиями. В работе представлены мастербатчи – маточные концентрированные «смеси» на основе полимерных композиций из некондиционного сырья с техническим углеродом. В качестве полимерных композиций использовали Поликрош СКД и СКИ являющиеся специально обработанными отходами производства дивинилового и изопренового синтетических каучуков [1]. Получение продукта «Поликрош» представлено на рисунке 1.

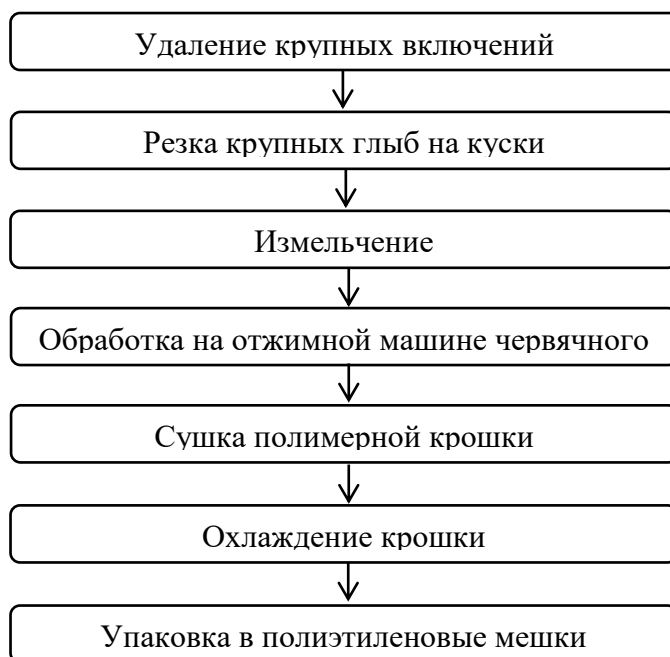


Рисунок 1 – Принципиальная схема переработки полимерных отходов

Цель работы – подобрать состав и изучить изменение свойств мастербатчей на основе Поликрош СКД и СКИ. Были изготовлены опытные смеси по стандартной рецептуре (табл. 1) в микросмесителе РС-01 со скоростью вращения роторов 60 об/мин в течение 7 мин.

Таблица 1 – Рецептура опытных смесей

| Наименование компонентов | Мас.ч. |
|--------------------------|--------|
| Полимерная основа | 100 |
| Стеариновая кислота | 1,5 |
| Цинковые белила | 5,0 |
| Технический углерод | 40,0 |
| Мягчитель | 8,0 |

В качестве полимерной основы использовали каучуки и Поликрош в следующем процентном соотношении: СКД – 100 %; СКД + Поликрош СКД – 50/50 %; Поликрош СКД – 100 %; СКИ-3 – 100 %; СКИ-3 + Поликрош СКИ - 50/50 %. Поликрош СКИ – 100 %;

Использованы методы исследования, широко применяемые для изучения структуры и свойств невулканизованных композиций (табл. 2).

Таблица 2 – Вязкостные свойства и прочностные характеристики опытных композиций

| Наименование образца | Вязкость ML (1+4) 100°C, усл. ед | Твердость по Шор А, усл. ед. | Когезионная прочность Fp, МПа |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| СКД | 95 | 32 | 3,7 |
| СКД + Поликрош 50/50 | 120 | 37 | 4,7 |
| ПСКД | 100 | 31 | 3,7 |
| СКИ | 40 | 21 | 0,9 |
| СКИ + Поликрош 50/50 | 45 | 31 | 1,6 |
| ПСКИ | 62 | 36 | 4,1 |

Таким образом, показана целесообразность применения в качестве полимерной основы для мастербатчей композиций с содержанием Поликрош + каучук 50/50 ввиду увеличения прочностных показателей относительно композиций только с каучуком. Дальнейшие исследования будут направлены на корректировку вязкостных свойств резиновых смесей и изучение вулканизационных и прочностных характеристик резин после введения стандартной вулканизирующей группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скачков А. М. Создание эластомерных композиций с регулируемыми свойствами с использованием расчетно-экспериментальных методов : Дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06, 2.3.1 / А.М. Скачков. – Воронеж, 2022. – 228 с.

ПОЛУЧЕНИЕ И ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОФОБНЫХ АНТОЦИАНОВЫХ И ФЛАВОНОЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В природе широко распространены полифенольные соединения в виде флавонолов и антоцианов, обладающих антиоксидантными и красящими свойствами, Р-витаминной активностью.

Из-за наличия в структуре молекулы углеводных фрагментов природные флавоноиды обладают высокими гидрофильными свойствами и хорошо растворяются в воде и водосодержащих органических растворителях, что ограничивает возможность их применения.

Для использования флавоноидов в неполярной среде необходимо увеличить гидрофобные свойства природных полифенолов.

Нами предложено увеличить гидрофобные свойства природных флавоноидов реакцией гидролиза гликозидной связи [1].

Образующийся при гидролизе агликон не растворяется в воде, отфильтровывается от реакционной массы и высушивается.

Агликоны флавоноидов представляют собой порошки от светло-коричневого (для антоцианов) до темно-коричневого (для флавонолов) цвета, нерастворимые в воде, хорошо растворяются в низших спиртах (этиловом изопропиловом спирте), ацетоне, плохо растворяются в сложных эфирах (этил- и бутилацетате) и других малополярных растворителях (растворимость изучалась измерением оптической плотности растворов флавоноидов с использованием фотоколориметра КФК-2).

Нами проведен цветометрический анализ полученных растворов природных и модифицированных флавоноидов с использованием ранее разработанной методики [2].

Представленные исследования показывают на схожие цветометрические характеристики антоциан-гликозида и антоциан агликона в зависимости от концентрации антоциана в растворе для водно-этанольного (рис.), что может быть связано с одинаковым характером межмолекулярной ассоциации изучаемых соединений. Межмолекулярная ассоциация флавонол-агликона в водно-этанольном растворе отличается от ассоциации антоциан-агликона и поэтому наблюдаются различия rgb-характеристик.

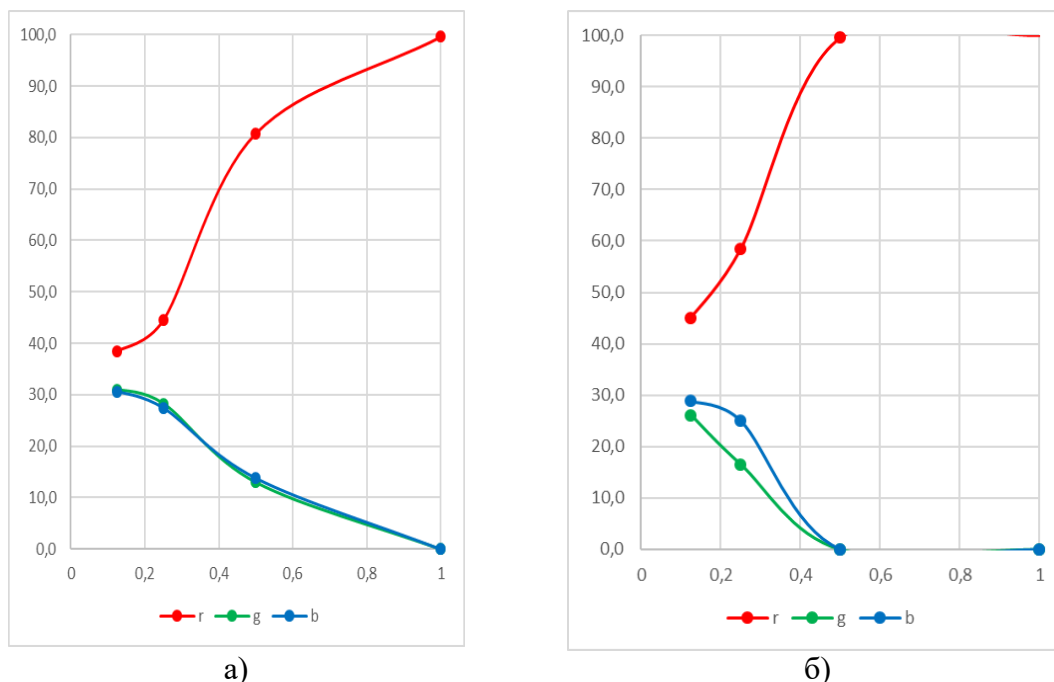


Рисунок 1 – Цветометрические rgb – характеристики и интенсивность окраски (I) растворов антоциан-гликозида (а) и антоциан-агликона (б) в этиловом спирте (47%), при различной доли (φ) антоциана

Таким образом, проведенные исследования показали, что цветометрические характеристики определяются не только химическим строением молекулы пигмента, но и ассоциацией молекул красящих соединений, зависящей от природы растворителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2733411 (РФ). Способ получения гидрофобных флавоноидных и антоциановых соединений из флавоноидсодержащего растительного сырья/ В.М. Болотов, Е.В. Комарова, П.Н. Саввин // БИ 2020 г., № 28. – с. 6.
2. Байдичева О. В., Хрипушин В. В., Рудакова Л. В., Рудаков О. Б. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 20-22.

ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ ФЛАВОНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В растительном мире широко распространены полифенольные соединения в виде флавоноидов – флавонолов и антоцианов. В природе молекулы этих веществ состоят из двух фрагментов: гидрофобного полифенольного агликона и гидрофильного углеводного радикала, связанного с агликоном гликозидной связью. В большинстве случаев выделение природных флавоноидов из различного растительного сырья проводится экстрагированием пигментов водой или водно-спиртовыми растворами различных концентраций с добавлением или без кислоты. Последующее концентрирование и высушивание позволяет выделять природные вещества в виде гликозидов: красных кристаллов антоцианов и желтых - флавонолов. Гликозиды флавоноидов чаще всего в виде концентратов экстрактов используются в пищевой промышленности в качестве красителей и антиоксидантов. Высокие гидрофильные свойства природных флавоноидов не позволяют использовать эти соединения в качестве добавок к гидрофобным полимерным материалам для увеличения антиоксидантной стабильности. Анализ химического строения молекул природных флавоноидов показывает на более высокие гидрофобные свойства флавоноид-агликонов. Разработанный способ получения гидрофобных флавоноидных антиоксидантов из растительного сырья предусматривает экстрагирование природных флавоноидов и проведением гидролиза гликозидных форм флавоноидов нагреванием реакционной смеси в кислой среде при температуре 70–80°С [1]. Нами изучены спектральные и rgb-цветометрические характеристики [2], а также антиоксидантные свойства флавоноидов в составе бутадие-нитрильного каучука СКН-26 СНТ, подвергнутого ускоренному старению в присутствии кислорода воздуха в течение 56 час. при температуре 105° С (табл.).

**Таблица – Влияние природы антиоксиданта на когезионные
 упруго-прочностные показатели каучука СКН-26 СНТ**

| Наименования образцов и условия термоокисления | Когезионная прочность при разрыве, МПа | Относительное удлинение (%) |
|--|---|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| <i>а) влияние антоциан-агликона</i> | | |
| Исходный каучук без термообработки | 0,43 | 788 |
| Каучук с добавкой антоциан-агликона без термообработки | 0,45 | 595 |

Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 |
|--|------|-----|
| Исходный каучук с термообработкой | 0,38 | 843 |
| Каучук с добавкой антоциан-агликона с термообработкой | 0,44 | 852 |
| <i>б) влияние флавонол-агликона</i> | | |
| Каучук с добавкой флавонол-агликона без термообработки | 0,44 | 775 |
| Каучук с добавкой флавонол-агликона с термообработкой | 0,51 | 849 |

Выводы:

1. Флавоноидные соединения в виде гликозидов и агликонов имеют не только различную растворимость в органических растворителях различной природы и полярности, но и различные спектральные и цветометрические *rgb*- характеристики.

2. Агликоны флавоноидных соединений в составе полимерных материалов обладают свойствами антиоксидантов и защищают полимеры от термоокислительной деструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Байдичева О. В., Хрипушин В. В., Рудакова Л. В., Рудаков О.Б. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 20-22.

УДК 678.4-1

Студ. А.И. Атрощенко
Науч. рук. доц. А.Г. Любимов
(кафедра полимерных и композиционных материалов, БГТУ)

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА НАТУРАЛЬНОГО ЛАТЕКСА

Тема влияния углеродных наполнителей на электропроводящие свойства натурального латекса возникла при появлении задачи получения электропроводящего материала для производства перчаток на производстве «СолигорскХимВолокно», целью исследования явля-

ется применение углеродных наполнителей с целью придания электропроводящих свойств перчаткам на основе натурального латекса, без потери механических свойств готовых изделий.

В исследовании [1] была приготовлена композиция путём обработки наполнителя кислотами и добавления в нее SDS и коагулянта. Так же в исследовании была обработка обработанного наполнителя под вакуумом термически и дополнительная обработка готовой композиции в ультразвуковой установке. Данная процедура занимает много времени, а также имеет ряд недостатков: при отработке ультразвуком происходит сшивание композиции, а также для фильтрации обработанного наполнителя используются дорогие полимерные фильтры. В исследовании [2] был произведён анализ состава композиции электропроводящего латекса. Из чего следуют перспективы использования углеродных наполнителей в качестве электропроводящего наполнителя для латекса. Для получения смеси латекса и углеродных наполнителей была изменена и применена методика [1] описываемая ниже. Углеродные наполнители измельчались путём дробления в фарфоровой ступке, наполнитель смешивался с SDS и добавлялся в воду. Данная суспензия обрабатывалась при помощи ультразвука на протяжении 30 минут [1]. В полученную суспензию добавляли коагулянт при постоянном перемешивании и добавляли в латекс, в процессе перемешивания. Данная композиция разливалась по форме и ставилась в печь, при температуре 80 градусов на 30 минут до полного отверждения.

В ходе исследовательской деятельности получили несколько образцов разных по количеству и составу добавленных наполнителей. Также было выявлено, что лучшая проводимость достигалась при пропорции углеродных трубок и волокон равна 1:1 и для лучшей проводимости лучше всего смешивать наполнитель с латексом 1:1. Образцы, имеющие меньшее или большее соотношение наполнителя и латекса, имели не равномерное распределение наполнителя по поверхности образцов, а также имели не стабильную проводимость.

Также было выявлено, что коагулянт очень хорошо повышает адгезионные способности латекса при его сшивании. Была выявлена оптимальная концентрация коагулянта в латексе, она составила 3%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Self-assembled natural rubber/multi-walled carbon nanotube composites using latex compounding techniques, Zheng Peng , [et al.].
2. Mechanical properties and material characterization of cement mortar incorporating CNT-engineered polyvinyl alcohol latex Gengying Li, Linbing Wang, Jing Yu [et al.].

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МИГРАЦИИ
ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ БУМАЖНОЙ И ПОЛИМЕРНОЙ
УПАКОВКИ В ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ОКРУЖАЮЩУЮ
СРЕДУ (ПРОЕКТ FOODSAFEVIBOPACK)**

Упаковка для пищевых продуктов необходима для их защиты от вредного воздействия факторов окружающей среды и обеспечения сохранности продукции в течение срока годности, а также для удобства ее складирования и транспортирования. Вместе с тем, мировая общественность отмечает тот факт, что с упаковкой пищевых продуктов связаны серьезные экологические проблемы и некоторые риски для здоровья потребителей. Ответом на эти вызовы стало решение Комиссии Европейского Союза о прекращении использования индивидуальной пластиковой упаковки в странах-членах ЕС к 2040 году. В контексте растущего спроса на упаковку для пищевых продуктов, полученную из биоресурсов, перерабатываемую или биоразлагаемую, бумага и картон представляются реальным решением указанных проблем как с технической, так и с экономической точек зрения. Однако частое загрязнение пищевых продуктов минеральными маслами из печатных красок (из-за отсутствия обеззараживания переработанной бумаги и картона) при контакте (или без него) с такой упаковкой является препятствием для использования этих материалов [1].

12 января 2020 г. был создан проект FoodSafeBioPack, направленный на оценку и регулирование миграции загрязняющих веществ из целлюлозных материалов. Проект аккредитован кластерами Vitagora и Axelera, финансируется Национальным исследовательским агентством Франции (ANR) и объединяет 4 партнеров в рамках 4-летней программы [1]. Проект направлен на решение 3-х основных задач: изучение вариантов и механизмов переноса между упаковочными материалами и сухими или жирными пищевыми продуктами от нанометрического масштаба до упакованного пищевого продукта; разработку новых экспресс-тестов с контролируемыми условиями циркуляции воздуха, температуры и влажности; изучение новых методов прямого обнаружения загрязняющих веществ на поверхностях материалов и пищевых продуктах с помощью рамановской спектроскопии.

Для решения первой задачи исполнители проекта в качестве объектов исследования использовали образцы упаковки из rPET, rPP, rHDPE, а также картона, в которых изучали миграцию минеральных

масел, представленных насыщенными и ароматическими углеводородами. Для этого применяли стандартные методы газовой хроматографии – масс-спектрометрии с низким разрешением в сочетании с методами спектроскопии и визуализации с последующей обработкой сигналов, используя новые хемометрические методы, основанные на теории взаимной информации. Минеральные масла выделяли экстракцией дихлорэтаном и спиртом в течении 48 ч. Полученные экстракты упаривали и анализировали посредством метода газовой хроматографии – масс-спектрометрии с низким разрешением. Согласно имеющимся предварительным результатам, опубликованным исполнителями проекта в открытой печати, на основании анализа образцов с известными составами вышеописанным способом, ими был сформирован банк шаблонов, при помощи которых возможно осуществить идентификацию путей загрязнения неизвестных образцов. Также исследователи применили флуоресцентную конфокальную лазерную сканирующую микроскопию в сочетании с романовской спектроскопией, с помощью которой исследовались модели миграции загрязняющих веществ при различных установленных факторах. Завершающим этапом данных исследований было объединение фонда эталонных спектров и соответствующих конфокальных изображений, которое позволяет определить профиль концентрации по толщине бумаги. Промежуточным результатом данных исследований стало подтверждение механизма переноса загрязняющих веществ через газовую фазу без повторной конденсации: загрязнение значительно не изменяется с течением времени и остается равномерно распределенным. Вторым механизмом переноса (при реконденсации) может быть активирован температурой и путем создания циркуляции воздуха в волокнистой сетке [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Contact alimentaire: Lancement du projet ANR FoodSafeBioPack [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lne.fr/fr/actualites/contact-alimentaire-lancement-projet-anr-foodsafebiopack>. – Дата доступа: 24.03.2023.
2. Evaluating and managing the migration of contaminants from cellulosic materials – FoodSafeBioPack [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://anr.fr/Project-ANR-20-CE21-0009> – Дата доступа: 24.03.2023.
3. Projet «FoodSafeBioPack»: Evaluating and managing the migration of contaminants from cellulosic materials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.contactalimentaire.fr/fr/projet-foodsafebiopack-evaluating-and-managing-migration-contaminants-cellulosic-materials>. – Дата доступа: 24.03.2023.

**Секция ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНИКИ**

УДК 666.3:504.5

Учащийся УО «Национальный детский технопарк» Г.А. Вангул
Науч. рук. доц. О.С. Залыгина (кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПЕРЕРАБОТКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЦВЕТНЫХ ГЛАЗУРЕЙ

В настоящее время гальваническое производство получило широкое распространение в различных отраслях промышленности. Поскольку гальваническое производство является очень водоёмким, оно также характеризуется значительным количеством сточных вод. Для их очистки могут использоваться различные методы, но в большинстве случаев применяют такие методы, как реагентный, гальванокоагуляция и электрокоагуляция. Главным недостатком всех этих методов является образование осадка сточных вод, который обычно хранится на территории предприятий, что приводит к потере ценных компонентов, входящих в его состав, и создаёт угрозу загрязнения окружающей среды.

В состав осадков сточных вод гальванического производства входят различные соединения тяжелых металлов, прежде всего железа, которые характеризуются хромофорными свойствами. Это позволило предположить возможность их использования для получения цветных глазурных покрытий для керамики.

Для получения опытных образцов использовалась бесцветная глазурь ОАО «Керамин», в которую добавляли по 15 масс. % высушенного осадка сточных вод гальванического производства различных предприятий. Глазурь наносилась на керамическую плитку методом полива. После высушивания проводился обжиг с изотермической выдержкой при температуре 1000°C в течение часа. В зависимости от состава осадка сточных вод гальванического производства были получены образцы глазурных покрытий коричневой и бирюзовой гаммы. Коричневый цвет обусловлен содержанием в отходе соединений железа. При увеличении содержания железа цвет меняется от бежевого до тёмно-коричневого. Образец глазурного покрытия бирюзового цвета был получен при использовании осадка, образовавшегося при очистке сточных вод после процесса меднения и обусловлен повышенным содержанием соединений меди.

Таким образом, осадки сточных вод гальванического производства могут быть использованы в керамической промышленности для получения цветных глазурных покрытий, что позволит снизить затраты на сырьё и воздействие гальванического производства на окружающую среду.

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ИСТОЧНИК ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Основными стадиями литейного производства являются: плавка металла, изготовление литейных форм, литье металла в формы, выбивка заготовок из форм, очистка заготовок. В литейном производстве образуются три вида отхода: земля формовочная горелая, железосодержащая пыль, металлургические шлаки.

Земля формовочная горелая образуется при выбивке отливок из форм. В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь земля формовочная горелая, относится к 4 классу опасности. По литературным данным земля формовочная горелая состоит на 90-95% из высококачественного кварцевого песка и небольших количеств различных добавок: бентонита, молотого угля, едкого натра, жидкого стекла, асбеста и др.

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 35-47 масс. % оксида кремния, 9-16 масс.% оксида алюминия, 30-50 масс.% оксида кальция, 2-14 масс.% оксида магния, до 3 масс.% оксида марганца и до 0,7 масс.% оксида железа.

Железосодержащая пыль образуется при очистке отливок. 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.

В настоящее время земля формовочная горелая подвергается регенерации, однако при этом остаётся мелкодисперсная фракция, которая удаляется на захоронение. Металлургический шлак в основном находит применение в дорожном строительстве. Железосодержащая пыль вывозится на захоронение. Предлагается подвергать её разделению на магнитную и немагнитную фракции, и магнитную фракцию использовать для получения железосодержащего коагулянта, а немагнитную фракцию и мелкодисперсную фракцию, образующуюся при регенерации земли формовочной горелой, использовать в керамической промышленности для производства кирпича и декоративно-художественных изделий.

КОАГУЛЯНТ ИЗ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТ КОЛЛОИДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

Проблема очистки сточных вод с каждым годом становится все более актуальной как для нашей страны, так и для всего мира. В настоящее время на многих предприятиях образуются сточные воды, загрязненные мелкодисперсными и коллоидными примесями. Для их эффективной очистки используются различные коагулянты и флокулянты.

В Республике Беларусь коагулянты производятся в ограниченном количестве, в основном они закупается за рубежом. Это связано с отсутствием в Беларуси сырьевой базы для их производства. Вместе с тем, некоторые отходы производства, которые в настоящее время отправляются на захоронение, могут рассматриваться как техногенное сырье для получения коагулянтов. Так, в литейном производстве, широко представленном в Республике Беларусь, образуются железосодержащие отходы, которые могут использоваться для производства соединений железа, являющихся хорошими коагулянтами.

Для получения коагулянта железосодержащую пыль, образующуюся в литейном производстве при очистке отливок, разделяли магнитной сепарацией на магнитную и немагнитную фракции. Магнитную фракцию обрабатывали 18%-ной соляной кислотой при нагревании в течение 30 мин с последующим хранением в течение 2 суток. Твердую и жидкую фазы разделяли фильтрованием. Было установлено, что при этом практически всё железо переходит из отхода в раствор, который является хорошим коагулянтом. Исследования показали, что при его использовании для очистки сточных вод от коллоидных и мелкодисперсных примесей эффективность очистки сопоставима с использованием коагулянта FeCl_3 , выпускаемого промышленностью. Проведённые исследования также показали, что использование полученного из железосодержащего отхода коагулянта позволяет эффективно очищать сточные воды от коллоидных органических примесей. Так эффективность очистки при $\text{pH}=7$ составила более 99%, в то время как эффективность очистки при использовании промышленного коагулянта FeCl_3 не превышала 40%. Таким образом, железосодержащая пыль, являющаяся отходом литейного производства, может рассматриваться как вторичный материальный ресурс и использоваться для производства коагулянтов.

ПЕРЕРАБОТКА ПИКЕЛЬНОГО РАСТВОРА КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Процесс пикелевания заключается в обработке меховых шкур раствором, состоящим из кислоты и хлорида натрия. Если предыдущие процессы (отмока и обезжиривание) можно отнести к подготовительным операциям, то пикелевание является основным процессом выделки, в результате которого происходит изменение структуры и свойств белков коллагена и частично кератинов. В процессе обработки шкур пикельным раствором происходит разделение волокон дермы на более мелкие структурные элементы, способность волокон к склеиванию снижается, и вся система становится более подвижной и пластичной.

Периодически пикельный раствор подвергается замене и сбрасывается на заводские очистные сооружения совместно со сточными водами. В работе исследовалась возможность его использование для производства коагулянтов из железосодержащих отходов литейного производства. Железосодержащую пыль обрабатывали 40%-ной серной кислотой с добавлением и без добавления пикельного раствора при нагревании при температуре 100°C в течение трёх часов. В обоих случаях был получен коагулянт, содержащий Fe^{3+} и Fe^{2+} . При использовании серной кислоты совместно с отработанным пикельным раствором концентрация $Fe_{\text{общ}}$ увеличивалась в 1,3 раза по сравнению с использованием только раствора серной кислоты. Для окисления железа (II) в железо(III) использовали 3 %-ный раствор перекиси водорода. Объемное соотношение маточного раствора и раствора перекиси водорода составляло 1,3:1.

Эффективность полученных коагулянтов исследовалась на сточной воде, содержащей мелкодисперсные неорганические примеси (глину). Было установлено, что коагулянт, полученный путём обработки железосодержащего отхода раствором серной кислоты с добавлением пикельного раствора, характеризуется лучшими коагулирующими свойствами и обеспечивает эффективную очистку воды от мелкодисперсных неорганических примесей за более короткий промежуток времени. Таким образом, использование пикельного раствора для получения коагулянта позволит снизить нагрузку на очистные сооружения кожевенного завода и получить востребованную продукцию – коагулянт для очистки сточных вод.

ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ОТ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Летучие органические соединения (ЛОС) образуются во многих отраслях промышленности, например, на участках нанесения лакокрасочных материалов на детали, предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности, производствах по изготовлению лакокрасочных и полимерных материалов, каучуков и др.

Для очистки от ЛОС используют различные методы: термические, термокаталитические, абсорбционные, адсорбционные, биологические и др. Использование абсорбционных и адсорбционных методов нецелесообразно при многокомпонентном составе выбросов, поскольку в дальнейшем потребуются разделение этой сложной многокомпонентной смеси, что приведёт к значительному повышению стоимости очистки газовоздушных выбросов. При использовании биологических методов очистки необходимо обеспечить условия для жизнедеятельности микроорганизмов, что бывает достаточно сложно организовать, особенно на предприятиях механического профиля. Термические методы требуют значительных энергозатрат. Перспективными являются термокаталитические методы, однако они хорошо зарекомендовали себя только при стационарных условиях работы (при постоянном составе выбросов), а также имеют невысокую производительность. В последнее время все чаще для очистки от ЛОС используются плазмокatalитические методы. Типовая плазмокatalитическая установка включает три блока: блок для очистки выбросов от твердых частиц (обычно представлен волокнистым фильтром), плазменный блок с газоразрядными элементами (где происходит образование под действием высоковольтного барьерного электрического разряда на газовый поток активных частиц), кatalитический блок со слоем кatalизатора. Продуктами расщепления ЛОС, выбрасываемыми с отходящими газами из плазмокatalитических установок в атмосферный воздух, являются CO_2 , H_2O , O_2 , N_2 и т.д. Степень очистки выбросов от ЛОС с применением рассматриваемого метода может достигать 99%.

Достоинствами плазмокatalитического метода являются низкие энергетические затраты, возможность очистки выбросов, содержащих множество различных ЛОС, высокая эффективность очистки, высокая производительность и надёжная работа, в том числе в нестационарных условиях.

Учащиеся УО «Национальный детский технопарк»
В.С. Козырь, А.В. Поволанский
Науч. рук. ст. преп. И.Ю. Козловская
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БИОГЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В Республике Беларусь существует проблема загрязнения поверхностных водных объектов биогенными элементами, о чем свидетельствуют многолетние наблюдения Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС). Во всех крупных водных объектах страны фиксируются превышения нормативов качества по соединениям азота и фосфора. Высокая концентрация биогенных элементов приводит к эвтрофикации, заболачиванию, гибели гидробионтов.

Цель работы – анализ информации по загрязнению поверхностных водных объектов биогенными элементами по данным мониторинга поверхностных вод. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить информацию, представленную в научных статьях и других публикациях; изучить и проанализировать данные НСМОС; обобщить информацию сделать выводы о состоянии поверхностных водных объектов в Республике Беларусь.

По данным НСМОС за 2020 и 2021 гг., антропогенному влиянию в наибольшей степени подвержены водные объекты в бассейнах рек Западный Буг, Днепр, Припять. Наибольшие концентрации биогенных загрязняющих веществ зафиксированы на участках рек, которые находятся около крупных городов (выше и ниже г. Гродно, возле г. Бреста, на участке Шклов-Могилев). Процент проб с превышением норматива качества воды по аммоний-иону увеличился с 7,6 % в 2020 г. до 9,6 % в 2021 г., по нитрит-иону с 10,9 % в 2020 г. до 14,7 % в 2021 г. Количество проб с избыточным содержанием фосфора общего и фосфат-иона в воде поверхностных водных объектов в целом фиксируется на одном уровне (в 2021 г. 4,94 % и 29 % проб соответственно). Анализируя информацию, можно заметить, что концентрации биогенных элементов в водах рек Республики Беларусь в последние годы существенно не меняются, но остаются достаточно высокими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by> – Дата доступа: 31.03.2023.

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Нефте содержащие отходы (НСО) это очень устойчивые эмульсии, которые постоянно изменяют свой состав и свойства под действием осадков и других процессов в атмосфере [1]. Состав НСО очень разнообразен, они являются сложными гетерогенными системами, состоят из механических включений (песок, глина), воды и нефти (нефтепродуктов). Отходы содержат в среднем (по массе) 10–56% нефтепродуктов, 30–85% воды, 13–46% минеральных веществ. Соотношение между компонентами зависит от источника образования, условий и продолжительности хранения.

Цель выполняемой работы – изучить классификацию нефтесодержащих отходов, принятую в литературных источниках и законодательных актах Республик Беларусь и Казахстан.

Исходя из литературных данных, нефтесодержащие отходы образуются на очистных сооружениях; в резервуарах хранения нефти (донные остатки, состоящие из парафинов, асфальтенов и механических примесей); в сосудах под давлением (вязкие осадки, состоящие из эмульсии и частиц глины, песка, кристаллов соли); в скважинах (при текущем ремонте образуются отходы, состоящие из парафинов, асфальтенов и замазученной земли); на технологических объектах (нефтепроводы), при авариях на которых происходит разлив нефти; в резервуарах хранения нефти, в результате порывов трубопроводов; при текущем и капитальном ремонте скважин и трубопроводов [2].

НСО являются опасными производственными отходами (3-го и 4-го класса опасности) органического происхождения с минеральными примесями. Они могут быть горючими (жидкие горючие отходы), негорючими или ограниченно горючими (нефешламы, осадки из очистных сооружений, мазутная земля и т.п.).

В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, на предприятиях нефтепереработки представлено более сорока наименований НСО, которые разделены на восемь групп (отходы добычи нефти, шламы минеральных масел, остатки, содержащие нефтепродукты, остатки рафинирования нефтепродуктов). В Республике Казахстан принята классификация нефтесодержащих отходов, которая учитывает их группу и позицию (в соответствии с таблицей).

- Опасность отходов маркируется цветом:
- для класса А – белый (эпидемиологически безопасные отходы, близкие к твердым бытовым);
 - Б – желтый (эпидемиологически опасные);
 - В – красный (чрезвычайно опасные);
 - Г – черный (токсикологически опасные).

**Таблица – Классификация нефтесодержащих отходов
Республики Казахстан**

| Наименование отходов | Группа | Позиция |
|--|--------|---------|
| Нефтесодержащие шламы | 5 | 0 |
| Водяные стоки обработанных шламов | 5 | 1 |
| Донные шламы в резервуарах | 5 | 3 |
| Нефть разлитая | 5 | 4 |
| Остатки гудрона | 5 | 5 |
| Остатки асфальта | 5 | 6 |
| Другие нефтесодержащие шламы и твердые отходы, не определяемые иначе | 5 | 7 |
| Остатки от десульфатизации нефти | 5 | 0 |
| Водно-щелочной раствор, образуемый при очистке углеводородного сырья от меркаптанов и сероводорода | 5 | 2 |
| Остатки гудрона | 5 | 1 |
| Остатки асфальта | 5 | 2 |
| Отходы от регенерации нефти | 5 | 0 |
| Кислотные гудроны | 5 | 2 |
| Другие отходы регенерации нефти, не определяемые иначе | 5 | 3 |

На основании представленных данных, можно сделать вывод, что перечень нефтесодержащих отходов очень разнообразен. Информация о их составе и свойствах необходима для выбора дальнейшего способа переработки и использования. Каждый из рассмотренных видов отходов требует отдельного рассмотрения при выборе технологии переработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков, В. В. Определение класса опасности нефтешламов / В.В. Ермаков, А.Н. Сухонослова, Д.Е. Быков, Д.А. Пирожков // Экология и промышленность России. – 2008. – № 7. – С.14–15.
2. Суркова, Ю. И. Минимизация воздействия на окружающую среду при обращении с твердыми нефтесодержащими отходами / Суркова Ю. И. [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2013. – №12. – С. 111–113.

УДК 504.054

Учаш. УО «Национальный детский технопарк» Д.А. Апанасевич
Науч. рук. ст. преп. И.Ю. Козловская
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОКСИКАНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТЕСТ-РАСТЕНИЙ

Исследование построено на биотестировании различных образцов почв с определением их фитотоксичности методом проростков растений кресс-салат и овес. Они характеризуется хорошей всхожестью, достаточно быстрым ростом и реакцией на изменяющиеся условия среды обитания.

При выполнении работы моделировали процессы загрязнения почвы тяжелыми металлами, нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами (ПАВ). В пластиковые контейнеры объемом 200 см³ вносили предварительно подсушенную почву без крупных включений массой около 150г. В каждую емкость высаживали по 20 семян кресс-салата и овса, обрабатывали растворами солей меди и цинка, нефтепродуктами и растворами ПАВ. Определяли всхожесть и энергию прорастания тест-растений, массу и длину. Высаживали по две параллельные пробы для каждой концентрации токсикантов. Определяли показатель фитотоксичности.

Обработка почвы загрязняющими веществами, такие как сульфат цинка и меди, растворы ПАВ, нефтепродукты подтвердила, что все эти вещества являются токсичными для растений, но по-разному влияют на всхожесть кресс-салата и овса. Растворы ПАВ оказали наименьшее влияние на всхожесть, максимальное ее снижение составило 15% при концентрации ПАВ 20% для овса и 10% для кресс-салата. Обработка почвы раствором сульфата цинка с концентрацией 50 мг/дм³ снижает всхожесть кресс-салата на 30%, сульфата меди – на 35%. Сульфат меди влияет на всхожесть сильнее, чем сульфат цинка. При обработке почвы раствором нефтепродуктов (5мл) всхожесть кресс-салата и овса составила менее 7%, при добавлении большего объема нефтепродуктов ни одно растение не взошло.

Изучаемые загрязняющие вещества (ПАВ, тяжелые металлы, нефтепродукты) обладают высокой и средней токсичностью по отношению к кресс-салату и овсу. Класс токсичности зависит не только от вещества, но и от его концентрации. Наибольшей токсичностью (II класс) для кресс-салата обладают растворы сульфата цинка и меди с концентрациями 25 и 50 мг/дм³, доза внесения по цинку 17 мг/кг почвы и 34 мг/кг почвы.

ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННАЯ ОЧИСТКА ПРОМЫВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Электрокоагуляционный метод очистки промывных сточных вод широко используется в промышленности. Процессы, протекающие в электрокоагуляторах на электродах и в объеме раствора, определяются природой материала электродов, рН раствора и примесей, содержащихся в воде. При наложении электрического поля металлический анод растворяется, на нем выделяются пузырьки кислорода, на катоде происходит преимущественно разряд молекул воды и выделение водорода. Газ флотирует примеси и одновременно с электрокоагуляцией идет процесс электрофлотации. Перешедшие в воду катионы металла, встречаясь с гидроксильными группами, образуют гидроксиды металлов в виде хлопьев, наступает интенсивная коагуляция.

Цель работы – подбор условий очистки промывных сточных вод линии цинкования методом электрокоагуляции. Задачи: провести электрохимическую очистку сточных вод, изменяя параметры очистки (время, напряжение); выбрать оптимальные условия протекания процесса очистки для разработки технологической схемы очистки.

Экспериментальные результаты по электрокоагуляционной очистке сточных вод представлены в таблице.

Таблица – Результаты экспериментальных исследований

| № пробы | Время, мин | Эффективность, % | Напряжение, В | Эффективность, % |
|---------|------------|------------------|---------------|------------------|
| | U = 9 В | | t = 25 мин | |
| 1 | 5 | 0 | 8 | 53 |
| 2 | 10 | 50 | 9 | 66 |
| 3 | 15 | 53 | 10 | 66 |
| 4 | 20 | 53 | 11 | 66 |
| 5 | 25 | 66 | 12 | 67 |
| 6 | 30 | 71 | – | – |

Исходя из полученных данных, можно сказать, что максимальная степень очистки (71%) при достигается при времени обработки 30 мин и напряжении 9 В. При повышении напряжения с 8 до 12 В, эффективность очистки увеличивается незначительно.

ЯБЛОЧНЫЕ ВЫЖИМКИ КАК ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Яблочные выжимки – отход переработки яблок, составляющий по массе около 30–40% от исходного сырья. Данный вид образуется после измельчения и отжима яблок при производстве яблочного вина, сока, пюре и других видов продукции пищевой промышленности.

Цель работы – определение основных физико-химических характеристик яблочных выжимок для поиска направлений их использования в качестве вторичного материального ресурса.

Установлено, что яблочные выжимки содержат биологически активные вещества: витамины, минеральные вещества, пищевые волокна. В них присутствуют экстрактивные компоненты, витамины группы В, С, Р, Е, β-каротин, тритерпеновые соединения и др. Анализ химического состава указанных отходов позволяет рассматривать их в качестве ценных сырьевых ресурсов для различных отраслей народного хозяйства [1]. Согласно литературным данным [2], продукты переработки яблочных выжимок разнообразны. Известно получение из данных отходов пектиновых веществ (порошков, паст, экстрактов), фруктовых консервов (пюреобразных продуктов, повидла, вторичного сока), напитков (алкогольных и безалкогольных), пищевых добавок (яблочных порошков), высокобелковых кормов для животных, фенольных соединений и др. Возможно использование яблочных выжимок в качестве сорбционных материалов. Таким образом, химический, экстракционный и ароматический потенциал яблочных выжимок позволяет их рассматривать в качестве ценного вторичного сырьевого ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулагова, Е.П., Пушкарь, А.А., Юденко, О.Н. Оптимизация технологических режимов экстракции яблочных выжимок в технологии производства фруктовых дистиллятов // Пищевая промышленность: наука и технологии. – Т.14. №1 (51). – 2020. – С. 50-61.
2. Дранников, А.В., Бородовицын, А.М., Полканов, А.С., Костина, Д.К. Обоснование способа сушки сырья при производстве пектина // Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья: сборник научных статей и докладов / ВГУИТ. – Воронеж. – 2017. – С. 192-194.

ПОИСК НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА

Среди перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса сахарная промышленность относится к числу материалоёмких. Количество сырьевых и вспомогательных материалов, используемых при производстве сахара, в несколько раз превышает выход готовой продукции.

Большое количество потребляемых сырьевых ресурсов вызывает образование значительного количества отходов производства. На сегодняшний день стоит проблема поиска направлений переработки таких отходов. В противном случае происходит их накопление, что вызывает выделение токсичных продуктов в процессе их разложения и загрязнение ими почвы, грунтовых и поверхностных вод, атмосферного воздуха. Отходами производства сахара являются свекловичный жом, транспортерно-мочный осадок, меласса и фильтрационный осадок (дефекат). Масса свежего свекловичного жома составляет около 80–83% массы перерабатываемой свеклы, мелассы – 4,6–5,4%, фильтрационного осадка – 8–12%, транспортерно-мочного осадка – 15%, отсева известнякового камня – 1,4%, свекловичного боя и хвостиков от массы переработанной свеклы – около 3% [1, 2]. Известны различные варианты использования указанных отходов.

Перспективным направлением использования дефеката является получение сорбента для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (цинка, меди, никеля и др.). Транспортерно-мочный осадок может применяться в качестве удобрения с высоким содержанием питательных веществ [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Савостина, О.А., Крицкая, Е.Б. Отходы сахарного производства // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 7. – С. 136–137.
2. ИТС 44-2017. Производство продуктов питания. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 417 с.
3. Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья: материалы Международной научно-практической конференции / под ред. Г. В. Агафонов. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. – 376 с.

ВЫБОР УСТАНОВОК ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ОТ ДРЕВЕСНОЙ ПЫЛИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ МЕБЕЛИ

В процессе механической обработки древесины выделяется значительное количество пыли. К числу значимых источников выделения пыли относятся операции шлифования и полирования деталей.

Целью работы является сравнительный анализ газоочистного оборудования для обоснования оптимального выбора его применения на предприятиях по изготовлению мебели.

Для улавливания пыли используют сухие, мокрые и электрические методы. Применяют также фильтры с различными типами фильтровальных перегородок. В основе методов очистки выбросов от пыли лежат гравитационные, инерционные, центробежные, фильтрационные и другие механизмы осаждения и улавливания частиц [1].

Пылеуловители выбирают в зависимости от состава и физико-химических свойств пыли, ее концентрации, требуемой эффективности и стоимости очистки. На практике предпочтение отдают сухим способам обеспыливания газов. Это обусловлено простотой конструкций оборудования, отсутствием водного хозяйства, более низкой стоимостью очистки и возможностью использования уловленной пыли в качестве вторичного сырьевого ресурса. Например, древесная пыль, уловленная в сухих механических пылеуловителях, может использоваться в качестве топлива в котельных предприятий по изготовлению мебели.

На предприятиях по изготовлению мебели применяют одиночные, групповые и батарейные циклоны, тканевые и зернистые фильтры (предпочтение отдается рукавным фильтрам), вихревые пылеуловители, пылесадительные камеры и т.д. Эффективность работы указанных газоочистных аппаратов изменяется в широком диапазоне 70–98% и более. В зависимости от дисперсного размера частиц пыли и требуемой степени очистки газов используют многоступенчатые системы очистки, предусматривающие применение различных сочетаний указанного газоочистного оборудования. При разработке систем обеспыливания выбросов важным моментом является учет одного из свойств древесной пыли – ее взрывоопасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.

ПРОЦЕСС НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ ДЕТАЛИ КАК ОБЪЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Лакокрасочные материалы применяют для получения декоративных и защитных покрытий на изделиях, изготовленных из металлов и неметаллических материалов (дерево, пластмассы и др.).

Лакокрасочные материалы наносят на поверхность изделий различными методами: пневматическим распылением, распылением под высоким давлением, распылением в электрическом поле, аэрозольным распылением, электроосаждением, струйным обливом, окунанием, наливом, валками, в барабанах, кистью и шпателем [1].

Процесс нанесения лакокрасочных покрытий состоит из следующих операций: подготовка поверхности к окрашиванию, нанесение лакокрасочных материалов на поверхность и сушка детали.

Процесс нанесения лакокрасочного покрытия на детали является одним из источников загрязнения окружающей среды. Наиболее значимым экологическим аспектом воздействия рассматриваемого процесса является выделение летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферный воздух. Это обусловлено широким применением в процессе летучих веществ – растворителей и др.

Для снижения воздействия на воздушную среду предусматриваются мероприятия, включающие оптимизацию условий проведения стадий рассматриваемого технологического процесса, замену или полное исключение из состава лакокрасочных материалов летучих растворителей, использование высокоэффективных методов обезвреживания выбросов и др.

Для обеспечения экологической безопасности при использовании лакокрасочных материалов для отдельных технологических процессов предусмотрено установление норм выбросов ЛОС от неорганизованных и организованных источников выбросов, превышение которых не допускается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе: методическое пособие по выполнению практических заданий для студентов // Томский политехнический университет [Электронный ресурс]. – 2002. – Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/b/BONDALETOV/instructional_work/Tab2/workbook.pdf. – Дата доступа: 27.03.2023.

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ВЫБРОСОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ

Изготовление керамических изделий сопровождается выбросом значительного количества аэрозольных частиц. Основными источниками выбросов пыли являются следующие технологические операции: хранение, дозирование, обработка и транспортировка сырьевых материалов, нанесение глазури методом распыления, полировка и сухая шлифовка обожженных изделий; обжиг и сушка изделий [1].

Для снижения выбросов пыли используется комплекс природоохранных мероприятий, предусматривающих совокупность мер, направленных как на совершенствование технологического процесса производства (например, транспортировка сырьевых материалов при помощи закрытых конвейеров), так и очистки отходящих газов от источников выделения загрязняющих веществ.

Цель работы – анализ существующих установок улавливания пыли для обоснования возможности их применения на предприятиях по изготовлению керамической плитки.

Для очистки выбросов от пыли предлагаются пылеулавливающие аппараты, которые можно разделить на следующие группы: сухие механические пылеуловители, скрубберы, тканевые, волокнистые и зернистые фильтры, электрофильтры. Каждая группа газоочистных установок обладает достоинствами и недостатками и имеет свою область применения. Для повышения эффективности очистки газов иногда используют комбинированные установки. К числу распространенных газоочистных установок, широко применяемых на предприятиях рассматриваемой отрасли промышленности, относятся циклоны различных типов и рукавные фильтры. Данные виды аппаратов используются как в отдельности, так и совместно. Степень очистки отходящих газов от пыли при использовании циклонов составляет 75–80%. Применение рукавных фильтров позволяет достичь эффективности очистки равной 98–99%. В соответствии с [1] рекомендуется применять системы очистки с эффективностью работы рукавных фильтров более 95 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. ИТС 4-2015. Производство керамических изделий. – М.: Бюро НДТ, 2015. – 222 с.

ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК И ДЕФЕКТОСКОПИЯ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

В настоящее время одной из актуальных проблем является задача рационального использования воды и устранения ее потерь в результате утечек в наружных водопроводных сетях. Своевременно не обнаруженная утечка воды, помимо финансовых потерь, влечет за собой снижение качества воды, что может представлять опасность для жизни и здоровья населения при попадании в трубопровод вредных веществ и микроорганизмов.

Причинами повреждения водопроводных систем, приводящими к потерям воды, могут быть гидравлические удары, температурные деформации, а также механические повреждения. Обнаружение наличия и места повреждения трубопровода вызывает определенные сложности, при этом объем скрытых утечек составляет до 90% от общего объема потерь воды в наружных водопроводных сетях.

Для изучения состояния водопроводных сетей, определения мест повреждений и дефектов используются телевизионный контроль; манометрическая съемка; акустический, электронно-акустический и акустически-корреляционный способы; дефектоскопия стальных трубопроводов магнитным полем или ультразвуковым сканированием; газовые течеискатели и др. [1].

Телевизионный контроль трубопроводов достаточно трудоемок, применяется обычно только на аварийных и подлежащих ремонту участках водопроводной сети с целью сбора информации о причинах аварий и состоянии труб для выбора способа ремонта.

Способ манометрической съемки характеризуется низкой чувствительностью и малой точностью при определении мест утечек, в условиях динамичного водоразбора, особенно при большой протяженности сети.

Акустические и электронно-акустические способы основаны на фиксации сигналов, которые возникают при истечении воды в местах повреждений трубопроводов. На практике широко применяются акустические способы поточечного прослушивания трассы водопровода с поверхности земли с помощью геомикрофонов, а также корреляционный способ поиска скрытых повреждений. Последний способ заключается в получении акустических сигналов и преобразования их в электрические импульсы в усилителях [2].

Ультразвуковое сканирование обычно применяется на вскрытых участках трубопроводов. Характеризуется сложным оборудованием, требующим специальных условий применения, а также программ обработки результатов испытаний.

При определении дефектов стальных трубопроводов в магнитном поле снаряд, оборудованный постоянными магнитами и датчиками, продвигается по трубопроводу, измеряя магнитное поле в стенке трубы, и фиксирует утечку магнитного потока в местах аномалий.

Сравнительно более простым специальным методом поиска утечек воды на водопроводе является применение газовых течеискателей. При этом в действующий водопровод вводится специальный тестовый газ, состоящий на 5% из водорода и на 95% из азота. Благодаря своей специфической плотности и молекулярной структуре тестовый газ проникает через все типичные материалы на поверхности земли (бетон, плитку, асфальт и т.д.) и поднимается вертикально вверх от места утечки в трубе. Это позволяет точно определить место утечки воды из водопровода.

Для диагностики состояния сетей и работы сооружений могут использоваться технические средства в виде многопрофильных диагностических комплексов по типу мини-лабораторий, фиксирующих дефекты труб и отбирающих пробы воды и твердых отложений на анализ непосредственно из интересующих исследователей мест на внутренней поверхности трубопровода [3].

В настоящее время универсального метода поиска утечек, позволяющего определить потери воды на трубопроводе из различных материалов, не существует, поэтому для точного и быстрого определения места утечки необходимо комплексное использование нескольких методов, что повысит надежность эксплуатируемых водопроводных сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аширова, О.А. Метод эффективного поиска скрытых мест утечек воды в подземных трубопроводах / О.А. Аширова, А.Т. Салохиддинов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – № 2. – 2017. – С. 156–170.

2. Хургин, Р.Е. Утечки и потери воды в трубопроводных системах и меры по их сокращению / Р.Е. Хургин, И.К. Дмитриев // Системные технологии. – 2021. – № 40. – С. 63–70.

3. Гальперин, Е.М. Утечки воды в водопроводной сети / Е.М. Гальперин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2016. – № 5. – С. 21–29.

ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ ОСАЖДЕНИЕМ НИКЕЛЯ ФОСФАТОМ НАТРИЯ

В современном мире гальванические покрытия используют в различных целях и отраслях промышленности: авиационной, радиотехнической, автомобильной, приборостроительной, электронной и др. За счет эффектного внешнего вида в сочетании с защитными свойствами гальванизация стала привлекательна и для строительной, и для мебельной отраслей. Перед гальваническим производством, которое является одним из экологически опасных производств, стоит сложнейшая проблема: разработать методы эффективной очистки сточных вод и переработать отходы, одним из наиболее опасных видов которых являются отработанные электролиты.

Существуют различные способы обращения с отработанными электролитами: регенерация, обезвреживание, переработка. Переработка электролитов никелирования с получением зелёных пигментов позволит получать ценный продукт, который производится в нашей стране только из привозного сырья.

В ходе работы было проведено осаждение Ni^{2+} при различных значениях рН, в качестве осадителя был выбран Na_3PO_4 . Выбор осадителя осуществлялся, исходя из составов существующих никельсодержащих пигментов и растворимости соответствующих соединений. Было установлено, что с увеличением значения рН от 7 до 9 концентрация Ni^{2+} в фильтрате уменьшается. При рН 9 ионов никеля в фильтрате не было обнаружено, что свидетельствует о практически полном осаждении Ni^{2+} из отработанного электролита никелирования. После отмывки полученного осадка зеленого цвета от водорастворимых соединений и его высушивания были определены его маслоёмкость и укрывистость. Маслоёмкость первого рода составила 60,5 г/100 г, маслоёмкость второго рода 111,6 г/100 г, укрывистость 70,7 г/м², что подтверждает возможность использования полученного пигмента в лакокрасочной промышленности. Получение пигментов из отработанных растворов гальванического производства позволит расширить сырьевую базу производства пигментов, решить проблему обезвреживания высококонцентрированных растворов, а также снизить воздействие на окружающую среду.

ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХРОМИРОВАНИЯ

Гальванические покрытия являются одним из самых распространенных методов защиты изделий от коррозии. В Республике Беларусь гальваническое производство функционирует более чем на 140 предприятиях. Хромирование представляет собой процесс осаждения на поверхность детали слоя хрома из электролита под действием электрического тока. При нанесении хромового покрытия периодически возникает необходимость замены электролита, поскольку в нем накапливаются различные примеси, отрицательно влияющие на качество покрытия. Электролит хромирования представляет большую экологическую опасность, из-за чего его нельзя сбрасывать в канализацию или в водоём. Целью является разработка способа переработки отработанного электролита хромирования с получением продуктов, пригодных к дальнейшему использованию.

На первом этапе необходимо восстановить Cr (VI) до Cr (III). Для восстановления использовался тиосульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ при pH 2.5, что обеспечивает достижение наибольшей скорости реакции и полноты ее прохождения. После проведения восстановления концентрация Cr (VI) снизилась со 116,6 г/л до 15,7 г/л. Осаждение хрома проводилось с помощью насыщенного раствора фосфата натрия Na_3PO_4 . Образовавшийся осадок хранился под слоем маточного раствора в течение суток для старения осадка и формирования его структуры, после чего отделялся от жидкой фазы декантацией с последующим фильтрованием и высушиванием. Полученный материал характеризуется насыщенным зеленым цветом. По таблице цветов RAL CLASSIC был определён оттенок зеленого, а именно RAL 6032 (сигнальный зелёный).

Полученный пигмент использовался для цветной глазури для керамической плитки. Было установлено, что с увеличением содержания пигмента цвет глазури становится более насыщенным, однако повышается необходимая температура обжига. Использование нетрадиционного сырья (отхода) будет иметь положительный экономический эффект вследствие снижения стоимости получаемой товарной продукции, а также экологический эффект вследствие уменьшения негативного воздействия на компоненты биосферы.

УДК 658.567.1:502/504

Учащиеся УО «Национальный детский технопарк»
Е.А. Хортоломей, Д.М. Свирская
Науч. рук.: доц. О.С. Залыгина; ст. преп. В.И. Чепрасова
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ЧЁРНЫХ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ

В настоящее время гальваническое производство получило широкое распространение во всех отраслях промышленности: в машиностроении и строительстве, приборостроении и электротехнике, в химической промышленности и медицине, при производстве товаров народного потребления и др. Вместе с этим гальваническое производство является очень водоёмким, в результате чего образуется много сточных вод, которые постоянно поступают на локальные очистные сооружения, иногда вместе с отработанными электролитами. Это затрудняет работу очистных сооружений и приводит к потере ценного техногенного сырья. Поэтому целью нашей работы является переработка отработанных электролитов никелирования с получением черного пигмента.

На первом этапе был проведен анализ по определению концентрации никеля в отработанном электролите никелирования титриметрическим методом ($C_{Ni^{2+}}=25,6$ г/л). Далее никель осаждали 5% раствором гидроксида натрия при $pH=12$. Следующим этапом была отмывка осадка от водорастворимых солей с последующей фильтрацией. Затем пигмент высушивался при температуре $105^{\circ}C$ до постоянной массы. В результате был получен материал зеленого цвета. Рентгенофазовый анализ свидетельствует об образовании гидроксидов никеля переменного состава. Последним этапом был обжиг при температуре равной $350^{\circ}C$ с выдержкой один час. Температура, необходимая для термообработки, была определена с помощью термогравиметрического анализа.

После термообработки цвет пигмента изменился с зеленого на черный, что связано с разложением гидроксидов никеля с образованием оксида никеля черного цвета. Это подтверждается данными рентгенофазового анализа. Цвет полученного пигмента был определен с помощью цветовой модели серых оттенков, в соответствии с которой он определяется только одним компонентом (осветлением), который может принимать значения от 0 (чёрный) до 255 (белый).

Полученный пигмент характеризуется осветлением 24 и может использоваться в различных отраслях промышленности.

УДК: 658.567.1:502/504

Учащиеся УО «Национальный детский технопарк»
А.Д. Борисевич, А.А. Богданова
Науч. рук.: доц. О.С. Залыгина; ст. преп. В.И. Чепрасова
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ЗЕЛЁНЫХ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ ОСАЖДЕНИЕМ НИКЕЛЯ ГИДРОКСИДОМ НАТРИЯ

На территории Беларуси располагается около 140 промышленных предприятий, имеющих в своём составе гальваническое производство. Никелевые покрытия являются вторыми по распространённости после цинковых. Отработанные электролиты никелирования характеризуются высокой концентрацией соединений никеля, которые оказывают негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду. Однако никель используют для изготовления пигментов.

Поэтому целью работы является изучение возможности получения зеленых пигментов из отработанных электролитов никелирования осаждением никеля гидроксидом натрия.

Сначала была определена концентрация ионов никеля в электролите. Она составила 25,6 г/дм³. В качестве осадителя был выбран Na(OH)₂. Было проведено осаждение при различных показателях pH.

Была определена концентрация ионов никеля в фильтрах с использованием титриметрического метода. При увеличении pH с 9 до 12 концентрация ионов никеля снижалась вплоть до нижнего предела обнаружения. Полученный осадок зеленого цвета отмывался от водорастворимых соединений и высушивался до постоянной массы. Выход осадка колебался от 23,6 до 58,7 г в пересчете на 1 л отработанного электролита никелирования. Максимальный выход осадка наблюдался при pH 12.

Рентгенофазовый анализ свидетельствует об образовании кристаллов гидроксида никеля с различным содержанием гидроксогрупп. При добавлении полученного пигмента в глазурь, она окрасилась в зеленый цвет.

Таким образом, доказана возможность получения пигмента из отработанных электролитов никелирования, что позволит заменить импортное сырьё на белорусских предприятиях по производству пигментов отходами гальванического производства, которые в данном случае можно рассматривать как вторичное техногенное сырьё, а также снизить воздействие гальванических производств на окружающую среду.

УДК 666.295:502/504:658.567.1

Учащиеся УО «Национальный детский технопарк»

А.П. Заблоцкий, П.А. Игнатчик

Науч. рук.: доц. О.С. Залыгина; ст. преп. В.И. Чепрасова
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛТЫХ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ

Для производства пигментов необходима специальная сырьевая база – химически чистые вещества. В Республике Беларусь она отсутствует, поэтому немногочисленные предприятия, которые производят пигменты, работают исключительно на привозном сырье. Вместе с тем отработанные электролиты гальванического производства характеризуются высокой концентрацией ионов тяжелых металлов, многие из которых обладают хромофорными свойствами. Это позволяет предположить возможность их использования в качестве сырья для производства пигментов.

Целью работы являлось получение пигмента желтого цвета из отработанного электролита никелирования гальванического производства. Концентрация Ni^{2+} в отработанном электролите никелирования составила 25,6 г/л, что подтверждает целесообразность получения пигмента из этого отхода.

Осаждение ионов никеля осуществлялось насыщенным раствором фосфата натрия Na_3PO_4 при $pH=9$. В результате реакции между сульфатом никеля, который является основным компонентом отработанного электролита никелирования, и фосфатом натрия образуется фосфат никеля. Подтвердить это рентгенофазовым анализом не удалось, т.к. полученный осадок светло-зелёного цвета является аморфным. Для определения условий его термообработки был проведен термогравиметрический анализ. На кривой ДТГ наблюдается широкий эндотермический эффект в интервале температур 30–284 °С с максимумом при 120 °С, который связан с дегидратацией фосфата никеля. Экзотермический эффект при температуре 877 °С соответствует кристаллизации аморфного $Ni_3(PO_4)_2$, что подтверждается результатами рентгенофазового анализа. Полученный пигмент в соответствии со шкалой RAL характеризуется горчично-жёлтым цветом.

Получение пигментов из отработанных электролитов никелирования, которые являются жидкими отходами гальванического производства, позволит заменить импортное сырьё на отход, а также снизить негативное воздействие гальванического производства на окружающую среду.

Студ. Е.Ю. Боярина
Науч. рук. ст. преп., канд. техн. наук В.И. Чепрасова
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИНКСОДЕРЖАЩЕЙ ПЫЛИ

На ОАО «Речицкий метизный завод» при горячем цинковании металлических изделий происходит образование цинковой пыли, которая является отходом третьего класса опасности [1]. Цинковая пыль представляет собой тонкодисперсный порошок с содержанием цинка от 95 до 98 %, а также с примесями оксида цинка (до 4,5 %), свинца, железа, кадмия, кремния и других элементов.

В настоящее время согласно Реестрам Минприроды объектов по использованию и обезвреживанию данного отхода в Республике Беларусь не имеется. Однако высокое содержание цинка в составе цинковой пыли позволяет предположить возможность ее дальнейшего использования.

Анализ литературных данных позволил выделить следующие основные направления обращения с цинковой пылью:

- производство цинковых сплавов;
- использование в качестве наполнителя при производстве полимерных материалов;
- производство антикоррозионных красок и грунтовок, смазок;
- использование в органическом синтезе
- использование при добыче драгоценных металлов.

Перспективным направлением является использование цинксо-держательной пыли при изготовлении цинкнаполненных красок, которые в настоящее время широко применяются для защиты от коррозии металлоконструкций и железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия промышленной атмосферы. Однако при этом следует учитывать требования стандарта ISO 3549-95 «Zinc dust pigments for paints. Specifications and test methods», который устанавливает требования к содержанию примесей в цинковой пыли, используемой для изготовления пигментов на ее основе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь». Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 9 дек. 2019 г., № 3.

Студ. Е.С. Шумченко

Науч. рук. ст. преп., канд. техн. наук В.И. Чепрасова
(Кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Согласно Классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь, при нанесении гальванических покрытий образуются следующие виды отходов, относящиеся к блоку 5 «Отходы химических производств и производств, связанных с ними»: отработанные растворы обезжиривания, отработанные травильные растворы, отработанные растворы электролитов (группа 7 «Отработанные растворы и промышленные воды»); гальванические шламы и осадки сточных вод (группа 1 «Шламы гальванические»).

Осадок сточных вод гальванического производства образуется в процессе очистки промывных сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов (осадки из отстойников после реагентной обработки, осадки из отстойников электрокоагуляционной очистки, обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств и др.).

Гальванические шламы образуются на дне гальванических ванн в процессе их эксплуатации в результате разложения содержащихся в ванне реагентов и образования новых соединений. В большинстве случаев гальванические шламы содержат значительное количество соединений железа.

При анализе литературных данных было установлено, что переработка осадков и шламов затруднена вследствие их многокомпонентного и непостоянного состава.

Среди жидких отходов гальванического производства наиболее опасными являются отработанные электролиты, которые характеризуются высокой концентрацией ионов тяжелых металлов (цинка, никеля, меди, и др.), обладающих токсичным, канцерогенным и мутагенным действиями. В качестве перспективных направлений переработки отработанных электролитов гальванического производства можно выделить следующие: электрохимическое извлечение металлов, получение катализаторов, удобрений, пигментов и других ценных соединений, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленности. Выбор того или иного направления использования данного отхода будет зависеть от конкретного состава отработанного электролита и объема его образования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВКИ

Лесозаготовка предусматривает виды работ от валки леса, до погрузки и вывоза сортиментов. На каждой стадии технологического процесса образуются отходы сильно отличающиеся по своим характеристикам, составу и свойствам.

Основные стадии технологии лесозаготовки включают: валку леса, обрезку сучьев, трелевку, раскряжевку, погрузку и вывоз сортиментов. Объем отходов, образуемых на лесосеке, зависит от ряда факторов: технологии лесозаготовок и системы применяемых машин; таксационного состава лесонасаждений; времени проведения лесозаготовок и пр. и может составлять 30–40 % объема заготовленной древесины.

Лесосечные отходы разделяют следующим образом:

- отходы кроны деревьев (сучья, ветви, вершинки, древесная зелень);
- отходы ствола дерева (пни и корни, обломки стволов, откомлевки и козырьки, если раскряжевка хлыстов на сортименты ведется на лесосеке)
- малоценная древесина (валежник, бурелом, тонкомер, нежелательные деревья).

Как правило, лесосечные отходы являются сырьем для получения технологической щепы, используемой в производстве древесностружечной и древесноволокнистых плит, арболита, они используются в гидролизном и лесохимическом производстве, в качестве топлива. Древесные отходы можно также классифицировать по следующим признакам: физико-механическим и химическим свойствам, возможности использования, месту образования в технологическом процессе переработки, технической и экономической доступности.

Для определения направлений дальнейшего использования отходов необходимо учитывать физические характеристики отходов (размер частиц, твердость и др.), химический состав, экономические возможности и целесообразность переработки отходов в выбранном направлении. В выполненной нами работе отходы лесозаготовки перерабатывали методом биокомпостирования в течение 6 месяцев. По своим характеристикам полученные компосты могут быть использованы для биологической рекультивации нарушенных земель.

ФЕРРИТИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Проблема обращения с гальваношламами и осадками сточных вод гальванического производства хорошо известна и поэтому много внимания уделяется разработке новых и совершенствованию существующих способов.

Использование гальваношламов и осадков сточных вод гальванических производств развивается по различным направлениям:

- извлечение и повторное использование металлов;
- ликвидация шламов путем связывания цементом, асфальтом, стеклом, пластмассами и отвердения спеканием;
- применение для приготовления красок, пигментов огнеупорного материала, строительных материалов для производства кирпича, бетона, асфальтобетона, компонентов строительной керамики;
- отходы могут быть переработаны в сырьевые продукты для других производств. Например, для специализированного производства по хромированию можно рекомендовать получение компонентов полировальных паст из обезвоженных и высушенных шламов гидроксидов железа и хрома;
- перспективным является ферритизация отходов.

Однако существуют обстоятельства, сдерживающие использование на практике перечисленных направлений:

- осадки по качеству ниже, чем применяемое кондиционное сырье;
- агрегатное состояние осадков после механического обезвоживания часто не соответствует заданным требованиям, а используемое оборудование дорогостоящее.
- не исключается возможность ухудшения токсикологических характеристик продукции, выпускаемой с использованием вторсырья;
- переработка требует сложных технических решений;
- предприятия, на которых образуются отходы и на которых их можно перерабатывать, разобщены.

Выполненные в работе исследования показали, что ферритизированные осадки сточных вод целесообразно применять в качестве сорбционных материалов при очистке сточных вод от соединений тяжелых металлов. При этом полученные сорбционные материалы по свойствам не уступают традиционно используемым сорбентам.

Студ. Х.И. Шпиталёва, Е.Г. Кузьмитович
Науч. рук. зав. кафедрой А.В. Лихачёва
(Кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ПЕРЕРАБОТКА ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Гидролизная промышленность производит огромное количество отходов, негативно влияющих на почву. К таким отходам можно отнести шламы и гидролизный лигнин. Гидролизный лигнин, удаляемый из гидролизатора, представляет негидролизующую часть растительного сырья. Сюда входят: лигнин клеточных стенок растений, а также непрогидролизованная целлюлоза, часть смол, восков, жиров, зольных веществ, гуминовых веществ, чисто белков. Количество технического гидролизного лигнина составляет 30-40% от массы перерабатываемого сырья.

В настоящее время существуют определенные трудности с переработкой лигнина, поэтому в научном сообществе много внимания уделяется разработке вариантов по дальнейшему использованию лигнина в производстве.

На данный момент определились три основных направления промышленного использования гидролизного лигнина:

1) В натуральном виде: лигнин используется в черной и цветной металлургии, в промышленности строительных материалов, в производстве огнеупорных изделий, в химической промышленности.

2) Термическая переработка. В настоящее время развиваются два направления термической переработки гидролизного лигнина: получение окускованного углеродистого материала как заменителя древесного угля и получение активных углей.

3) Химическая переработка. Направления химической переработки включают в себя производства, уже освоенные гидролизной промышленностью в опытно-промышленных и промышленных условиях, такие, как производство коллактивита, нитролигнина, производство аммонийных солей поликарбоновых кислот, а также новые процессы, для осуществления которых ещё необходимо провести дополнительные научные исследования и разработки.

Выполненная нами работа показывает целесообразность использования гидролизного лигнина для получения органоминерального удобрения и сорбентов для очистки сточных вод.

Разработка и внедрение данных направлений позволит расширить область применения гидролизного лигнина и найти новые альтернативные сырьевые ресурсы для получения востребованных материалов.

Студ. Д.А. Грибовский, А.М. Фадеева
Науч. рук. проф. М.А. Зильберглейт
(кафедра технологии неорганических веществ
и общей химической технологии, БГТУ)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ Fe^{+2} ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цветометрический анализ является относительно новым методом определения различных веществ, основанным на изучении цветовых характеристик, исследуемых материалов. Благодаря своей простоте, высокой чувствительности и точности, цветометрический анализ стал неотъемлемой частью многих современных методов анализа и контроля качества продукции.

Ранее нами было показана возможность использования цветометрического метода для микроанализа рН растворов в интервале от 2 до 11. В настоящем исследовании было изучена возможность определения концентрации ионов Fe^{+2} в водных растворах.

В качестве цветной реакции была использована реакция между желтой кровяной солью и водным раствором сульфата железа (II). Концентрация ионов Fe^{+2} менялась в интервале от 0,0032 до 0,012 г/100 мл. Концентрация желтой кровяной соли составила 1,5 г/100 мл. Фильтровальная бумага марки «Синяя лента» пропитывалась водным раствором желтой кровяной соли, высушивалась и выравнивалась под прессом. Микроколичество водного раствора сульфата железа (II) – 0.05-0.1 г наносилось на поверхность индикаторной фильтровальной бумаги. Мгновенно развивалась синяя окраска. Индикаторная бумага высушивалась, после чего сканировалась в МФУ Canon MF4018 в формате jpeg с разрешением 150dpi. После чего цифровой файл обрабатывался программой Phothoshop. Полученные данные фиксировались в шкалах RGB, HSB, LAB, CMYK. На рисунке представлены результаты сканирования полученных изображений.

Для определения воспроизводимости исследовалась дисперсия и коэффициент вариации исследуемых величин.

Как следует из полученных результатов, наиболее устойчивыми являются показатели цвета в системе RGB. Была исследована регрессионная зависимость в координатах концентрация ионов Fe^{+2} – показатели RGB. Квадрат коэффициента корреляции составил 0,999. Уравнение регрессии: $C = -0,0112287 * R + 0,0239554 * G - 0,0131157 * B$

Выводы. Таким образом показана успешная возможность определения концентрации ионов Fe^{+2} в интервале от 0,0032 до 0,012 г/100 мл методом цветометрии.

Студ. Т.В. Карловская
 Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. Е.В. Габалов
 (кафедра технологии неорганических веществ
 и общей химической технологии, БГТУ)

ПРОЦЕССЫ ОБЖИГА СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

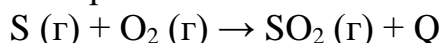
Использование шихт серосодержащего сырья для получения сернистого газа – распространенная производственная практика. Указанные шихты применяют для повышения производительности установок обжига сернокислотных систем, концентрации SO_2 в обжиговом газе, обеспечения автотермичности процесса обжига, утилизации отходов производства или обусловлено аппаратурно-технологическим оформлением процесса, например, обжигом смеси, получаемой при распылении пульпы сульфатов железа на кипящий слой твердых частиц флотационного колчедана [1].

При выполнении лабораторного практикума дисциплины «Технология серной кислоты» предусмотрено изучение процесса обжига серосодержащего сырья и его шихт с целью оценки технологических показателей гетерогенного процесса обжига.

Согласно классификации, приведенной в [2], процесс обжига колчедана можно описать моделью с фронтальным перемещением зоны реакции «сжимающееся ядро», в соответствии с которой процесс включает ряд диффузионных стадий и саму реакцию:

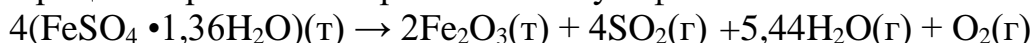


Процесс сжигания серы:



также является гетерогенным. Его можно описать моделью «сжимающаяся сфера», в которой происходит уменьшение размеров конденсированной фазы по мере протекания процесса вплоть до ее исчерпания. Хотя кислород воздуха и сера находятся в разных фазах, реакция ее окисления протекает как гомогенная, так как в химическую реакцию вступают пары серы, образующиеся при испарении жидкой серы, и кислород воздуха.

Процесс термического разложения сульфата железа:



можно представить моделью с фронтальным перемещением зоны реакции, не осложненной стадиями диффузии реагента из ядра потока к поверхности разлагающегося вещества [3].

В лабораторных условиях проведены эксперименты по обжигу колчедана и шихт колчедана с серой или сульфатом железа с построением кривых в координатах: объемная концентрация SO_2 в обжиговом

газе – продолжительность выгорания серы (рисунок). Отмечается по-добие кривых изменения концентрации SO_2 в обжиговом газе для всех вариантов серосодержащего сырья. Это объясняется преобладающим содержанием колчедана в составе шихт, и, соответственно, особенностями протекания значительной части процесса выгорания серы во внутридиффузионной области. На кривой для обжига шихты колчедана с серой отмечается существенное повышение концентрации SO_2 в обжиговом газе в начальный период в сравнении с обжигом колчедана, что объясняется отсутствием внутридиффузионных затруднений для процесса сжигания серы. Кривая обжига колчедана с сульфатом железа характеризуется более поздним ростом концентрации сернистого газа вследствие эндотермичности начала процесса термического разложения сульфата железа. Расчетами подтверждено, что при обжиге шихт сера элементарная и сера из сульфата железа выгорают практически полностью.

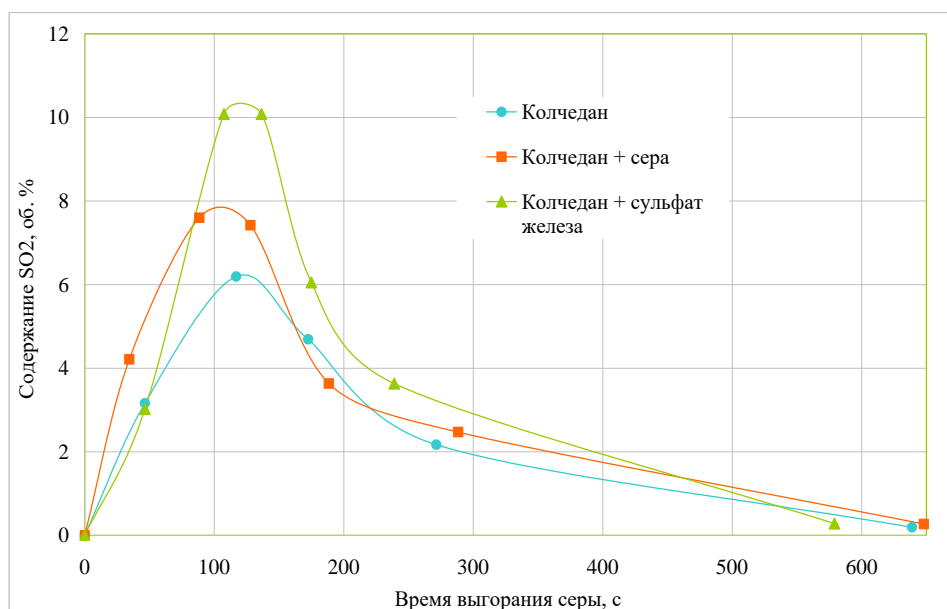


Рисунок – Влияние состава шихты на концентрацию SO_2 в обжиговом газе

Результаты работы рекомендуется использовать в лабораторном практикуме по технологии серной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серная кислота: свойства, производство, применение: в 2 т. Т.1 / под ред. Левина Б.В. – Москва: Инфохим, 2014. – 653 с.
2. Бесков В.С. Общая химическая технология – Москва: Академкнига, 2006. – 452 с.
3. Ещенко Л.С. Общая химическая технология: рабочая тетрадь для лабораторных работ/Л.С. Ещенко, А.И. Сумич. – Минск: БГТУ, 2020. – 43 с.

Студ. А.А. Васинкевич, А.А. Симончик
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. В.И. Шатило
(кафедра технологии неорганических веществ
и общей химической технологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВОГО ФОСФАТА АММОНИЯ ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Обеспечению полноценного и сбалансированного питания сельскохозяйственных животных способствует применение минеральных кормовых добавок – фосфатов кальция, аммония, натрия и калия. Производство фосфатов высокой степени чистоты основано на нейтрализации термической фосфорной кислоты. Использование относительно дешевой экстракционной фосфорной кислоты, позволит снизить себестоимость фосфатов аммония. Проблема заключается в том, что, фосфорная кислота, получаемая сернокислотной экстракцией природных фосфатов, содержит большое количество примесей.

Одним из методов очистки фосфорной кислоты является осаждение примесей при нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты. Для достижения максимальной степени удаления примесей полуторных металлов, а также фтора из экстракционной фосфорной кислоты величина рН должна быть не менее 4,5 [1].

Получение фосфата аммония включало следующие основные стадии: получение исходных фосфорсодержащих растворов путем нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты аммиаком; отделение шламового осадка фильтрацией; охлаждение раствора и кристаллизация продукта; отделение осадка фосфат аммония фильтрацией, его сушка. Степень перехода соединений железа и алюминия в шламовый осадок составила 99,9%, фторид-иона – 58%. Низкая степень перехода сульфат-иона в твердую фазу (8,12%) объясняется образованием сульфата аммония, который остается в составе раствора. Соединения кальция осаждаются на 98% в виде фосфата и сульфата кальция, степень осаждения соединений магния – 48%. Из очищенного раствора фосфата аммония получен кристаллический осадок следующего 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; нерастворимый остаток – 0,01. Данный продукт соответствует основным требованиям, предъявляемым к кормовым фосфатам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононов А.В., Стерлин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. М.: Химия, 1988. 320 с.

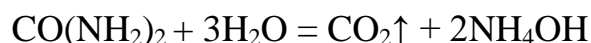
Студ. И.В. Перковский

Науч. рук.: д-р техн. наук, проф. Л.С. Ещенко; асп. О.В. Понятовский
(кафедра технологии неорганических веществ
и общей химической технологии, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОКСИДФОСФАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Для создания наполнителей электрореологических суспензий (ЭРС) важное значение имеет размер частиц дисперсной фазы. Согласно литературным данным [1], в качестве наполнителей ЭРС используют различные неорганические высокодисперсные вещества с предпочтительным размером частиц не более 100 мкм.

На данный момент в химической промышленности для синтеза высокодисперсных соединений широкое распространение получил золь-гель метод. Особенностью данного метода является отсутствие локальных пересыщений в жидкой фазе, что обуславливает формирование продукта с одинаковым химическим и фазовым составом во всем реакционном объеме. Суть метода заключается во введении в систему реагента, который постепенно разлагается, за счет чего изменяются свойства системы, и, при достижении определённых условий, происходит фазообразование. Ранее было показано [2], что для образования металлфосфатных соединений, в частности, для получения геля фосфата алюминия, в качестве осадителя возможно использование карбамида, гидролиз которого проходит по реакции:



Вследствие этого, в растворе, который содержит соль алюминия и ортофосфорную кислоту, происходит повышение рН, и, при значении $\text{pH} \approx 3$, раствор переходит в микрогетерогенную систему.

В данной работе исследовали влияние соотношения между Al_2O_3 и P_2O_5 в алюмофосфорсодержащем растворе на продолжительность индукционного периода фазообразования и состав образующихся продуктов. Для синтеза использовали 2М растворы $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и H_3PO_4 (1М в пересчете на Al_2O_3 и P_2O_5). Соотношение $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ в приготовленных алюмофосфорсодержащих растворах составляло: 1:1; 1:0,9; 1:0,7; 1:0,5; 1:0,3. Использовали двукратный избыток карбамида по отношению к $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Предварительно рН исходного раствора доводили до 1,0 путем добавления аммиака. Синтез проводили при температуре 90 – 95°C. Полученные продукты подвергали сушке, отмывке и исследовали на содержание основных компонентов.

Показано, что продолжительность индукционного периода зависит от мольного соотношения $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ и составляет от 3 часов при соотношении 1:0,3 до 8 часов при соотношении 1:1.

Отмечено, что при $\text{pH} \approx 3$ образуется золь, который переходит в гель. Продолжительность старения гелеобразных продуктов с различным соотношением $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ составила двое суток, после чего их подвергали сушке при 100°C , а затем отмывке от NH_4NO_3 и избытка карбамида. Следует отметить, что степень отмывки определяется соотношением Ж:Т, которое изменяли от 3:1 до 9:1. Скорость отмывки увеличивается с повышением Ж:Т и при соотношении Ж:Т = 9:1 степень отмывки составляет 99,8%. Отмытый продукт был высушен до постоянной массы при 100°C .

Химический анализ показал, что мольное соотношение $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ в полученных продуктах соответствует мольному соотношению $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ в исходном растворе, то есть растворение образовавшегося твердого продукта в жидкой фазе практически не происходит.

Для получения наполнителей электрореологических суспензий образцы подверглись термообработке при 900°C . Согласно рентгенофазовому анализу, наличие кристаллической фазы характерно только для продукта с мольным соотношением $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5 = 1:1$. Идентификация кристаллической фазы показала, что она имеет тридимитоподобную структуру. Остальные образцы, с мольным соотношением $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ от 1:0,9 до 1:0,3, являются рентгеноаморфными.

Исследована дисперсность полученных образцов. Согласно гистограммам, преобладающий размер частиц находится на уровне 3 – 10 мкм. Частицы размером более 10 мкм у образца с соотношением $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5 = 1:1$ практически отсутствуют. Можно отметить закономерность: при повышении соотношения $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$ увеличивается процентное содержание частиц с размером 10 мкм и более.

Синтезированные образцы будут исследованы на электрореологическую активность для использования в качестве дисперсной фазы ЭРС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hao T. *Electrorheological Fluids. The Non-aqueous Suspensions*. – 1st ed. – Cambridge, Massachusetts, USA: Elsevier Science, 2005. – Vol. 22. – 578 p.
2. Ещенко, Л.С. Влияние способа и условий получения алюмофосфата на его состав и дисперсность / Л.С. Ещенко, О.В. Понятовский, Х.Б. Ходжиева // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2022. – № 3. – С. 58–72. DOI: 10.15593/2224-9400/2022.2.05

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОТИВОТОЧНОЙ ОТМЫВКИ
ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО АЛЮМОФОСФАТА**

Ранее было показано [1], что высокодисперсный $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ может явиться полупродуктом для производства наполнителей электрореологических суспензий (ЭРС). Способ его получения заключается в гидротермальной кристаллизации в системе $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--P}_2\text{O}_5\text{--H}_2\text{O}$ при мольном избытке кислоты 1,75 – 2,0, что обуславливает низкую степень её использования. Рецикл H_3PO_4 и промывных вод дает возможность повысить степень использования кислоты до 90 – 95 %. Исходя из этого, целью данного этапа работы явилось исследование содержания P_2O_5 в промывных водах от объема H_2O и числа промывок.

Анализ показал, что содержание P_2O_5 и Al_2O_3 в жидкой фазе после кристаллизации составляет 27,0 и 3,5 мас.%, соответственно. Согласно экспериментальным данным, содержание жидкой фазы на поверхности осадка, которая подлежит отмывке, составляет 33 – 34 мас.% от всей массы жидкой фазы. Промывку влажного осадка проводили при соотношении Ж:Т от 4:1 до 8:1 в пересчете на сухой $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Как следует из анализа промывных вод, содержание P_2O_5 в первой промывной воде при соотношении Ж:Т = 4:1 и степени отмывки 70 – 75% составляет 8 – 9 мас.%; при соотношении Ж:Т = 8:1 и степени отмывки 82 – 87% – 4 – 5 мас.%. Последующая отмывка позволяет практически полностью удалить H_3PO_4 с поверхности осадка.

Как известно, концентрирование промывных вод и уменьшение их объема возможно при использовании противоточной отмывки. Такой подход к процессу отмывки алюмофосфата позволяет достичь содержания P_2O_5 в промывных водах 10 – 12 мас.% и, следовательно, использовать их для приготовления исходного алюмофосфорсодержащего раствора. Таким образом рецикл промывных вод и жидкой фазы, образующейся после кристаллизации $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, позволит значительно сократить расход H_3PO_4 на единицу целевой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка составов дисперсных наполнителей для ЭРС / Л.С. Ещенко, О.В. Понятовский, Е.В. Коробко, З.А. Новикова // «Фуллерены и наноструктуры в конденсированных средах»: материалы XI Международной научной конференции, Минск, 24 – 26 ноября 2020 г. – Минск: ИТМО НАН Беларуси, 2020. – С. 75 – 81.

Магистрант М.С. Мохорт; студ. А.Д. Касатов
Науч. рук. зав. кафедрой А.Н. Гаврилюк
(кафедра технологии неорганических веществ
и общей химической технологии, БГТУ)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФУЛЬВО-ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ БУРОГО УГЛЯ

Ежегодное использование пахотных земель приводит к их деградации и непригодности для сельскохозяйственного использования в виду сокращения содержания питательных веществ.

Для восстановления баланса питательных веществ в почве широкое распространение в настоящее время получили органоминеральные удобрения.

Органическая составляющая органоминеральных удобрений представлена биологически активными фульво-гуминовыми веществами, влияющими на обмен веществ и стимуляцию роста растений. Основными источниками сырья для производства которых являются бурый уголь, леонардит, торф, сапропель.

Наиболее перспективным направлением использования бурого угля является получение на его основе фульво-гуминовых удобрений, ввиду высокого содержания гуминовых веществ.

Существуют различные методы получения гуматов на основе бурого угля, они заключаются в щелочной экстракции гуминовых кислот из суспензий предварительно измельчённого бурого угля растворами водного аммиака и пероксида водорода с выходом гуминовых кислот 78,9%, растворами гидроксида натрия с выходом гуминовых кислот 77,6%, а также совместной обработкой раствора гидроксида натрия и триэтаноламиновой соли лаурилсульфата.

Также выделяют методы получения гуматов на основе бурого угля безреагентной обработки при помощи водной экстракции водорастворимых гуминовых веществ из суспензии бурого угля с её тонким измельчением в реакторах со стальными шарами с выходом гуминовых кислот 28,1-35,7 %, кавитационных установках с выходом гуминовых кислот 13,9 – 21,5 %.

Исходя из проведённого анализа современных методов получения фульво-гуминовых удобрений из бурого угля наилучшими показателями обладает метод, основанный на кислотной обработке предварительно измельченного бурого угля, под воздействием ультразвуковых колебаний, с последующей щелочной экстракцией гуминовых веществ.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГИПС ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Производство вяжущих веществ строительного назначения с применением отходов других (нестроительных) производств является весьма актуальным. Синтетический гипс можно перерабатывать как на высокопрочное гипсовое вяжущее, так и на строительный гипс, причем производство последнего требует меньших капитальных затрат и трудовых ресурсов, а также позволит реализовывать продукцию в больших объемах по сравнению с высокопрочным гипсом. Строительный гипс относится к низкообжиговым гипсовым вяжущим. Его получение заключается в температурной обработке природного или синтетического гипсового сырья, в процессе которой испаряется физическая влага и 1,5 молекулы кристаллогидратной воды.

Целью данной работы являлось получение строительного гипса марок Г2–Г7 из синтетического гипса, производимого предприятием ОАО «СветлогорскХимволокно» из отсева дробления известняка (мела) и отработанной серной кислоты. Образцы гипсового вяжущего получали путем синтеза дигидрата сульфата кальция (синтетического гипса) на лабораторной установке, представляющей собой установку с баней и перемешивающим устройством либо в сушильном шкафу.

Дегидратация двухводного гипса с получением β -CaSO₄·0,5H₂O осуществлялась в интервале температур 120–170 °С. Изучалось влияние времени варки синтетического гипса на прочностные показатели вяжущего. Установлено, что с увеличением времени варки прочностные показатели строительного гипса возрастали, что связано с увеличением степени дегидратации дигидрата сульфата кальция и согласуется с расчетными данными по изменению потери массы с увеличением времени варки. Образцы строительного гипса, полученные в сушильном шкафу, существенно не отличались по своим основным свойствам (прочность, нормальная плотность, сроки схватывания) от синтезированных на установке с баней. Полученный в процессе варки или сушки полуводный гипс измельчался в планетарной мельнице до размера фракций 200 мкм.

Таким образом, выполненные лабораторные исследования по получению строительного гипса из синтетического гипса ОАО «СветлогорскХимволокно» показали возможность получения готового продукта марок Г4 и выше, который может применяться в производстве сухих строительных смесей.

ПОЛУЧЕНИЕ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ГИПСОВОГО КАМНЯ

Литьевая технология ячеистого бетона позволяет получить изделия низкой плотности с достаточно высокими физико-механическими свойствами. Однако, высокое водотвёрдое отношение (В/Т) в литьевой технологии производства предусматривает обязательное применение регулятора структурообразования, в качестве которого в основном используется природный гипсовый камень.

Анализ литературных источников [1–5] показывает, что на предприятиях, выпускающих ячеистый бетон автоклавного твердения, в качестве сульфатсодержащих добавок применяют природный гипс, строительный гипс или ангидрит. В Республике Беларусь в настоящее время собственные месторождения гипсового камня не разрабатываются.

Целью работы являлась разработка составов ячеистобетонных смесей с добавкой искусственного гипсового камня и получение бетона с требуемыми физико-механическими характеристиками.

Состав ячеистобетонной смеси рассчитывали исходя из плотности бетона в сухом состоянии, количества химически связанной воды, активности известково-песчаного вяжущего и активности массы, величины В/Т и начальной температуры процесса вспучивания.

В качестве основных сырьевых материалов для получения ячеистого бетона автоклавного твердения использовали бездобавочный портландцемент М500, известь негашеную кальциевую с содержанием активных СаО и MgO не менее 70 мас.%, кварцевый песок и алюминиевую пудру. Добавка искусственного гипсового камня, полученного на основе отвального фосфогипса, в молотом виде вводилась в состав ячеистобетонной смеси, рассчитанной на получение бетона со средней плотностью 500 кг/м³.

Установлено, что оптимальными дозировками добавки являются 2,0, 3,0 и 3,5 % от массы сухих компонентов.

В качестве контрольного образца выбран состав с дозировкой гипсового щебня 2,0 мас.%. Лабораторные испытания показали, что введение добавки не оказывает существенного влияния на реологические свойства и процесс вспучивания смеси.

Темп набора пластической прочности и сроки созревания массивов разработанных составов находились на уровне контрольного образца.

В таблице приведены основные физико-механические свойства полученных образцов.

**Таблица – Основные показатели, характеризующие свойства
ячеистого бетона**

| Содержание добавки, мас. % | Средняя плотность, кг/м ³ | Среднее значение предела прочности при сжатии, МПа | Коэффициент конструктивного качества |
|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| 2,0 (контрольный состав) | 548,70 | 4,38 | 145,72 |
| 2,0 | 552,07 | 4,61 | 151,22 |
| 3,0 | 568,81 | 4,00 | 123,46 |
| 3,5 | 550,61 | 4,58 | 151,07 |

Из данных таблицы видно, что введение добавки искусственно-го гипсового камня в состав ячеистого бетона обеспечивает улучшение физико-механических свойств образцов, что связано с уплотнением структуры цементного камня за счёт увеличения содержания кристаллических новообразований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский А. А. Ударная или литьевая / А. А. Вишневский // Технологии бетонов. 2016. № 9–10. С. 31–34.
2. Вишневский А.А. Анализ рынка АГБ-2014 / А. А. Вишневский, Г. И. Гринфельд, А. С. Смирнова // Строительные материалы, № 6, 2015, С. 52–54.
3. Крутилин А. Б. Теплофизические характеристики автоклавных ячеистых бетонов низких плотностей и их влияние на долговечность наружных стен зданий / А. Б. Крутилин, Ю. А. Рыхленок, В. В. Лешкевич // Инженерно-строительный журнал, № 2, 2015. С. 46–55.
4. Рудченко Д. Г. О роли гипсового камня в формировании фазового состава новообразований автоклавного ячеистого бетона / Д. Г. Рудченко // Будівельні матеріали, вироби та санггарна техшка. Наук. техн. збірник. 2012. № 43. С. 47–54.
5. Штарк Й. Является ли этtringит причиной разрушения бетона? / Й. Штарк, К. Больманн, К. Зайфарт // Цемент и его применение. 1998. № 2. С. 13–22.

Студ. А.Д. Мельник
Науч. рук. доц. Е.В. Лукаш
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Использование побочных продуктов и отходов промышленных предприятий в технологии цемента – одно из основных средств повышения технико-экономической эффективности производства с одновременным решением экологической проблемы, вызванной складированием больших количеств отходов в отвалах. Так, в последние годы в цементной промышленности все более широкое применение находят отходы смежных отраслей промышленности вместо природного – карбонатного и глинистого сырья используют алюмосиликатные техногенные продукты (шлаки, золы и др.). Количество отходов фосфогипса ежегодно увеличивается, а способы его утилизации либо по-прежнему связаны с технологическими трудностями, либо малотоннажны.

В настоящее время проблема вовлечения фосфогипса, являющегося одним из наиболее крупнотоннажных техногенных продуктов, несмотря на многочисленные попытки ее решения, по-прежнему остается одной из актуальных. Это обусловлено тем, что предложенные или известные способы его переработки с экономической точки зрения являются неконкурентоспособными.

В последние годы снова появился интерес к переработке фосфогипса на цементный клинкер и серную кислоту. Фирмами «Lurgi G.m.b.H.» и «Babcock-BSH (Германия)» предложена технология получения цементного клинкера и серной кислоты из фосфогипса с использованием аппарата циркулирующего кипящего слоя. Однако, и это направление несмотря на его привлекательность не получило широкой промышленной реализации.

Разработка физико-химических основ технологического процесса получения цементного клинкера с использованием в качестве его основного компонента фосфогипса является привлекательным, прежде всего, с точки зрения ресурсосбережения. Традиционные методы для расчета состава цементной сырьевой смеси на основе фосфогипса не могут быть применимы. В связи с этим, расчет состава сырьевых смесей должен производиться, учитывая сульфатсодержащий компонент (фосфогипс). Кроме того, при расчете состава сырьевой смеси необходимо учитывать содержание P_2O_5 в составе фосфогипса.

Студ. А.В. Акулич
Науч. рук. зав. кафедрой А.А. Мечай
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ РАСШИРЯЮЩЕЙ СУЛЬФОФЕРРИТНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕЗУСАДОЧНЫХ РАСТВОРОВ И БЕТОНОВ

В настоящее время в Республике Беларусь согласно СТБ 2092-2010 производится расширяющий сульфоалюминатный модификатор. Вяжущее, состоящее из смеси модификатора РСАМ с портландцементом (без минеральных добавок), обеспечивает в возрасте 28 суток линейное расширение не менее 0,05 %, самонапряжение не менее 1 МПа [2].

Целью данной работы являлось получение расширяющей сульфоферритной добавки, применение которой обеспечит улучшение эксплуатационных характеристик бетонов, а именно повышение морозостойкости и водонепроницаемости, а также позволит устранить проблему возникновения трещин в бетонных конструкциях.

Ближайшим аналогом данного продукта является сульфоферритный цемент, при гидратации которого образуются кристаллы гидросульфоферрита кальция и гель гидроксида железа, которые заполняют поры и вызывают деформацию твердеющего цементного камня, что приводит к увеличению линейных размеров композиционных вяжущих [1, 3].

Для получения расширяющей добавки были использованы следующие сырьевые компоненты: шлам станций обезжелезивания, фосфогипс, являющийся отходом ОАО «Гомельский химический завод», природный мел.

Расчет сырьевых смесей производили на основании общепринятой методики, направленной на получение низкоосновной формы сульфоферрита кальция $3\text{CaO} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, а также высокоосновной формы $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$. Формование гранул из сырьевых смесей, рассчитанных на получение указанных соединений, осуществляли пластическим способом после предварительного усреднения их составов. После сушки в естественных условиях производился обжиг гранул в лабораторной печи с температурным режимом 1000°C и 1100°C.

Время изотермической выдержки для образцов всех составов составляло 20 минут. После обжига полученные добавки подвергались помолу в вибромельнице в течение 15 минут.

Готовые молотые добавки вводили в состав цементных композиций. Испытания расширяющихся композиций проводили совместно

с лабораторией ЗАО «Парад». Значения самонапряжения готовых цементных образцов были получены на составах с В/Ц=0,32 при дозировке добавки 10% от массы цемента ЦЕМ I 42,5.

Таблица – Результаты испытаний расширяющихся композиций полученных составов

| Добавка в составе цементной композиции | Самонапряжение, МПа в возрасте | | Прочность на сжатие, МПа в возрасте 1 сут |
|--|--------------------------------|----------|---|
| | 1 сут. | 7,8 сут. | |
| <i>Температура обжига 1000°C</i> | | | |
| $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ | 0,81 | 1,53 | 24,4 |
| $3\text{CaO} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ | 0,55 | 0,86 | 26,0 |
| <i>Температура обжига 1100°C</i> | | | |
| $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ | 0,76 | 1,5 | 23,4 |
| $3\text{CaO} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ | 0,65 | 0,91 | 20,2 |

Оптимальным составом для синтеза добавки является композиция, рассчитанная на получение $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, температура обжига – 1000°C.

Указанная цементная композиция была выбрана для дальнейших испытаний, которые показали несущественное отличие показателей основных физико-механических свойств по сравнению с контрольными образцами. В качестве контрольного использовали бездобавочный состав. В результате проведения испытаний прочности была выбрана дозировка расширяющей добавки 10%.

Результаты определения величины высолообразования показали значительное уменьшение количества высолов на поверхности бетона сравнительно с контрольными образцами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев; под ред. Тимашева В.В. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Матвиец А. А., Мечай А. А. Получение безусадочных и напрягающих цементов и бетонов на их основе // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорган. в-в. 2007. Вып. XV. С. 54–58.
3. Осокин, А.П. Модифицированный портландцемент / А.П. Осокин, Ю.Р. Кривобородов, Е.Н. Потапова. – М.: Стройиздат, 1993. – 328 с.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ РЕШЕТКИ НА ГИДРОДИНАМИКУ В АБСОРБЕРЕ

Объектом исследования являлся абсорбер с одним слоем насадки.

Экспериментальная часть проводилась с разными видами распределительных решеток:

– диаметры отверстий увеличиваются на одинаковое расстояние от центра к периферии (вид 1).

– диаметры центральных отверстий занимают 20% площади решетки, а на периферийной части увеличены на 30% (вид 2);

Свободное сечение решеток – 35%.

На следующем этапе жидкость вводилась в колонну двумя способами: с помощью форсунок и непосредственно на саму решетку. Использовалась решетка с отверстиями одного диаметра (вид 3), свободное сечение которой составляет 40%.

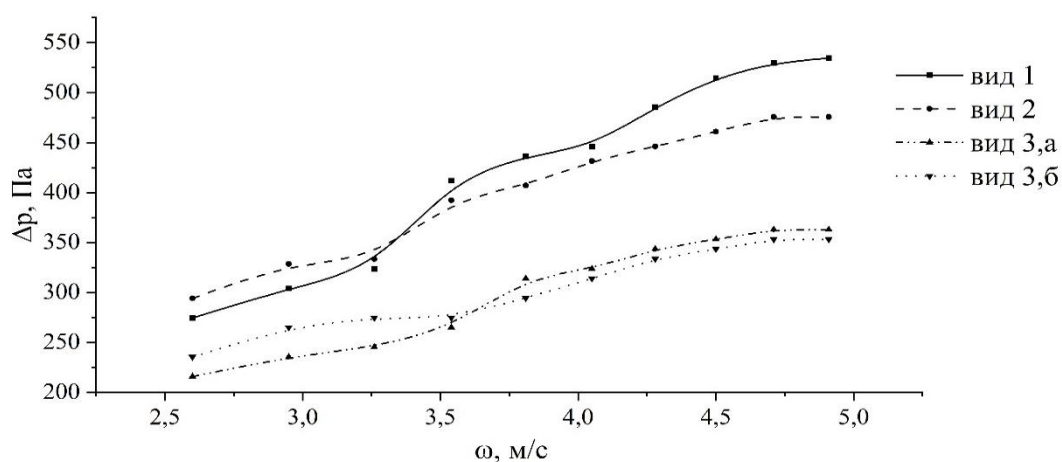


Рисунок 1 – График зависимости гидравлического сопротивления от скорости газа

В ходе эксперимента с использованием двух разных решеток, было отмечено, что гидравлическое сопротивление меньше с решеткой вида 2. В диапазоне скорости от 2,5 до 3,5 м/с наблюдается противоположный эффект.

При подаче жидкости непосредственно на саму решетку выявлено, что проходящий через колонну газовый поток испытывает меньшее гидравлическое сопротивление, чем при введении жидкости через форсунки.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ТЕЛА ПОДВИЖНОЙ НАСАДКИ НА ЕЕ АЭРОДИНАМИКУ

Целью проведения работы было определение величины перепада давления и гидравлическое сопротивление насадки в аппаратах с псевдоожиженным слоем.

В процессе опыта 4 представленных элементов насадки по очереди помещались в экспериментальную установку, состоящую из вертикальной трубки диаметром 45 мм и приспособлений для подачи в нее жидкой и газовой среды, и определялось их гидравлическое сопротивление при различных расходах подаваемого воздуха в заданном промежутке при определенном расходе подаваемой жидкости $1,39 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$. Экспериментальные данные представлены в виде графиков зависимости (рисунок 1).

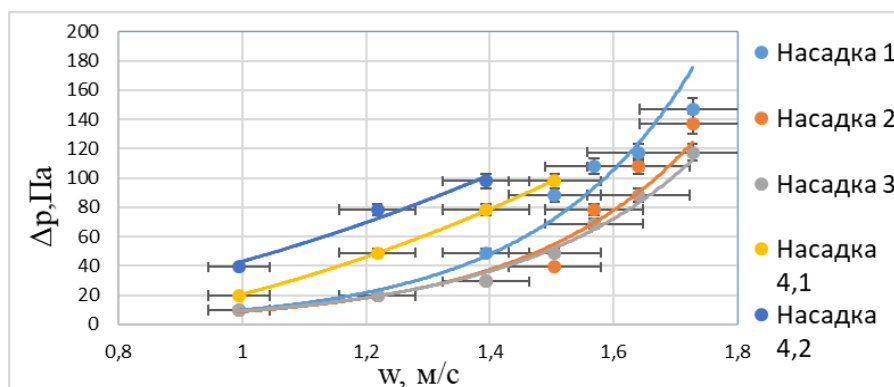


Рисунок 1 – График зависимости сопротивления насадки от расхода воздуха

Из графиков зависимости сопротивления насадки от скорости газа видно, что 2 и 3 насадка хоть в начале и имеют схожую с 1-ой насадкой характеристику, но достигают состояния уноса с меньшим сопротивлением при той же скорости газа.

Из 1-ой и 2-ой линии для 4-ой насадки можно заметить, что даже несмотря на не постоянство характеристик, она начинает и заканчивает псевдоожижение со значительно большим гидравлическим сопротивлением, но и достигает уноса при значительно меньшей скорости.

Характеристика для насадки 4 значительно различается в зависимости от изначального положения насадки.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООТДАЧИ ЧЕРЕЗ ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА

Существует множество активных и пассивных способов интенсификации процесса теплопередачи. В активном методе используются внешние силы и энергия для улучшения теплообмена. Например, возмущения потока с помощью вибрации поверхности, вращающихся трубок и поршней, пульсации с помощью кулачков и механических приспособлений. Активный метод имеет ограниченное практическое применение и меньший потенциал, поскольку требует дополнительного оборудования и подвода энергии.

К пассивным методам интенсификации скорости передачи тепловой энергии относятся использование дополнительных элементов, увеличивающих площадь передачи тепловой энергии, вставок, усиливающих турбулентность потока. Такие дополнительные элементы и вставки кроме улучшения тепловых характеристик в той же мере приводят к увеличению коэффициента гидравлического сопротивления. С этой точки зрения модификация теплообменной поверхности (изменение формы, шероховатости), как пассивный метод, имеет преимущество.

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа коэффициента теплоотдачи геометрически измененных поверхностей теплообмена путем численного моделирования.

На начальном этапе расчетная модель была валидирована с использованием лабораторной установки теплообменника труба в трубе. При этом использовалась модель турбулентности SST k - ω .

Далее были исследованы два варианта модификации теплообменной поверхности – деформация стенки (овальная форма сечения с чередующимся перекрестным направлением деформации) и спирально гофрированная трубка. Деформация стенки позволила увеличить коэффициент теплоотдачи в полтора раза в диапазоне чисел Рейнольдса 5000 – 15000. При этом наблюдалось увеличение гидравлического сопротивления на 15%. Использование спирально гофрированной трубки, согласно моделированию, приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи на 40 – 200% в диапазоне чисел Рейнольдса 1000 – 50000. При этом коэффициент трения увеличился на 15 – 70%. При больших числах Рейнольдса получен большой прирост коэффициентов теплоотдачи и трения.

Студ. А.А. Ширвель
Науч. рук.: А.А. Касач; доц. П.Б. Кубрак
(кафедра химии, технологии электрохимических производств
и материалов электронной техники, БГТУ)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ХИТОЗАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ МАГНИЯ

Благодаря своим превосходным биологическим свойствам, особенно способности к биоразложению, магний вызывает повышенный интерес в области медицинского материаловедения для изготовления имплантатов. Главная проблема магния, используемого в качестве биоматериала, состоит в его высокой скорости коррозии, что обусловлено его высокой реакционной способностью. В настоящее время для уменьшения скорости коррозии магния используются различные способы поверхностной обработки, с целью создания на его поверхности антикоррозионных покрытий, качество которых могут выступать слои на основе органических и неорганических веществ. Перспективным материалом для создания защитных покрытий является хитозан.

Данный биополимер обладает ранозаживляющими и антибактериальными свойствами. На поверхность металлических подложек хитозан наносят электрохимическим способом. Суть способа заключается в наложении катодной поляризации, при которой на катоде происходит выделение водорода и защелачивание приэлектродной области. При повышении рН более 6,4 происходит переход хитозана в нерастворимую форму. Хитозановые пленки, полученные электролизом, обладают большим количеством дефектов, которые вызваны образующимися пузырьками водорода. Повышенная дефектность покрытий приводит к уменьшению их защитных свойств.

Цель данной работы состояла в установлении влияния добавки этанола в электролите для нанесения хитозана на защитные свойства формируемых покрытий на сплаве магния AZ91.

Объектом исследования являлся сплав магния AZ91. Осаждение биополимера проводилось в растворе следующего состава, г/дм³: хитозан – 10; СН₃СООН – 0,3. Время осаждения составило 240 с при напряжении 30 В. Содержание этанола варьировалось от 0 до 90 об.%. Защитные свойства исследовались в растворе Хенкса.

Исследования показали, что при содержании этанола в электролите для нанесения хитозана в количестве 60 об.% приводит к получению однородных и бездефектных покрытий. Низкая дефектность покрытия приводит к снижению скорости коррозии магниевое сплава AZ91 в 6,9 раз.

Студ. С.Ю. Инфорович
Науч. рук. зав. кафедрой, доц. А.А. Черник
(кафедра химии, технологии электрохимических производств
и материалов электронной техники, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В СРЕДЕ КАС ДЛЯ СТАЛИ МАРКИ Ст08кп

В современном мире коррозия металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Несмотря на достаточно большое количество исследований по вопросам антикоррозионной защиты стали, проблемы защиты стальных поверхностей по-прежнему остаются весьма актуальными.

В данной работе представлены результаты исследования процессов ингибиторной защиты стали марки Ст08кп, применяемой для хранения и транспортировки карбамидно-аммиачных смесей (КАС). КАС являются жидкими азотсодержащими водно-растворимыми удобрениями.

Подготовка образцов углеродистой стали включала все требуемые операции согласно ГОСТ 9.502–82 и ГОСТ 9.505–86. Состав КАС по компонентам составлял (в %): аммонийная селитра – 40,1; карбамид – 30,0; вода – 29,9. Ингибиторы коррозии вводились в рабочие растворы КАС перед проведением коррозионных испытаний.

Для приготовления рабочих растворов с ингибитором коррозии использовали колбу на 100 мл, в которую поочередно для 1 раствора добавляли 2 мл. ортофосфата натрия (15%) и 2 мл. N-гексадецилпиридиниябромид, затем доводили до метки раствором КАС и тщательно перемешивали, для 2-го раствора поочередно добавляли 5 мл. ортофосфата натрия и 5 мл N-гексадецилпиридиниябромид, затем доводили до метки раствором КАС и тщательно перемешивали.

Установлено, что введение в систему ортофосфата натрия и N-гексадецилпиридиниябромид приводит к снижению плотности тока коррозии до $i_{\text{корр}} = 4,16 \cdot 10^{-6} \text{ А/см}^2$, потенциал коррозии $E_{\text{корр}}$ смещается в электроотрицательную область и составляет – 0,6253 В и – 0,6657 В соответственно. Защитный эффект составляет 90,73 % и 92,60 % соответственно.

Установлено, что для углеродистой стали в растворах КАС, ортофосфат натрия с N-гексадецилпиридиниябромидом характеризуются высоким защитным эффектом (более 90 %) из чего можно сделать вывод, что они являются эффективными для защиты от коррозии стали марки Ст08кп в растворе КАС.

Студ. Л.Н. Корнелюк; асп. С.П. Гречуха
Науч. рук. доц., канд. техн. наук Ю.Г. Павлюкевич
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

Весьма актуальной задачей, решаемой в настоящее время является поиск и разработка новых месторождений природных кварцевых песков для стекольной промышленности. В настоящее время идет разработка месторождения «Городное» (Брестская область), запасы которого насчитывают 15 млн. тонн. Марки добываемого песка: ВС-050-1 (0,22%), С-070-1 (22,12%), С-070-2 (0,12%), Б-100-1 (50,75%), Б-100-2 (9,25%), ПБ-150-1 (17,54%).

Для исследований были получены 10 проб песка различных марок. В результате ситового анализа установили, что исследуемые пески относятся к среднезернистым и характеризуются высоким содержанием фракции 0,1–0,8 мм.

Для исследования тяжелых минералов, входящих в состав проб песка, использовали рентгенофазовый анализ. Полученные данные позволили сделать вывод, что зерна содержат большое количество рутила TiO_2 .

Обогащение кварцевых песков проводилось в 2 этапа. Сначала отделялись глинистые включения методом отмучивания и затем оксиды железа в пленке гидроксидов с помощью щавелевой кислоты. В результате опытов марки ПС-250 и Т были обогащены до ОВС-030-В.

На кривых ДСК природных и промытых кварцевых песков регистрировались эндотермические пики при 550–590°C, обусловленные полиморфным превращением кварца из низкотемпературной в высокотемпературную модификацию.

На кривых ДСК глинистого остатка присутствовали несколько эндотермических эффектов, характерных железистым монтмориллонитам и нонтронитам. Результаты РФА глинистого остатка свидетельствовали о наличии нонтронита в различных модификация.

Для обогащения кварцевых песков месторождения «Городное» рекомендуется применять двойное обогащение в виде просева, а также отмучивание для удаления пылевидных и глинистых примесей и оттирку кварцевого песка, с целью снятия оксидных пленок металлов с поверхности кварцевых зерен.

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД
ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ**

Бурное развитие промышленности и цифровизация экономики обуславливает рост потребления электроэнергии, которая в Республике Беларусь вырабатывается преимущественно на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ). Работа ТЭЦ предполагает нагрев, испарение и конденсацию значительных объемов воды. Формирование твердых осадков в процессе нагревания и испарения воды является одной из основных проблем функционирования ТЭЦ. Образующаяся накипь, коррозия и бактерии приводят к снижению эффективности и производительности оборудования ТЭЦ, а также его ускоренному износу и преждевременному выходу из строя. Для решения указанной проблемы на ТЭЦ осуществляется водоподготовка, включающая комплекс мероприятий по механической очистке воды, ее обезжелезиванию, обеззараживанию, аэрации, умягчению и деминерализации. В результате водоподготовки на ТЭЦ образуется значительное количество осадков, которые требуют утилизации.

Осадки сточных вод ТЭЦ представляют собой шламы, состоящие преимущественно из карбоната кальция и гидроксида железа, а также небольшого количества соединений магния и кремния.

В данной работе изучено влияние добавки осадков сточных вод ТЭЦ в состав сырьевой композиции для производства керамического кирпича на физико-химические и эксплуатационные свойства изделий. Опытные образцы были получены пластическим методом на основе следующих сырьевых компонентов: глины месторождения «Городное», кварцевого песка (Гомельский ГОК) и осадков сточных вод ТЭЦ (Брестская обл., Беларусь). Обжиг осуществлялся в интервале температур 950–1050 °С с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Установлены зависимости водопоглощения, открытой пористости, предела прочности при сжатии опытных образцов от содержания добавки в составе сырьевых композиций и режима обжига.

Общая усадка полученных образцов составила 8,0–13,3 %, водопоглощение – 14,1–18,9 %, кажущаяся плотность 1657–1870 кг/м³; открытая пористость – 26,7–32,84 %, предел прочности при сжатии – 12,3–18,7 МПа.

Студ. Е.Ю. Драенкова
Науч. рук. доц., канд. техн. наук Р.Ю. Попов
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛЛАСТОНИТОВОЙ КЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Актуальность разработки составов для кокильного литья алюминиевых сплавов весьма велика, поскольку существует ряд предприятий, деятельность которых направлена на литье металла в кокиль с использованием в качестве прибыльной части керамического огнеупорного материала. Огнеупорные припасы в основном закупают за границей (преимущественно в России и Италии), которые имеют высокую стоимость. Поэтому разработка отечественных огнеупоров позволит в некоторой степени решить проблему импортозамещения на предприятиях машиностроительной отрасли. Большинство огнеупорных материалов для алюминиевого литья изготавливают на основе природного волластонита, которого в Республике Беларусь нет, поэтому актуальным является исследование возможности получения волластонитсодержащей керамики на основе карбонатного и кремнеземистого (опока, трепел) природного сырья Республики Беларусь.

Для обеспечения требуемых технических характеристик был выбран следующий состав массы, содержащий: глины месторождений Веселовская и Крупейский сад, мел месторождения «Колядки» (ОАО Красносельскстройматериалы), трепел месторождения «Стальное».

Предварительно подготовленные и отдозированные весовым способом компоненты, подвергались разделительному сухому с последующим смешением до остатка на сите № 0063 не более 2 %, далее масса увлажнялась водой до 7–8 % и вылеживалась в течении 1–2 суток. Опытные образцы в виде дисков диаметром 25 мм и высотой 8–9 мм прессовались на гидравлическом прессе марки ПСУ–50 при давлении 20–25 МПа. После подвергались сушке при температуре 100 ± 5 °С в сушильном шкафу марки СНОЛ. Далее образцы обжигались в лабораторной печи типа СНОЛ 6,7/1300 при различных температурах (1000–1200 °С) с подъемом температуры 5 °С/мин и выдержкой 1 ч. Образцы охлаждались вместе с печью до комнатной температуры.

Исследования показали, что лучшими характеристиками обладают образцы состава 13 на основе трепела и мела: кажущаяся плотность – 1629–1666 кг/м³, открытая пористость – 39,8–43,7 %, водопоглощение – 26,8–29,3 %, ТКЛР – $(5,86–7,49) \cdot 10^{-6}$ К⁻¹ и механическая прочность при сжатии – 9,2–13,6 МПа.

Студ. К.Д. Будовой
Науч. рук. доц., канд. техн. наук. Р.Ю. Попов
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАРФОРА НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Весьма актуальными задачами, решаемыми в производстве хозяйственного фарфора в настоящее время, является замена привозного сырья на сырье Республики Беларусь, сохраняя цветовые и художественные характеристики фарфора.

В настоящей работе сделана попытка получения изделий со светлым черепком на основе беложгущейся глины «Крупейский сад», каолина «Ситница». Также в исходное глинистое сырье были введены полевой шпат и кварцевый песок (количестве 30 масс. %), обеспечивающие образование в процессе обжига полезные светлые кристаллические фазы.

Технические процессы подготовки образцов заключались в измельчении глины в шаровой мельнице до прохождения через сито №025. После измельчения производился совместный мокрый помол глины, каолина, кварцевого песка и полевого шпата в шаровой мельнице в течении одного часа. Влажность массы составляла 40,0 %. Формование образцов осуществлялось шликерным литьем в гипсовые формы. Полученные изделия подвергались естественной сушке на воздухе в течении 5–7 дней. Обжиг изделий осуществлялся при температурах 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350°C с выдержкой при максимальной температуре одного часа.

Определение свойств, полученных образцов показало следующее: водопоглощение при интервале 1100–1350°C составляет от 26,4 до 0,05 %; кажущаяся плотность от 1,53 до 2,26 кг/м³; открытая пористость – от 48,3 до 0,6 %, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) изменялся в интервале 3,45–7,40 · 10⁶ К⁻¹.

Было установлено, что оптимальными для производства являются составы №2 и №8, содержащие (масс. %): глина месторождения «Крупейский сад» – 22,5, каолин месторождения «Журавлиный лог» – 67,5, кварцевый песок и полевой шпат – 30,0, глина Трошковского месторождения – 22,5, каолин, обогащенный месторождения «Ситница» – 67,5.

Составы отвечают требованиям ГОСТ 54575 по водопоглощению, кажущейся плотности, открытой пористости и ТКЛР.

ГЛУШЕНИЕ ГЛАЗУРЕЙ ДИОКСИДОМ ЦЕРИЯ

Использование эффективных глушителей для обеспечения высокой белизны глазурных покрытий остается актуальной задачей керамического производства.

Целью проведенных исследований явилось изучение возможности применения диоксида церия в составе полуфриттованных глазурей для керамогранита.

Сырьевая композиция для получения глазурей включала следующие переменные компоненты: фритту алюмоборосиликатную, диоксид церия (CeO_2) и доломитовую муку. Предел их содержания составлял соответственно 20,0 – 42,5; 5,0 – 15,0 и 17,5 – 20,0 мас. %. Постоянными компонентами в композиции являлись полевой шпат, глинозем, каолин, глина огнеупорная, кварцевый песок. Их суммарное содержание составляло 45 масс. %.

Приготовление глазурных суспензий осуществлялось мокрым помолом компонентов в лабораторной мельнице Speedy-1 (Италия) до остатка на сите № 0056 в количестве 0,4 – 0,6 масс. % сырья при влажности суспензии 36 – 38 %. Рабочая плотность глазурной суспензии составляла 1810 – 1820 кг/м³. В качестве добавок, обеспечивающих требуемые реологические характеристики и ускоряющих процесс помола, использовался триполифосфат натрия, вводимый в количестве 0,2 мас. % сверх 100 % составляющих глазури.

На высушенный до влажности не более 1 % полуфабрикат керамогранита наносился слой глазурной суспензии. Далее образцы высушивались при температуре 105 ± 5 °С, а затем обжигались по скоростному режиму в промышленной печи FMS-2950 при температуре 1200 ± 5 °С в течение 60 ± 2 мин на ОАО «Керамин».

Показатели белизны покрытий составили 63 – 80 %, значения блеска – 35 – 65 %. Температурный коэффициент линейного расширения находился в интервале $(64,8 - 71,6) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Микротвердость покрытий составлял от 4396 до 5663 МПа. Образцы проявили химическую стойкость к растворам №1, №2 и №3 по ГОСТ 27180. Рентгенофазовым анализом поверхностного слоя глазурей установлено, что в покрытиях присутствуют кристаллические образования CeO_2 и анортита ($\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОПОРИСТЫХ СТЕКОЛ

Микропористые стекла применяются во многих сферах техники в качестве адсорбентов, молекулярных фильтров, пористых мембран, носителей катализаторов, микроскопических оптических элементов. Для получения микропористых стекол используется явление ликвационного разделения, характерного боросиликатных систем.

Целью настоящей работы является получение микропористых стекол на основе систем $R_2O - B_2O_3 - SiO_2$, где $R_2O - Na_2O, Li_2O$, с высокими показателями удельной поверхности для использования в качестве адсорбентов. Составы опытных стекол включают, мол. %: SiO_2 55 – 70; B_2O_3 22 – 37; R_2O 8 – 10. Варка стекол проводилась при температуре 1500 °С в газовой тигельной печи.

По результатам градиентной термообработки установлены температурные интервалы, в которых происходит глушение образцов, что свидетельствует о ликвационном разделении.

Процесс получения микропористых стекол включает следующие стадии:

- термическая обработка образцов стекол при температуре 670 °С в течение 15 часов;
- химическая обработка 3М раствором HCl при комнатной температуре в течение 48 часов;
- химическая обработка 0,5 М раствором NaOH в течение 30 мин.

В процессе термической обработки происходит ликвационное разделение каркасного типа, при химической обработке обогащенная Na_2O и B_2O_3 стекловидная фаза растворяется. По результатам химической обработки потери массы стекол, прошедших обработку, составляют в среднем 36 %. Для образца состава, мол. %: 60 SiO_2 , 8 Na_2O , 32 B_2O_3 , потери массы составили 40 %, что свидетельствует об удалении оксидов бора и натрия из состава практически в полном объеме.

Определение удельной поверхности образцов, прошедших химическую обработку, проводилось адсорбционным методом с помощью прибора «NOVA 2200». Наличие петли гистерезиса на изотермах адсорбции – десорбции азота характерно для микропористых материалов. Показатели удельной поверхности для опытных образцов составляют 10 – 50 м²/г.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время актуальными задачами, решаемыми в производстве пористых заполнителей, является получение легкого гравия с плотностью 250–350 кг/м³, увеличение выпуска мелких фракций (5–10, 0–5 мм), получение заполнителей с высокой прочностью.

В данной работе сделана попытка применения пыли ПГУ и шлама ФГО в качестве добавки, повышающей вспучиваемость гранул за счет содержания оксидов железа и их реакций с выделением различных газов. Применение комплексных добавок будет удешевлять производство, и решать экологические задачи.

Подготовку образцов производили методом пластического формования путем затворения глины водой. Глину, шлам ФГО и пыль ПГУ предварительно высушивали до минимальной влажности и измельчали до прохождения через сито №05. Порошки смешивали на сухую и далее полученную шихту затворяли водой. Гранулы формовались вручную диаметром 20 мм.

Приготовленные гранулы высушивали до постоянного веса при комнатной температуре в течении 2 суток. Четыре гранулы керамзита с добавлением пыли ПГУ одновременно помещали для вспучивания в печь, разогретую до 1100; 1150 и 1200°C и выдерживали 7 минут.

Обжиг производили при всех сочетаниях указанных температур термоподготовки и вспучивания. Таким же образом осуществляли обжиг гранул с добавлением шлама ФГО при температурах до 1050, 1100 и 1150°C.

Таким образом, проведенные исследования позволили определить оптимальный состав керамической массы и оптимальную температуру обжига, составляющую 1100 °С. Он включает следующие компоненты: глина Лукомль – 96,08 %, доломит – 1,196 %, пыль ПГУ – 1,196 %. Водопоглощение составляет 12,65 %, кажущаяся плотность – 950 кг/м³, пористость – 70,51 %, механическая прочность – 2,9 МПа, коэффициент вспучивания – 1,54.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ДЛЯ ПЕЧЕЙ И КАМИНОВ

Кирпич печной (каминный) – это специальный тип строительного кирпича, который может на протяжении длительного периода времени переносить воздействие повышенных температур, а также выдерживать резкое термоциклирование. Ключевыми показателями, характеризующими кирпич для печей и каминов, являются теплопроводность, термостойкость и прочность материала.

Технология производства основана на базе отечественного глинистого сырья, представляющего собой сочетание в заданном соотношении легкоплавкой глины месторождения «Гайдуковка» и тугоплавкой глины месторождения «Городное», суглинков «Фаниполь». В качестве отощающих добавок наилучшее действие оказывают гранитоидные отсеvy и отходы формовочных смесей.

Приготовление опытных образцов производилось методом пластического формования путем набивки масс в формы.

При изготовлении образцов кирпича исходные сырьевые материалы – глины «Гайдуковка» и «Городное», суглинки «Фаниполь» измельчались до прохождения через сито № 05. Гранитоидные отсеvy и ОФС измельчались до прохождения через сито № 025. Далее производился совместный помол сырьевых материалов «сухим» способом до получения однородной массы. Для получения пластической массы производилось увлажнение до получения массы с влажностью 15,0–17,0 %, формование путем набивки массы в металлическую форму с размерами 160×80×20.

Изготовленный полуфабрикат проходил две стадии сушки в сушильном шкафу до постоянной массы: 1) при температуре 40 °С продолжительностью 24 ч; 2) при температуре 70 °С продолжительностью 24 ч. Обжиг осуществлялся в камерной электрической печи при максимальной температуре в интервале температур 750–900 °С, продолжительностью 18 ч с выдержкой при максимальной температуре 4 ч. Исследование свойств, полученных образцов показало следующие результаты: водопоглощение 11,15–13,04 %; кажущаяся плотность 1904–1985 кг/м³; открытая пористость 22,14–24,83 %; общая усадка 3,78–4,38 %; механическая прочность на изгиб 6,6–10,0 МПа; термостойкость более 30 циклов теплосмен.

Студ. А.В. Шестопалова
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. И.А. Левицкий
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

СВОЙСТВА И СТРУКТУРА МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛУФРИТТОВАННЫХ ГЛАЗУРЕЙ

Весьма актуальными задачами, решаемыми в производстве керамики в настоящее время, является применение глушителей, которые обеспечивают высокую степень белизны глазурных покрытий. В данной работе изучалась возможность использования оксида молибдена MoO_3 в качестве глушащего компонента полуфриттованных глазурей. В ходе исследований показано, что при введении данного оксида в количестве 5 мас. %, обеспечиваются наилучшие глушение покрытия.

Экспериментальная часть была выполнена в лаборатории ОАО «Керамин» и на кафедре технологии стекла и керамики БГТУ.

Для приготовления глазури использовали следующие сырьевые компоненты: доломитовая мука, фритта 2/154, полевого шпат вишневогорский, глинозем NO-105, каолин АК Prime, глина «Гранитик-Веско», кварцевый песок ОВС-050-В.

В качестве электролитов во всех глазурных суспензиях использовались триполифосфат натрия марки А по ГОСТ 13493-86 в количестве 0,20 % и КМЦ СМ 550 – 0,05 % сверх 100 % составляющих глазурных суспензий.

Глазурь готовилась мокрым помолом составляющих компонентов в шаровой мельнице до остатка на сите № 0063 в количестве не более 0,5 % при влажности 32–35 %. Глазурь наносилась с помощью фильеры. Обжиг осуществлялся при температуре 1200 ± 5 °С в течение 55–60 мин в газопламенной конвейерной печи.

Определение свойств, полученных образцов показало следующее: температурный коэффициент линейного расширения полученного покрытия составляет $(67,82-85,14) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, блеск – 13–73 %, белизна – 57–79 %. Все образцы обладают химической стойкостью к растворам № 1 и № 2 в течении 24 ч.

Оптимальным для производства глазури является состав № 5, содержащий %: фритта 2/154–32,5; доломитовая мука–15,0; MoO_3 –7,5; полевого шпат вишневогорский–25,0; глинозем NO-105 – 10,0; каолин АК Prime–4,0; кварцевый песок ВС-030-В–4,0; глина огнеупорная «Веско-Гранитик» – 2,0.

Покрытия отвечают требованиям ГОСТ 27180 по термической устойчивости, степень истираемости покрытий составила 3.

**СИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛА, ДОПИРОВАННЫЕ ИОНАМИ
ПЕРЕХОДНЫХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

В настоящее время наблюдается достаточно большое разнообразие оптических стекол, которые излучают видимый свет под действием ультрафиолетового или инфракрасного излучения. Стекла просты в изготовлении и могут найти применение в производстве светодиодных ламп нейтрального или теплого белого света, более близкого к солнечному, за счет расширения спектра свечения в красную область, а также элементов оптоэлектронных устройств. Силикатные стекла довольно широко исследовались как матрицы для разных люминесцентных материалов. Не токсичность компонентов и хорошие оптические свойства делают их весьма привлекательным материалом. Интерес представляют силикатные стекла, допированные ионами переходных и редкоземельных металлов.

В настоящей работе предложена серия люминесцирующих стекол на основе стронций-алюмо-силикатной системы, в качестве активаторов люминесценции в которую вводили ионы марганца, церия, самария и европия, как отдельные компоненты, так и при их одновременном введении. Стекла синтезированы при температуре 1500 ± 50 °С в газопламенной печи периодического действия с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Температура отжига – 600 °С. Исследованы физико-химические и спектрально-люминесцентные свойства стекол. На спектрах люминесценции Се-содержащих стекол, снятых при возбуждающей длине волны 405 нм, характерны полосы с максимумами при 470 нм, обусловленные присутствием ионов Ce^{3+} . Для Eu-содержащих стекол наблюдается ярко выраженные полосы люминесценции, обуславливающие эмиссию ионов Eu^{3+} . На спектрах люминесценции Sm-содержащих стекол наблюдаются полосы люминесценции при 576, 613, 657 и 718 нм, обусловленные переходами возбужденного состояния ${}^4\text{G}_{5/2}$ на нижние уровни ${}^6\text{H}_{5/2}$, ${}^6\text{H}_{7/2}$, ${}^6\text{H}_{9/2}$ и ${}^6\text{H}_{11/2}$. Ионы марганца самостоятельно проявили люминесценцию низкой интенсивности. Однако при совместном введении ионов марганца и церия следует отметить полосу люминесценции, отвечающую переходу ${}^4\text{T}_1({}^4\text{G}) \rightarrow {}^6\text{A}_1({}^6\text{S})$ ионов Mn^{2+} .

Таким образом, ионы церия выступают в качестве стабилизатора ионов марганца и обуславливают люминесценцию, представляющую практический интерес.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОГО РЕЖИМА УПРОЧНЕНИЯ ЛИСТОВЫХ СТЕКОЛ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОГО ИОННОГО ОБМЕНА

В массовом производстве упрочненных листовых стекол толщиной 3 мм и более повсеместное распространение получила воздушная закалка. В сравнении с закалкой метод ионного упрочнения характеризуется рядом преимуществ, а именно: возможностью эффективно обеспечивать повышение прочности листовых стекол толщиной менее 3 мм, отсутствием саморазрушения стекол при царапании, резании, сверлении и хранении. В этой связи, стекла тонких номиналов (2 мм и менее) упрочняют методом низкотемпературной ионообменной обработки в расплаве KNO_3 . Однако, одним из недостатков этого метода является насыщение солевого расплава ионами Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} в процессе обработки, что снижает эффективность ионообменного упрочнения и требует периодической регенерации расплава.

Для повышения прочности листовых стекол интерес представляет так называемый твердофазный (или аэрозольный) метод ионного упрочнения. Суть его сводится к нанесению пересыщенного раствора KNO_3 на поверхность стекла (обычно аэрозольным напылением) и выдержке стекол с соевым покрытием в интервале температур 400–500 °С для обеспечения обмена ионов $Na^+ \leftrightarrow K^+$.

В ходе исследований определена механическая прочность при изгибе образцов листовых стекол толщиной 3 мм с помощью универсальной испытательной машины Galdabini Q100. Значения прочности исходных стекол варьировались в пределах 55–86 МПа. Рассеяние значений прочности обусловлено различной степенью дефектности образцов. С использованием метода ПФЭ 32 проведены исследования упрочнения образцов стекол твердофазным методом в интервале температур 400–480 °С при выдержке 1–5 ч в печи.

Определен оптимальный режим термообработки листовых стекол: температура обработки – 440 °С, время выдержки – 3,5 ч, обеспечивающий повышение прочности стекол в 1,5–3 раза. В отличие от обработки в расплаве KNO_3 в ходе твердофазного упрочнения в интервале температур 400–500 °С увеличение времени выдержки от 3,5 до 5 ч образцов листовых стекол не позволяет добиться дальнейшего значимого прироста их прочности.

АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ ОГНЕУПОРЫ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

В Республике Беларусь алюмосиликатные огнеупоры широко используют в машиностроении, химической, керамической, стекольной, цементной и других отраслях промышленности. Вся потребность в огнеупорах удовлетворяется за счет их импорта из других стран, т. к. собственного производства таких изделий в РБ нет, что обусловлено отсутствием доступного огнеупорного сырья, хотя в Республике имеются месторождения каолинов, которые могут использоваться в производстве полукислых алюмосиликатных огнеупоров.

В настоящей работе сделана попытка получения огнеупорных изделий на основе глин Республики Беларусь. Для синтеза полукислых огнеупорных материалов (содержание Al_2O_3 от 15 до 28 %) в качестве основных компонентов применялись необогащенные природные компоненты такие как: каолин «Дедовка» (обоженный), глина «Крупейский сад» (обоженная и необоженная) и глина «Боровичская».

Образцы получали полусухим прессованием. Предварительно проводилась подготовка глины и каолина путем измельчения, до прохождения ее через сито с сеткой 1,0 мм. В зависимости от задач эксперимента, один из компонентов обжигали при температуре 1100 °С и снова измельчали, до прохождения его через сито № 1. Из предварительно высушенных и просеянных через сито № 1 материалов, согласно рецептуре, приготавливали шихтовые составы. Образцы в виде цилиндров, диаметром 20 мм и высотой 19–21 мм, получали методом полусухого прессования на гидравлическом прессе при давлении 30 МПа. Сушку образцов производили в сушильном шкафу при температуре 110 ± 5 °С. Однократный обжиг образцов осуществляли в электрической муфельной печи при температуре: 1100 °С, 1200 °С и 1300 °С, с выдержкой при максимальной температуре 1 ч и скорости подъема температуры (250 °С /ч).

Из полученных данных видно, что использование обожженной глины в составах экспериментальных композиций способствует существенному снижению усадки материала при обжиге, о чем свидетельствуют более низкие значения П.П.П. керамических масс (от 1,41 до 4,36 %). Это может быть связано со значительным содержанием кварцевой составляющей в глинистом веществе (количество SiO_2 в соста-

вах композиций от 66,49 до 71,70 %). Свойства образцов огнеупорных материалов, синтезированных в интервале температур 1100–1300 °С приведены в таблице.

Таблица – Свойства образцов огнеупорных материалов, синтезированных в интервале температур 1100–1300 °С

| Характеристика | Температура обжига | | |
|--|--------------------|-------------|-------------|
| | 1100 °С | 1200 °С | 1300 °С |
| Открытая пористость, % | 33,94–48,25 | 30,63–47,93 | 7,21–28,52 |
| Водопоглощение, % | 19,56–35,37 | 17,08–33,56 | 7,21–28,52 |
| Кажущаяся плотность, кг/м ³ | 1,36–1,73 | 1,32–1,79 | 1,39–1,90 |
| Прочность при сжатии, кН | 0,55–2,98 | 0,86–5,41 | 1,99–9,10 |
| ТКЛР·10 ⁻⁶ К ⁻¹ | 3,016–3,909 | 3,789–5,263 | 4,982–5,132 |

Как видно из приведенных экспериментальных данных, при увеличении температуры обжига наблюдается закономерное уменьшение водопоглощения и открытой пористости образцов, при этом плотность керамического черепка повышается, что положительно сказывается на прочностных характеристиках огнеупора. Присутствие значительного количества кварцевой составляющей, являющейся химически инертным веществом, при отсутствии достаточного количества оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, способствующих активному спеканию керамических масс, играет роль отошающей добавки, тормозящий процесс спекания керамики.

Увеличение количества стекловидной фазы при повышении температуры обжига способствует спеканию материала, однако, при этом увеличивается доля структурной составляющей, характеризующейся повышенными значениями температурного коэффициента линейного расширения. Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что степень спекания образцов во многом зависит от соотношения исходных компонентов массы, а также условий обжига.

УДК 666.3.015.4

Студ. А.И. Левковец

Науч. рук.: ст. преп. Н.Н. Гундилович; доц. Е.М. Дятлова
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ КУПРАТОВ МЕТАЛЛОВ

В настоящее время купраты различных металлов находят широкое применение в современной промышленности для создания систем передачи энергии, катодов твердооксидных топливных элементов, химических сенсоров газов и катализаторов. Значительный интерес исследователей к купратам металлов обусловлен их способностью проявлять высокотемпературную сверхпроводимость. Сверхпроводя-

щие материалы применяются для создания сверхпроводящих магнитов, соленоидов магнитных ускорителей, сверхпроводящих силовых кабелей, сканеров в медицине, электромагнитных устройств нагрева в металлообработке и т. п. В данной работе исследованы физико-химические, электрофизические свойства, структура и фазовый состав керамических материалов на основе купратов кальция, магния, марганца, бария и титана. Изучены процессы, происходящие в исследуемых двухкомпонентных системах при нагревании в интервале температур 20–1000 °С. В качестве сырьевых материалов использованы CuO , CaO , MgO , MnO_2 , BaO и TiO_2 квалификации «ч.д.а.».

Синтез материалов осуществлялся по двухстадийной технологии, включающей смешивание и совместный сухой помол исходных компонентов, обжиг сырьевой смеси при температуре 950 °С, тонкий помол образующегося спека, полусухое формование опытных образцов и их обжиг при 950–1050 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Установлены зависимости физико-химических, электрофизических свойств полученных материалов от состава сырьевых композиций и режима обжига. Общая усадка полученных образцов составила 7,9–8,3 %, водопоглощение – 950–1050 °С – 12,62–16,89 %; кажущаяся плотность 3040–3207 кг/м³; открытая пористость – 24,28–36,52 %.

Полученные керамические материалы на основе купратов металлов характеризуются удельным объемным электрическим сопротивлением в интервале температур 20–350 °С – $(0,001–0,2) \cdot 10^6$ Ом·м, диэлектрической проницаемостью – 10–500, тангенсом угла диэлектрических потерь – $(70–5500) \cdot 10^{-4}$.

УДК 666.189–21

Студ. П.С. Климович

Науч. рук. доц., канд. техн. наук И.М. Терещенко
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ШИХТ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШТАПЕЛЬНОГО ВОЛОКНА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Весьма актуальными задачами в производстве минераловатных плит в настоящее время является повышение гомогенности расплава и понижение температуры литья. При этом, как правило, для производства минерального штапельного волокна используются изверженные горные породы, в частности базальты, с добавлением флюсов (плавней) для снижения температуры гомогенизации расплава и волоконообразования.

В настоящей работе сделана попытка получения изделий на основе отсевов дробления гранитоидных пород РУПП «Гранит». Для экспериментов использовалась фракция отсевов (0–0,63 мм), а также вводились флюсирующие добавки (плавни): доломит (месторождение «Руба», РБ) и шлак НЛМЗ (РФ), обеспечивающие оптимальные условия варки, гомогенизацию и волокнообразование. В ходе исследований зависимости вязкости получаемого расплава от температуры, было установлено, что оптимальные температуры литья и вязкости имеет состав с соотношением доломита и шлака, 18 и 10 %, соответственно, при содержании отсева дробления гранитоидной породы в 72 %.

Технологические процессы подготовки заключались в получении отсева дробления нужной фракции: прохождение через сито №063 и измельчении шлака. Компоненты поочередно взвешивались и засыпались в мельницу, где перемешивались в течении 10–15 минут. Затем полученная шихта пересыпалась в тигли на 200 г, после чего загружалась в печь для варки в течении 5 ч, при максимальной температуре 1440 °С.

Затем производилась выработка изделий и отжиг при температурах 550 °С. Определение свойств, полученных образцов показало следующее: при принятых условиях варки достигается полный провар шихты, однородность цвет, отсутствие включений (газовых).

Таким образом установлено, что введение в шихту 10% металлургического шлака позволяет на 45–50°С снизить температуру гомогенизации расплава по сравнению с шихтой, не содержащей гранулированного металлургического шлака.

Вязкость полученного при этом расплава, составляет 1,8–1,8 Па·с при температуре 1450 °С.

УДК 666.193.2

Студ. Д.К. Дашкевич

Науч. рук. доц., канд. техн. наук Л.Ф. Папко
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕПРЕРЫВНОГО ВОЛОКНА

Одним из актуальных направлений развития технологии непрерывного стекловолокна является получение волокон на основе магматических горных пород, таких как базальты, диабазы, габбро, амфиболиты, андезиты и др.

В Беларуси производство базальтового непрерывного стекловолокна организовано на ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Существует проблема выбора исходного сырья, которое имеется в странах ближнего зарубежья.

Составы горных пород различных месторождений представлены в таблице.

Таблица – Составы магматических горных пород

| Наименование образца | Содержание компонентов, мас. % | | | | | | | M _к |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|------------------------------------|------------------|----------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O+K ₂ O | TiO ₂ | |
| Базальт Марнеульского месторождения | 50,5 | 15,2 | 12,6 | 7,9 | 6,2 | 6,1 | 1,5 | 4,6 |
| Базальт Подгорнянского месторождения | 53,1 | 16,5 | 11,9 | 7,9 | 4,4 | 4,0 | 1,2 | 5,7 |
| Базальт Берестовицкого месторождения | 51,2 | 13,5 | 16,5 | 8,8 | 5,5 | 3,2 | 2,4 | 4,5 |
| Базальт Ивано-Долинского карьера | 45,7 | 12,7 | 20,6 | 9,4 | 5,3 | 3,2 | 2,9 | 3,9 |
| Базальт месторождения Карабулак | 50,9 | 16,7 | 11,3 | 8,4 | 3,8 | 5,1 | 0,9 | 5,5 |
| Диабаз Узунбулакского месторождения | 46,0 | 14,6 | 13,0 | 4,9 | 7,5 | 4,5 | 1,8 | 4,9 |

Для рационального выбора породы могут быть использованы такие расчетные показатели качества – модуль кислотности M_к, показатели вязкости. С повышением модуля кислотности возрастает прочность и химическая стойкость базальтового волокна.

Следовательно, использование базальтов месторождений Карабулак и Подгорнянского обеспечит более высокие эксплуатационные свойства волокна.

Температурные режимы процессов плавления базальтов и формования волокна определяются показателями высокотемпературной вязкости. В связи со сложностью экспериментального определения вязкости в ряде работ [1–3] предлагаются эмпирические уравнения для расчета показателей вязкости базальтовых расплавов.

Для оценки возможности использования расчетных методов при определении показателей вязкости базальтовых расплавов сопоставим расчетные и экспериментальные данные расплава базальта Подгорнянского месторождения (рисунок).

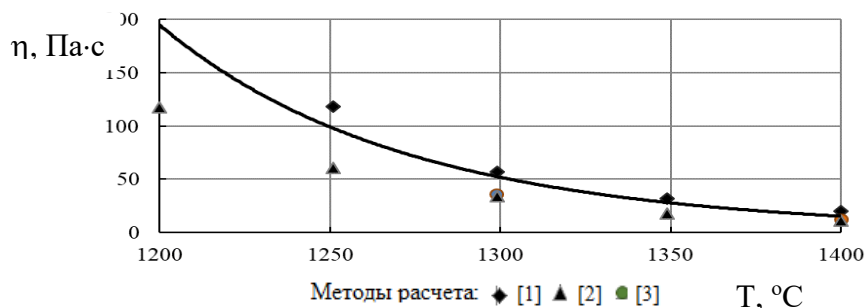


Рисунок – Экспериментальные и расчетные показатели вязкости базальтового расплава

Экспериментальная кривая получена с помощью вискозиметра RSV–1600 фирмы Orton.

Хорошая сходимость расчетных и экспериментальных данных в интервале температур 1300–1400 °С достигается при использовании метода расчета, предложенного Татаринцевой О.С с соавторами [1]. Соответственно данный метод использован для расчета вязкости расплавов горных пород различных месторождений.

Для промышленного использования выбран базальт месторождения Карабулак (Узбекистан). По температурной зависимости вязкости расплава данной породы определен оптимальный интервал формирования волокна, составляющий 1280–1330 °С и отвечающий показателям вязкости 30–50 Па·с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Татаринцева О.С., Ходакова Н.Н., Углова Т.К. Зависимость вязкости базальтовых расплавов от химического состава исходного минерального сырья // Стекло и керамика. – 2011. – №10. – С.11–14.
2. Шелудяков Л.Н. Состав, структура и вязкость гомогенных силикатных и алюмосиликатных расплавов. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 155 с.
3. Preparation and characterization of continuous basalt fibre with high tensile strength / Yong Meng at al. // Ceramics International. – 2021. – Vol.47, № 9. – P. 12410–12415.

УДК 666.5-1

Студ. В.М. Кравченко

Науч. рук. доц., канд. техн. наук Р.Ю. Попов
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ САНИТАРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАОЛИНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Санитарно-технические изделия предназначены для санитарно-гигиенического и хозяйственного применения и представлены умывальниками, унитазами, смывными бачками, писсуарами, и другими изделиями, которые устанавливают в санитарных узлах жилых, общественных, и промышленных зданий различных объектов.

В настоящей работе сделана попытка получения санитарно-керамических изделий на основе глин и каолинов Республики Беларусь. Для синтеза керамических масс в качестве основных компонентов применялись компоненты такие как: каолин «Ситница» (обогащенный), глина «Крупейский сад».

Образцы получали шликерным литьем. Предварительно проводилась подготовка глины и каолина путем измельчения, до прохождения ее через сито с сеткой 1,0 мм. Из предварительно высушенных и

просеянных через сито № 1 материалов, согласно рецептуре, приготавливали шихтовые составы. После этого составы измельчали в шаровой мельнице мокрым помолом. Сушку образцов производили в сушильном шкафу при температуре 110 ± 5 °С. Однократный обжиг образцов осуществляли в электрической муфельной печи при температуре: 1100 °С, 1150 °С и 1200 °С, с выдержкой при максимальной температуре 1 ч и скорости подъема температуры (250 °С /ч).

Из полученных данных видно, что использование глины «Крупейский сад» в составах масс способствует существенному снижению усадки материала при обжиге, о чем свидетельствуют более низкие значения П.П.П. керамических масс (от 6,44 до 5,03 %). Это может быть связано со значительным содержанием кварцевой составляющей в глинистом веществе (количество SiO₂ в составах масс от 64,03 до 70,25 %).

Свойства образцов санитарно-керамических масс, синтезированных в интервале температур 1100–1200 °С приведены в таблице.

Как видно из приведенных экспериментальных данных, при увеличении температуры обжига наблюдается закономерное уменьшение водопоглощения и открытой пористости образцов, при этом плотность керамического черепка повышается, что положительно сказывается на прочностных характеристиках огнеупора. Присутствие значительного количества кварцевой составляющей, являющейся химически инертным веществом, при отсутствии достаточного количества оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, способствующих активному спеканию керамических масс, играет роль отощающей добавки, тормозящий процесс спекания керамики.

Таблица – Свойства образцов, синтезированных в интервале температур 1100–1200 °С

| Характеристика | Температура обжига | | |
|--|--------------------|------------|------------|
| | 1100 °С | 1150 °С | 1200 °С |
| Открытая пористость, % | 21,10–36,60 | 8,10–27,41 | 0,30–14,82 |
| Водопоглощение, % | 10,90–22,40 | 3,80–14,94 | 1,91–7,32 |
| Кажущаяся плотность, кг/м ³ | 1,63–1,94 | 1,90–2,09 | 2,01–2,21 |
| ТКЛР 10 ⁻⁶ К ⁻¹ | 4,24–7,98 | 4,55–8,25 | 4,55–8,93 |

Увеличение количества стекловидной фазы при повышении температуры обжига способствует спеканию материала, однако, при этом увеличивается доля структурной составляющей, характеризующейся повышенными значениями температурного коэффициента линейного расширения.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что степень спекания образцов во многом зависит от соотношения исходных компонентов массы, а также условий обжига.

Студ. И.А. Сафонов, А.П. Антонов
Науч. рук. ст. преп. Н.М. Олиферович

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ МАТОЧНОГО РАСТВОРА

Главной задачей процесса управления насосной станцией перекачивания маточника, является поддержания давления на участке, в котором происходит слияние растворов из двух секций – отдела сгущения и главного корпуса.

Маточный раствор перекачивается при помощи насосов. Регулирование подачи осуществляется с помощью частотного преобразователя.

Далее маточный раствор направляется на основной процесс производства по трубопроводам, характеризующимся резкими поворотами и углами, перепадом высот, за счет которых происходит потеря давления. Исходя из этого, необходимо обеспечить поддержание давления в двух отделениях перед тем, как раствор поступит на основное производство.

В процессе контролируются следующие параметры: давление на входе и выходе насосной группы; давление на выходе до задвижек; давление на секциях и по пути на основное производство; уровень в баках, расположенных на станциях маточного раствора.

В данный момент работа осуществляется следующим образом: оператор вручную выбирает какой насос включить, это могут быть как два насоса, работающие на определенной частоте, так и вся группа насосов, работающая на меньшей частоте. Процесс не предусматривает автоматического запуска.

Целью модернизации является – оптимальное, с точки зрения энергозатрат, управления группой насосов. При параллельной работе нескольких регулируемых насосных агрегатов требуемая в каждый момент времени подача может быть обеспечена различным составом задействованных насосов. При этом возникают пограничные области, в которых общая энергетическая эффективность группы зависит от выбранного состава работающих агрегатов и их производительность. Система будет предлагать варианты выбора оптимальной и энергоэффективной группы насосов, с учетом степени износа и параметров работы насоса. В результате экономия будет обусловлена снижением потребления электроэнергии. При этом нет необходимости в дополнительной модернизации аппаратной и силовой части, затраты на модернизацию будут связаны только с изменением алгоритмов АСУТП.

АЭРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД НА ОАО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦКК»

Цель процесса – аэрация сточных вод, при концентрации кислорода $A_{O_2} = 2.5$ мг/л.

Участок аэрации сточных вод состоит из аэрационного бассейна регенерации (АБР) (процесс первичной аэрации), циркуляционно-окислительного канала (ЦОК) (процесс полной аэрации), вторичного отстойника, иловой камеры.

Производственные стоки F_{nc}^* самотеком поступают в аэрационный бассейн регенерации, так же туда подаются центробежными насосами (двигатель $M1-M2$) соли азота F_{ca}^* и фосфора F_{cf}^* , где всё смешивается аэратором (двигатель $M3$). Концентрация солей азота и фосфора в аэрационном бассейне аэрации регулируется F_{ca} , F_{cf} , а концентрация кислорода зависит от скорости вращения аэратора S_{M3} .

Далее из аэрационного бассейна регенерации стоки предаэрационной очистки F_{cno}^* подаются самотеком в циркуляционно-окислительный канал, где три аэратора (двигатели $M4-M6$) насыщают воду кислородом ($A_{O_2} = 2.5$ мг/л), концентрация кислорода зависит от скорости вращения аэраторов $S_{M4} S_{M5} S_{M6}$.

Затем стоки полной аэрации F_{cno} самотеком попадают во вторичный отстойник, в котором происходит разделение стоков на очищенную воду, воду не полной очистки и ил. Ил F_u поступает на участок иловой камеры, в котором происходит его сгущение, а затем выводится на этап опрессовки и сжигания F_{uu} . Вода не полной очистки поступает в дренаж F_d , очищенная вода поступает на флотацию F_ϕ .

Сама система автоматизации сделана оптимально для процесса, однако сам процесс имеет недостаток в виде отсутствия возможности регулирования скорости вращения аэраторов в циркуляционно-окислительном канале, что оказывает влияние на качество аэрации стоков. Это приводит к некоторой вариации характеристик воды после обработки.

Процессы очистки всегда характеризуются большой стохастической составляющей, которую следует учитывать при проектировании систем управления. Для повышения качества управления следует насыщать систему средствами контроля технологических параметров, накапливать базы данные и производить анализ их корреляции с результатами лабораторного контроля.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОТИВОТОЧНОЙ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ

Цель процесса – сушить огнеупорную глину в барабанной сушилке при температуре $T = 1350^{\circ}\text{C}$.

Начальная влажность меняется в довольно широких пределах: $W_{\text{нач}}$ от 10% до 25%, а для нормы влажность глины не должна превышать $W_{\text{кон}}$ 5%.

При вращении барабана материал непрерывно перемешивается и перемещается, так как барабан имеет наклон к горизонту α 3-5° и частота вращения его равняется $V_{\text{бар}}$ 3-4 об/мин.

Сушильным агентом являются горячий воздух или дымовые газы, поступающие в барабан из специальной топки. Температура газов для огнеупорной глины $T_{\text{газ}} = 1350^{\circ}\text{C}$. Конструктивно барабан представляет собой сварной цилиндр длиной $L_{\text{бар}}$ от 12 до 30 м и диаметром $D_{\text{бар}}$ от 2,2 до 3,2 м. Время выдержки при максимальной температуре $t_{\text{макс } T}$ 1,5-2 ч. Продолжительность обжига t_{T-1350} 25-22 ч в окислительной печной атмосфере.

Влажный материал из бункера с помощью питателя подается во вращающийся сушильный барабан. В противоток материалу в сушилку подается сушильный агент, образующийся от сгорания топлива в топке и смешения топочных газов с воздухом в смесительной камере. Воздух в топку и смесительную камеру подается вентиляторами.

Высушенный материал с противоположного конца сушильного барабана поступает в промежуточный бункер, а из него на транспортирующее устройство. Отработанный сушильный агент перед выбросом в атмосферу очищается от пыли в циклоне. При необходимости производится дополнительное мокрое пылеулавливание.

Транспортировка сушильного агента через сушильную установку осуществляется с помощью вентилятора. При этом установка находится под небольшим разрежением, что исключает утечку сушильного агента через неплотности установки. Барабан приводится во вращение электродвигателем через зубчатую передачу.

В данном процессе мы регулируем температуру агента за счёт расхода газа и воздуха. Анализ показал, что установка дополнительных расходомеров, датчика температуры и клапана позволит построить каскадную систему управления. Такое решение позволит улучшить динамику регулирования и экономить ресурсы.

Студ. Е.А. Жигadlo, А.С. Нахай
Науч. рук.: доц. В.П. Кобринец; доц. Д.А. Гринюк
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА НЕФТИ

В настоящее время каталитический риформинг является обязательным процессом на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях. С его помощью удается улучшать качество бензиновых фракций и получать ароматические углеводороды) особенно из сернистых и высокосернистых нефтей.

Температура оказывает значительное влияние на скорость протекающих реакций, что в конечном счете влияет на выход целевых продуктов. При увеличении температуры выход катализата снижается, а степень его ароматизации, и соответственно октановые числа, возрастают. Повышение температуры наряду с увеличением выхода ароматических углеводородов, ускоряет реакции расщепления углеводородов, главным образом парафиновых. Температура на входе в реакторы при проведении процесса не должна превышать 530 °С.

Модернизация данного процесса заключается в автоматическом поддержании температуры в стабилизационной колонне. Достичь оптимальных параметров можно установкой термометра снаружи колонны и контролем температуры окружающей среды. Сравнение этих температур позволяет увеличить производительность колонны.

Такая модернизация не будет требовать установки или замены какого-либо оборудования, а также прокладки дополнительных кабельных трасс. Срок окупаемости такой системы будет минимальным.

Предложенное решение не единственное. При реформинге можно иметь много альтернативных рабочих условий со сложными компромиссами в результате множества доступных степеней свободы, что дает широкие возможности для оптимизации. Из-за потери активности катализатора со временем процесс очень динамичен, поэтому его оптимизация приводит к задаче оптимального управления. Это требует использования нового подхода к постановке задач и методов численного решения и может привести к сложной стратегии управления. Однако в отсутствие какого-либо оптимизационного анализа легко можно оказаться в том, что установка работает на неоптимальном уровне и, следовательно, потеряет часть прибыли. Принимая во внимание способность установки каталитического риформинга оказывать экономическое влияние на общие операции нефтеперерабатывающего завода, очевиден стимул для проведения такого рода исследований.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

Сильвинит – осадочная горная порода, состоящая из чередующихся слоёв галита и сильвина ($n\text{NaCl} + m\text{KCl}$) и некоторых примесей. Соотношение между хлоридами калия и натрия непостоянно.

Процесс измельчения является вторым из восьми последовательных технологических секций. Дробленая руда (из первой секции) заполняет бункеры. Из бункеров руда поступает на питатели, которые доставляют её на сито предварительной классификации. Цель предварительной классификации – выделение перед измельчением фракции менее 1,25 мм. Для обеспечения режима мокрой классификации на поверхность сита подается слив перечестных гидроциклонов из расчета 1 м³ на 1 тонну руды. Руда, прошедшая предварительную классификацию, скапливается в зумпфе и является питанием первой стадии обесшламливания.

Остальная часть руды самотеком поступает в стержневую мельницу. При измельчении одновременно происходит оттирка сильвина от глинистых минералов. Масса загружаемых стержней определяется производительностью мельницы, крупностью исходного и готового продуктов. Диаметр стержней – (60-90) мм, сортировка их производится ежеквартально. Слив мельниц поступает в зумпф, затем насосом подается на поперочную классификацию.

Поперочная классификация осуществляется на дуговом сите по фракции 1,25 мм. Надрешетный продукт поперочной классификации с плотностью возвращается самотеком в мельницу на доизмельчение и представляет собой циркулирующую нагрузку. Подрешетный продукт поперочной классификации объединяется с подрешетным продуктом предварительной классификации и является питанием первой стадии обесшламливания.

Недостатком процесса измельчения является отсутствие системы контроля состояния внутри барабана мельницы. Создание такой системы имеет свои преимущества:

- поддержание оптимальной степени загруженности барабана, что приводит к увеличению срока службы стержней;
- своевременное обнаружение аварийной ситуации, такой как поломка стержня, что негативно сказывается на процесс измельчения и состояние других стержней.

УДК 681.3

Студ. С.Н. Бирюков, Д.О. Арпентий
Науч. рук.: доц. В.И. Бакаленко; доц. Д.А. Гринюк
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ СЛАБОГО ЩЕЛОКА

ОАО «Светлогорский ЦКК» – крупный производитель сульфатной беленой целлюлозы, гофрокартона, гофроящиков, бумаги для гофрирования и других продуктов из первичных и вторичных бумажных волокон.

С вводом в 2020 году в эксплуатацию завода по производству сульфатной беленой целлюлозы (с возможностью производства вискозной целлюлозы) мощностью 400 тыс. тонн в год, ОАО «Светлогорский ЦКК» стал единственным в Республике Беларусь производителем целлюлозы. Выпускаемая целлюлоза беленая сульфатная из хвойных пород древесины изготавливается с использованием метода безхлорного отбеливания целлюлозы ECF (Elementary Chlorin Free) и идеально подходит для изготовления бумаги-основы для санитарно-гигиенических изделий (тиссю), также предназначена для изготовления бумаги и картона, химии, как составляющая часть разного рода строительных смесей и пр.

Для уменьшений затрат на закупку различных расходных материалов, например, щелока на производстве есть собственная линия регенерации.

Горячий слабый черный щелок, поступающий с линии волокнистой массы, охлаждают для улучшения состава перед удалением мыла, а также с целью предотвращения вспенивания слабого черного щелока перед поступлением в баки слабого черного щелока.

Процесс охлаждения слабого черного щелока происходит в двух последовательных охладителях, представляющих собой кожухотрубчатые теплообменники с площадью теплообмена 420 м² и внешними размерами D=1000 × 9000 мм, изготовленный из SA240-304L.

Горячий слабый черный щелок с температурой T=159°C (P=6 Бар), поступающий с линии волокнистой массы подается в первый охладитель (6AW005), где охлаждается до температуры 120°C. Для доохлаждения слабого черного щелока до температуры T=85°C он подается во второй охладитель слабого черного щелока (6AQ006).

Первоначально охлаждение происходит за счет подачи холодной воды по трубопроводу с диаметром 200 мм² с градирни. Нагретая вода отводится обратно в градирню.

При охлаждении горячего черного щелока происходит регене-

рация тепла слабого черного щелока за счет циркуляции вторичного конденсата В, по трубопроводу диаметр 250 мм², применяемого также в качестве охлаждающей среды. Нагретый вторичный конденсат перекачивается в баки сбора конденсата для дальнейшего использования. После охлаждения слабого черного щелока и улучшения его состава, черный щелок по трубопроводу диаметром 300 мм², поступает в баки слабого черного щелока БАТ007 либо БАТ006 в зависимости от порядка работы, который можно поменять с помощью ручных клапанов. При этом обеспечивается эффективное использование тепловой энергии слабого черного щелока.

Модернизация данного процесса заключается в следующем:

- 1) Возможность переключения режимов работы охладителей (последовательный, независимый и параллельный);
- 2) Установка датчика расхода;
- 3) Установка регулирующих и запорных пневмоклапанов.

Установка расходомера и регулирующего клапана позволит оптимизировать работу установки и проводить оптимизацию его работы.

Еще одно решение, которое позволит улучшить управление – это контроль вязкости черного щелока. Управление «вязкостью» черного щелока для повышения производительности котла-утилизатора является важным физическим свойством, влияющим на характеристики распыления щелока и, следовательно, на размер и форму слоя угля в котлах-утилизаторах. Она сильно зависит от содержания сухих веществ в растворе, температуры и содержания остаточной щелочи. Черный щелок с высокой вязкостью плохо течет, он образует крупные брызги, что приводит к образованию более крупных и высоких слоев угля. С другой стороны, черный щелок с низкой вязкостью имеет тенденцию к образованию небольших обугленных частиц и мелких брызг, которые легко уносятся дымовым газом с образованием уноса и отложений в верхней части печи. Хотя это важно, в настоящее время нет надежных средств оперативного контроля вязкости, чтобы эффективно контролировать распыление раствора и стабилизировать обугленный слой. Слой угля обычно регулируется путем ручного регулирования расхода первичного и/или вторичного воздуха и/или температуры жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Сульфатный процесс – Режим доступа: <http://surl.li/ckmex> – Дата доступа: 5.07.2022
2. Цешковский Э.В., Пиргач Н.С., Ерашкин Н.С. и др. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий.

**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕСС-ПОРОШКА
НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «КЕРАМИН»**

Процесс получения пресс порошка в атомизаторе АТМ-110 начинается с подачи шликера в сушилку, где его распыляют форсунками на теплонесущий поток, подаваемый из газогенератора. В сушилке присутствуют тангенциальные и осевые потоки, которые обеспечивают равномерную температуру дымовых газов и повышают производительность и качество получаемого порошка. Давление шликера может достигать до 30 бар, а максимальная производительность агрегата составляет 13 м³/ч. Температура воздуха, нагнетаемого в башню, находится в диапазоне от 500 до 620 °С, а температура выбрасываемого воздуха - от 70 до 120 °С.

После сушки пресс порошок ссыпается по конической части и с помощью конвейера и элеватора подается в емкость запаса. Затем порошок дозируется ленточным питателем и переносится с помощью конвейера и элеватора в пресс для дальнейшей обработки.

Система очистки газов включает циклоны и еврофильтры для осаждения отработанного теплонесущего средства. Для предотвращения зависания порошка в атомизаторе имеется периодически включаемый вибратор. Атомизатор АТМ-110 может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме управления.

Как только пресс порошок дозируется, он направляется к прессу для дальнейшей обработки. Пресс служит для формирования порошка в определенную форму. Пресс может иметь различные размеры, конфигурации и мощности, в зависимости от требуемых характеристик и производительности. Пресс порошок загружается в пресс, где его подвергают давлению и температуре. После формирования пресс порошок подвергается обработке, такой как обжиг, отверждение или закалка.

Итак, процесс получения пресс порошка включает в себя несколько этапов: термическое обезвоживание шликера в атомизаторе, получение порошка с определенным гранулометрическим составом, формирование порошка в прессе и его последующая обработка. Каждый этап процесса требует строгого контроля параметров, таких как давление, температура, влажность и гранулометрический состав, чтобы получить высококачественный пресс порошок с требуемыми свойствами.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЖИГА КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ В ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Обжиг – это наиболее важный и энергозатратный технологический процесс. Во время обжига в керамических массах проходит ряд физико-химических преобразований, которые на конечной стадии завершаются процессом спекания. После обжига снижается пористость изделий, увеличивается их прочность, водонепроницаемость, изменяется цвет, создается декоративное покрытие - изделие приобретает целостность. Глазури превращаются в стеклообразное водонепроницаемое покрытие, которое служит не только для эстетических, но и для санитарных целей. На предприятии построена туннельная печь для обжига керамической плитки. По технологии полуфабрикат плитки поступает по роликам во входную секцию печи, где нагревается до температуры 50-200°C за счет дымовых газов, поступающих из секции обжига. Затем керамическая плитка поступает в секцию предварительного нагрева, где нагревается горелками настенной установки до температуры 500-1000°C и поступает в секцию обжига. Именно в данной секции керамическая плитка получает многие конечные характеристики и поступает в секцию быстрого охлаждения. Здесь температура керамической плитки быстро опускается до 600°C, за счет вентилятора, который нагнетает воздух равномерно по всей секции за счет своей ориентации и просверленных отверстий. В секции конечного охлаждения из керамической плитки выводится как можно больше тепла, для этого система оснащена системой нагнетания холодного воздуха непосредственно над материалом и под ним через поперечные просверленные трубы. Сама система автоматизации сделана оптимально для процесса, однако сам процесс имеет недостаток в виде достаточно большой секции подготовки что не позволяет активно выравнивать температурное поле по длине секции.

Решением данной проблемы является установка рекуперативных скоростных горелок в конец зоны подготовки, а выходы горелок соединить с вентилятором дымовых газов. Данный технологический процесс характеризуется большой энергоемкостью и поэтому дополнительное снабжение системой рециркуляции с воздухомнагревателем в секцию предварительного нагрева позволит получить быстрый экономический эффект от ее внедрения.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ «МАЛОРИТСКИЙ КОСК»

Консервно-овощесушильные комбинаты выпускают большое разнообразие продуктов. Одним из них является детское питание. Детское питание – пюре получаемое из овощей и фруктов. Пастеризация-процесс для увеличения сроков хранения, а также обеззараживания продукта. Один из простейших способов пастеризации-нагрев продукции в кожухотрубчатом теплообменнике.

Пастеризация, мягкая термическая обработка, применяется к пищевым продуктам с целью уничтожения выбранных вегетативных микроорганизмов и инактивации ферментов, вызывающих порчу, с минимальными изменениями желаемых свойств пищевых продуктов. Процесс не уничтожает все вегетативные микробные популяции, поэтому пастеризованные пищевые продукты должны храниться в таких условиях, как охлаждение, с добавками или в модифицированной атмосфере с контролем рН.

Исходное изделие при помощи насоса поступает в первую секцию теплообменника с заданным давлением, где происходит предварительный подогрев продукции до предпастеризационной температуры. Далее продукт поступает в деаэратор для удаления посторонних запахов и лишних газов. После продукт поступает во вторую секцию пастеризатора где нагревается до температуры пастеризации.

В этот момент после нагрева до температуры пастеризации, пюре поступает в емкость для хранения и дальнейшего розлива, где заполняет ее (100л) на (L_{ссл}=95%). А остальной продукт отправляется в охлаждающий сектор пастеризатора, где он охлаждается и смешивается с продуктом на входе.

Сама система автоматизации сделана оптимально для процесса, однако ее можно модернизировать посредством изменения линейной системы на каскадную. Так как объект регулирования распределенный, инерционный, и подвержен воздействию значительных возмущений, то необходимое качество регулирования можно достичь совершенствованием информационной структуры системы управления.

Применение каскадной системы позволит улучшить динамику регулирования, что может сильно уменьшить потери качества на этапе запуска процесса обработки продукта.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОЛОННЫ Т-901

Гидрокрекинг – каталитическая переработка высококипящих нефтяных фракций и остаточных продуктов дистилляции нефти (мазута, гудрона) в целях получения бензина, авиакеросина, дизельного малосернистого котельного топлива и т.д. Продуктами гидрокрекинга являются автомобильные бензины, реактивное и дизельное топливо, сырье для нефтехимического синтеза и СУГ (из бензиновых фракций). Гидрокрекинг позволяет увеличить выход компонентов бензина, обычно за счет превращения сырья типа газойля.

Нестабильный гидрогенизат с температурой 135°C поступает в стабилизационную колонну Т-901 через теплообменник Е-935. В стабилизационной колонне происходит отпарка углеводородного газа из гидрогенизата. В кипятильнике Е-906 нагревается циркулирующий продукт из куба стабилизационной колонны за счет тепла газопродуктовой смеси.

Отпаренный от гидрогенизата углеводородный газ с верха стабилизационной колонны охлаждается и конденсируется в воздушном холодильнике Е-905 и поступает в сепаратор D-904. Из сепаратора D-904 часть нефтепродукта насосом Р-902 подается в стабилизационную колонну в качестве орошения, а другая часть через конденсатор испаритель Е-907 и сепаратор D-905 выводится на очистку от сероводорода или на установку гидроконверсии вакуумного газойля. Конденсат из сепаратора D-905 возвращается в емкость орошения сепаратора D-904.

Предусмотрена подача ингибитора коррозии в линию орошения и шлемовую трубу стабилизационной колонны насосом Р-5 из емкостей с ингибитором коррозии D-4А и D-4В.

Нижний продукт стабилизационной колонны – стабильный гидрогенизат – насосом Р-903 подается в печь Н-1. Сырье на входе в печь разделяется на два потока. Стабильный гидрогенизат нагревается в печи до 335÷350 °С. На выходе из печи потоки объединяются и направляются в колонну Т-902.

Основным недостатком существующей системы автоматизации является невозможность регулирования и поддержания требуемого уровня загрузки в нижней части стабилизационной колонны, что может быть достигнуто, путём построения инвариантной системы управления с возмущением на базе существующей.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ МОЛОКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТВОРОГА

Творог – это богатый кальцием кисломолочный продукт, получаемый в результате сквашивания молока и последующего удаления сыворотки. В основе принципа изготовления находится способность белка свертываться под действием заквасок. Технологический процесс производства творога определяет вкусовые и органолептические свойства готового продукта.

Сырье, предназначенное для производства творога, предварительно очищается. Пастеризация подготовленного сырья осуществляется при температуре 78-80°C с выдержкой 20-30 с. Пастеризованное молоко охлаждается до температуры сквашивания в теплый период года до 28-30°C, а в холодный – до 30-32°C и направляется на заквашивание. Продолжительность сквашивания составляет 6-8 ч. Хлорид кальция вносится в виде 40%-го раствора из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока.

После этого в молоко вносят сычужный фермент или пепсин, или ферментный препарат из расчета 1 г фермента на 1 т молока. После внесения закваски, хлорида кальция и сычужного фермента молоко перемешивают и оставляют в покое до окончания сквашивания. Окончание сквашивания определяют по кислотности сгустка. Для ускорения выделения сыворотки готовый сгусток разрезают специальными проволочными ножами на кубики размером по ребру около 2 см. Разрезанный сгусток оставляют в покое на 40-60 мин для выделения сыворотки и нарастания кислотности. Для усиления и ускорения выделения сыворотки используется подогревание полученного сгустка до температуры 36-38°C с выдержкой 15-20 мин. После прессования творог немедленно охлаждается до температуры 3-8°C, в результате чего прекращается молочнокислое брожение с нарастанием излишней кислотности.

Охлажденный творог фасуется в виде брикетов в пергамент, корбочки и стаканчики из полимерных материалов и др.

Эффективность протекания процесса очень сильно зависит от точности поддержания температуры, по этой причине внедрение каскад системы управления позволит улучшить экономические показатели данной стадии предприятия.

Студ. П.С. Козак, К.Д. Гедерт
Науч. рук. ст. преп. М.Ю. Подобед
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОРОШКОВОЙ КРАСКИ

Процесс экструзии состоит из: последовательной подачи сухой смеси из емкости в дозатор, поступление смеси из дозатора в экструдер с определенным процентом подачи, проталкивание вращающимися шнеками (с определенной частотой вращения) экструдера материала в зоны нагрева, плавления, дезагрегации, диспергирования (при определенных температурах зон), выход проэкструдированного продукта через фильеру.

Экструдирование производится при температурах зон: вторая: 60°C; третья: 80°C; четвертая: 100°C; пятая: 100°C; шестая: 100°C; со скоростью вращения шнеков 800 об/мин. Корпуса шнеков, по мере надобности, нагреваются электрическим способом и охлаждаются водой. Корпус шнеков только охлаждается, вручную. Максимально допустимая температура на корпусах шнеков составляет 200 °C. Проэкструдированный продукт в расплавленном виде через фильеру поступает на дальнейшее охлаждение и чипсование.

В данном процессе экструзии смеси в экструдере для изготовления порошков ЛКМ важным критерием является качество получаемого материала для дальнейшего производства.

Влияние на качество продукта может оказать температура или же нагрев температурных зон внутри экструдера. В 5 температурных зонах существуют контура регулирования от аналоговых температурных датчиков к дискретным электронагревателям. Таким образом, можно сделать предложение по подключению к электронагревателям регуляторов мощности.

Так же примем во внимание особенное влияние на качество получаемого материала 6-й температурной зоны, можем сделать заключение о необходимости синтеза на базе существующей инвариантной системы регулирования с возмущением, за возмущение будет принято давление на выходе экструдера.

Таким образом, мы сможем улучшить процесс плавления компонентов, что скажется на качестве получаемого материала и уменьшении количества последующих корректировок рецептур, в свою очередь это уменьшит потери сырья на производство не реализующегося, некачественного продукта, а также снизит энергопотребление.

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО
АЭРОФОНТАННОГО СЕПАРАТОРА НА ПРЕДПРИЯТИИ
ОАО “ИВАЦЕВИЧДРЕВ”**

Одноступенчатый аэрофонтанный сепаратор служит для выделения крупных частиц и песка из стружечного материала в воздушном потоке. Аэрофонтанный сепаратор оснащен верхними и нижними ситами.

Воздушный сепаратор представляет собой трубный транспортер, имеющий кожух из стального листа, в который дозирующим шнековым транспортером через барабанный шлюз с мотор-редуктором загружается стружка. Для выгрузки крупных частиц имеется разгрузочный барабанный шлюз с мотор-редуктором. Кроме того, воздушный сепаратор оснащен теплообменником для воздуха воздушного сепаратора, обогреваемым термомаслом.

В настоящее время аэрофонтанный сепаратор имеет дискретно управляемый участок контроля и регулирования температуры воздуха, подаваемого в воздушный сепаратор, для поддержания необходимого уровня сепарации древесных частиц. С целью оптимизации процесса разделения предлагается построить каскадную систему регулирования температуры воздуха необходимого для сепарации. Данное решение позволит повысить эффективность поддержания необходимой температуры воздуха и получить экономическую выгоду, снизив расход оборотного масла.

Для технической реализации и управления данной модернизацией разработаем каскадный контур управления температуры воздуха, подаваемого в сепаратор из теплообменника. В этом случае в систему управления включаем “каскадом” два регулятора – основной (внешний) регулятор, служащий для регулирования температуры нагретого воздуха для сепарации “температура нагретого воздуха на выходе из теплообменника”. Вспомогательный (внутренний) регулятор, предназначенный для регулирования расхода термомасла (тепло агент) “изменение степени хода штока клапана – расход термомасла”. Данное решение позволит оптимизировать использования термомасла в системе подогрева воздуха для сепарации, путем регулирования расхода термомасла, что позволит более эффективно использовать термомасло.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИИ РАСТВОРА КСІ

Выпаривание является важным процессом в различных промышленных секторах, включая химическую и нефтегазовую промышленность, а также производство пищевых продуктов, минеральных удобрений, и лекарств. В данном докладе рассмотрим процесс выпаривания раствора КСІ с целью получения упаренного раствора концентрации 60 процентов.

Исходный раствор КСІ из сборника с помощью насоса подается в теплообменник, где подогревается греющим паром 1 из котельной, до заданной температуры. Температуру подогретого раствора КСІ, на выходе из теплообменника, возможно поддерживать путем изменения подачи греющего пара 1 ($F_{гп1}$) в межтрубное пространство теплообменника.

Затем подогретый раствор КСІ поступает в выпарной аппарат. Греющая камера аппарата состоит из ряда вертикальных кипяtilьных труб, обогреваемых греющим паром 2. По оси греющей камеры расположена циркуляционная труба значительно большего диаметра, чем кипяtilьные трубы. Греющий пар 2 подается в межтрубное пространство аппарата, конденсируется и отводится из него в виде конденсата.

Парообразование внутри центральной трубы значительно меньше, чем в кипяtilьных трубах, так как за единицу объема жидкости в ней приходится меньшая теплопередающая поверхность. Раствор выдавливается в кипяtilьные трубки, поднимается по ним вверх, частично выпаривается и, освобожденный сверху от пара, возвращается вниз по центральной трубе. Образующийся вторичный пар удаляется в верхней части аппарата, пройдя предварительно через каплеуловитель, установленный внутри аппарата.

Упаренный раствор непрерывно удаляется через штуцер, находящийся в днище аппарата. Концентрация упаренного раствора поддерживается путем изменения скорости подачи раствора КСІ в выпарной аппарат, путем открытия/закрытия регулирующего клапана. Для его эффективной реализации необходимо учитывать правильную подачу исходного раствора, контроль уровней заполнения и загрузки, а также поддержание необходимой температуры раствора в различных участках процесса.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА
ПОМОЛА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОРОШКОВОЙ КРАСКИ**

Цель процесса – тонкое измельчение компаундов с целью получения порошка необходимого размера. Участок помола при изготовлении порошковой краски состоит из следующих аппаратов: ударно-центробежная мельница (процесс помола), вибросито (процесс просеивания) и фильтр-циклон (процесс разделения).

Процесс помола состоит из: последовательной подачи материала из контейнера в ударно-центробежную мельницу, поступление материала в размольную камеру, измельчение материала (с определенной скоростью размольного диска), продувание, просеивание, выход измельченного продукта.

Из контейнера для чипсы отбирается 6-10 кг материала и подается шнековым питателем в размольную камеру ударно-центробежной мельницы. Измельчение материала происходит за счет свободного удара частиц о штифты, установленные на краю размольного диска отбойное кольцо (футеровку), а также за счет соударения частиц. Воздух, поступающий в размольную камеру, также способствует соударению частиц. Поток воздуха (температура от -19 до $+20$) отводит выделяющееся тепло, и выносит измельченный материал из зоны помола к классификатору, который установлен вверху мельницы, скорость которого 34 м/с. Крупные частицы отбрасываются лопатками классификатора обратно в размольную камеру, а мелкие частицы проходят между лопастями классификатора и выносятся в циклон. Рабочая фракция из циклона через затвор поступает на просеиватель, где происходит отсеивание возможного мусора и крупных частиц. Материал поступает на вибросито сверху, распределяется на ситовом полотне и под воздействием вибрации проходит через сетку. Крупные частицы, не прошедшие через сетку, перемещаются к внешнему радиусу сита и выводятся через разгрузочный патрубок верхней части в отсев.

Недостатками данной мельницы является то, что конечный продукт на выходе неодинакового размера. Чтобы это исправить добавим датчик скорости, который будет контролировать скорость вращения ротора. По средствам контроля тока в двигателе и датчике шума можно производить оценку текущего состояния процесса измельчения и вносить управляющие воздействия.

Студ. Д.А. Леонюк, Д.О. Новицкая
Науч. рук. ст. преп. М.Ю. Подобед
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОСОЛКИ СЫРА НА СОАО «БЕЛОВЕЖСКИЕ СЫРЫ»

Посолка сыра – важный этап приготовления качественного продукта с требуемой специфической вкусоароматикой и структурой при использовании поваренной соли (хлорид натрия, NaCl), выступающая в роли регулятора ферментативных и микробиологических процессов. Самый распространённый способ посолки сыра – соление в рассоле. В процессе соления в растворе применяют стандартный насыщенный солевой раствор концентрации 18-22%.

Система циркуляции солевого раствора состоит из установки для растворения соли, ёмкости для подготовки рассола, буферного резервуара для хранения рассола 30 м³, теплообменника, посолочных бассейнов (5 штук) и механического фильтра.

Соль вручную засыпается в установку для растворения соли, где при помощи шнека подаётся в ёмкость для подготовки рассола, где смешивается с циркулирующим раствором. При достижении минимального уровня в ёмкости для подготовки рассола срабатывает датчик уровня L_0 , поступает сигнал на регулятор, который отключает насос для предотвращения его работы в холостую. В буферном резервуаре рассол перемешивается по определённому циклу при помощи мешалки. После буферного резервуара стоит насос, у которого есть 2 режима работы. Первый режим работы: управление по концентрации соли ($Q_{p-pa} < 19,5\%$). Второй режим работы, когда выполняется процесс наполнение посолочного бассейна, уровень в котором измеряется датчиком $L_{ДБ}$, при этом рассол циркулирует по большому циклу.

Насыщенный рассол ($Q_{p-p}=19,5\%$), при помощи насоса, по большому кругу циркуляции проходит через теплообменник, где за счёт процесса теплообмена между рассолом и холодной водой достигается заданная температура ($T_{p-p}=12^{\circ}\text{C}$).

Сама система автоматизации функционирует, однако сам процесс имеет недостаток в виде медленного охлаждения рассола в теплообменнике. Решением данной проблемы станет добавление управляемого насоса на линию подачи холодной воды в теплообменник. Завязав насос на контуре температура рассола на входе и температура рассола на выходе, мы получим более точное и быстрое охлаждение рассола. Уменьшится время простоя бассейнов для посолки.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ И ПОДОГРЕВА КОНЦЕНТРАТА ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ В ПЕЧИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Большим успехом в интенсификации металлургических процессов и процессов нагрева измельченного материала явилось использование печей кипящего слоя. В этих печах через слой измельченного материала продувается газ снизу-вверх с определенной скоростью. Такой слой внешне напоминает кипящую жидкость, откуда печи и получили свое название.

Хлористый калий концентрат ($W_{\text{хк}} = 0-160$ т/ч) при помощи ленточного конвейера (двигатель $M2$) поступает в двухвальный смеситель. Для увлажнения хлористого калия туда же через форсунки подается вода ($F_{\text{в}} = 4,5$ м³/ч).

Двухвальный смеситель предназначен для перемешивания хлористого калия с водой, подаваемой в автоматическом режиме по заданному соотношению.

Из двухвального смесителя, на газораспределительную решетку в сушилку поступает хлористый калий. Туда же в качестве теплоносителя, под решетку, подается с помощью вентилятора (двигатель $M1$) топочный газ ($F_{\text{тг}} = 645$ м³/ч, $T_{\text{тг}} = 160-360^{\circ}\text{C}$), который пройдя через решетку поднимается в верхние слои сушилки ($P_{\text{вс}} = 0,2-0,8$ кПа).

Далее отработанные газы ($T_{\text{ог}} = 100-110^{\circ}\text{C}$), через верхний патрубок сушилки, выбрасываются в атмосферу.

С целью поддержания определенной высоты псевдоожиженного слоя, при котором возможна нормальная работа сушилок, в сушилке контролируют такие параметры как давление под решеткой ($P_{\text{пс}} = 4,8-7,8$ кПа).

Температура отработанных газов ($T_{\text{ог}}$) регулируется изменением расхода топочных газов ($F_{\text{тг}}$).

При автоматизации сушки в кипящем слое, основным показателем процесса, в случае крупных установок, когда температура по высоте слоя меняется, является температура сушильного агента на выходе (отработанные газы), которая соответствует средней температуре материала в слое. Регулирующим воздействием в этом случае является расход сушильного агента (топочные газы). Управление влажностью с целью недопущения пересушивания – залог экономической эффективности функционирования данной технологической стадии.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПАРА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЦКК»

Паровой или водогрейный котел представляет собой устройство в виде металлического сосуда, который обогревается продуктами сгорания топлива и служит для получения горячей воды или пара.

Основным элементом котла является поверхность нагрева – поверхность металлических стенок, омываемых с одной стороны горячими газами, а с другой – водой. В современных котлах поверхность нагрева выполняется в виде труб, присоединенных к барабанам и коллекторам.

Цель процесса – генерация пара из питательной воды в сеть трубопровода ($T = 490^{\circ}\text{C}$ $F = 7.5 \text{ т/ч}$). Твёрдое топливо попадает в топку и сгорает в ней под температурой 600°C , при этом нагреваются котельные экраны (трубы), соединенные с барабаном. В барабан поступает вода, проходя через экономайзер она нагревается и частично испаряется. Полученный пар направляется в сеть трубопровода.

Предусмотрены САР и системы сигнализации, можно выделить следующие контура регулирования:

- поддержание температуры горения в топке котла;
- контроль давления пара на выходе из барабана;
- контроль уровня воды в барабане котла;

Процесс поддержания температуры осуществляется за счёт горения твердого топлива в топке, регулирования подачи кислорода в топку, а также поддержания пламя на горелке.

Регулирование давления осуществляется за счёт испарения воды и изменения расхода воздуха и твердого топлива, поступающего в топку. Вода поступает в экономайзер с температурой 25°C , нагревается до 120°C и попадает в котельный барабан с расходом $72.3 \text{ м}^3/\text{ч}$, что позволяет получать пар с расходом 75 т/ч .

Сама система автоматизации сделана по классической схеме, однако она имеет ряд недостатков ввиду постоянного расхода газа на нагрузочных горелках. Решением данной проблемы станет добавление регулирования расхода в зависимости от протекания процесса горения в топке с целью экономии газа. Это позволит улучшить как экологический аспект, так и экономический, позволяющий сэкономить на расходе газа.

Студ. В.Л. Голобурдо, Ю.Д. Сандихаев
Науч. рук. ст. преп. О.И. Александров
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСТРОГО ПАРА

Цель процесса- охлаждение острого пара температурой 545гр до температуры 334гр.

Прямоточные паровые котлы оснащаются впрыскивающими пароохладителями. Принцип их действия основан на изменении энтальпии частично перегретого пара за счет теплоты, отбираемой на испарение охлаждающей воды, впрыскиваемой в паропровод.

Рассматриваемый участок регулирования острого пара состоит из 2-х ступеней.

Приближение места впрыска к выходу пароперегревателя уменьшает инерционность участка и, следовательно, улучшает качество процессов регулирования. Вместе с тем это приводит к ухудшению температурного режима металла поверхностей нагрева, расположенных до пароохладителя. Поэтому чаще всего применяется многоступенчатое регулирование, в котором по ходу пара устанавливаются два или более впрыскивающих устройств, управляемых автоматическими регуляторами температуры. Это позволяет более точно регулировать температуру пара на выходе и одновременно защитить металл предвключённых ступеней перегревателя.

Выходной величиной участка служит энтальпия (температура) на выходе из пароперегревателя, регулирующим воздействием – расход охлаждающего агента.

Острый пар подаётся в основной трубопровод под давлением 25 МПа, которое контролируется на выходе установки. Производительность установки составляет 800 т/ч.

На каждой из ступеней на трубопроводы, подающий охлаждающий агент (питательная вода) температурой 270гр установлен регулирующий клапан и расходомер. На выходе первой ступени охлаждения пара установлены термопары на верхний и нижний трубопроводы, замыкающие первый контур регулирования охлаждения пара. На выходе со второй ступени аналогично установлены термопары, замыкающие второй контур регулирования охлаждения пара.

Данная установка достаточно проста и эффективна, однако она не учитывает различного рода возмущения объекта такие, как количество теплоты, воспринимаемой от топочных газов, что путем модернизации может позволить улучшить ее работу.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ

Сгушение – процесс повышения концентрации твердой фазы в сгущаемом продукте (шлам, пульпа), протекающий под действием гравитационных и (или) центробежных сил

Цель процесса: получение глинистых шламов заданной плотности $\rho_{\text{гш}} = 1,4934 - 1,9 \text{ г/см}^3$.

В сгуститель глинистого шлама насосом (двигатель М1) поступает грязный маточник ($P_{\text{гм}} = 600 \text{ кПа}$, $F_{\text{гм}} = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$). Стабилизация потока грязного маточника осуществляется путём изменения его расхода ($F_{\text{гм}}$).

Кроме того, для увеличения скорости осаждения глинистых шламов в питание сгустителя глинистого шлама самотёком поступает флокулянт ($F_{\text{ф}} = 12 \text{ м}^3/\text{ч}$).

В нижней части корпуса оседает и уплотняется сгущённый глинистый шлам. Остаток грязного маточника перемещается в верхние слои, в зону осветления, где происходит слив сгустителя ($F^*_{\text{сс}}$), который самотёком подаётся в бак чистого маточника ($L_{\text{чм}} = 4 \text{ м}$), откуда насосом (двигатель М2) поступает на сильвинитовую обогатительную фабрику. Уровень ($L_{\text{чм}}$) в баке чистого маточника поддерживается изменением расхода слива сгустителя ($F^*_{\text{сс}}$).

Сгущённый глинистый шлам ($\rho_{\text{гш}} = 1,4934 - 1,9 \text{ г/см}^3$) из нижней части корпуса сгустителя глинистого шлама насосом (двигатель М3) подаётся в смеситель (зумпф) ($L_{\text{см}} = 3 \text{ м}$), где разбавляется рассолом ($F_{\text{р}} = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$). Уровень ($L_{\text{см}}$) в зумпфе поддерживается изменением расхода рассола ($F_{\text{р}}$).

В результате процесса сгушения глинистого шлама получаем сгущённый глинистый шлам ($\rho_{\text{гш}} = 1,4934 - 1,9 \text{ г/см}^3$), плотность которого можно поддерживать изменением расхода флокулянта ($F_{\text{ф}}$). Полученный сгущённый шлам ($F_{\text{рш}} = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$) откачивается насосом (двигатель М4) в шламохранилище.

Модернизация предполагает введение контура регулирования расхода флокулянта в зависимости от степени осветления слива сгустителя, что позволит уменьшить расход реагентов в случае возвращения слива в операции с оборотным маточником.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В MATLAB

Всё большее распространение сегодня получают нейронные сети – математические алгоритмы, частично повторяющие механику работы реальных биологических нейронов, и способные к решению широкого спектра задач, а также обучению.

Существует множество способов применения нейронных сетей, как и способов их создания и обучения. Если же рассматривать нейронные сети с точки зрения автоматизации, то наиболее интересным является применение нейронных сетей в среде MatLab.

Для работы с нейронными сетями в MatLab создан отдельный toolbox – набор функций, методов, классов определённого направления, в случае нейронных сетей это Neural Network Toolbox. Также, позже, для работы с глубоким обучением был создан Deep Learning Toolbox. За создание и последующее обучение простых нейронных сетей отвечает функция `trainNetwork` из Neural Network Toolbox. Функция запускает процесс обучения сети с определёнными входными обучающими данными, параметрами слоёв и настройками обучения, включающими в себя такие параметры как: правила обучения, количество эпох, начальная скорость обучения, вывод информации в процессе обучения, графиков и то на чём будут производиться вычисления. К параметрам слоёв относят: тип вводного слоя и размерность вводимых значений, а также количество вводных каналов, тип скрытого слоя, наличие дополнительных слоёв последовательности, к примеру слоя сверки времени, слоя свёртки или слоя самоконтроля, слою активации, слою нормализации, слою обнаружения и выходные слои, для большей части слоёв также указывается размерность слоя или дополнительные параметры.

Таким образом, не смотря на значительное упрощение синтеза нейронной сети в MatLab это всё ещё требует значительных знаний и достаточно значительных затрат времени на определение параметров, их инициализацию и, разумеется, на обучение. Также как видно из описанной выше структуры параметров слоёв, создать именно однослойную нейронную сеть в MatLab крайне сложно, ввиду достаточно узкой специализации слоёв, однако всё ещё возможно, что применяется для решения простейших задач в некоторых ситуациях. При этом реализация многослойных нейронных сетей является более простой задачей, что достигается как раз за счёт разделения слоёв по специализациям.

Студ. А.А. Володин, М.А. Карабань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. В.И. Бакаленко
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ДЕТАЛЕЙ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Сушильное оборудование является неотъемлемой частью современного гальванического производства. Обработку деталей в этом оборудовании проводят на подвесочных приспособлениях, либо насыпью. Сушка мелких, механически прочных деталей, осуществляется в центрифугах.

Цель процесса: сушка деталей дорожно-строительной техники после химической и физической обработок.

Через входное отверстие исходные детали попадают в сушильную камеру с температурой 25°C, где происходит их перемещение в горизонтальном направлении. Нагрев исходных деталей осуществляется контактной передачей тепла от циркулирующего горячего воздуха с температурой 130°C, поступающего из теплообменника, к окрашенной поверхности исходных деталей. В это же время в сушильную камеру подается горячий воздух, что проходит через кипящий слой для обеспечения непрерывного и равномерного подогрева деталей. На входе горячий воздух имеет температуру 130°C. Для достижения которой воздух проходит через теплообменник. Воздух поступает в теплообменник с температурой 45°C, расходом 9,6 кг/с и нагревается до 130°C. Греющий пар поступает в теплообменник с температурой 240°C и расходом 12,6 кг/с, а выходит с 220°C. Так же осуществляется поддержание давления в трубопроводе с подаваемым воздухом в теплообменник за счет насоса, установленного до теплообменника. Поддерживаемое значение: 0,28 МПа. Из сушильной камеры через выходное отверстие, расположенное в конце нее, выходят уже готовые детали, что отправляются в следующих цех производства.

Рассмотрение сушильной камеры как объекта управления – достаточно сложная и нетривиальная задача. Однако эффективность её работы можно повысить стабилизацией воздействий на эту камеру. Этого можно достичь путём построения комбинированной системы управления теплообменником. Основная трудность обусловлена необходимостью критерии управления по влажности и температуры с одним управляющим воздействием. Существуют и проблемы связывания параметров процесса с его экономическими показателями.

Студ. Е.Е. Абижанов, Л.Ю. Пономарев
Науч. рук. канд. тех. наук, доц. О.Г. Барашко
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНОГО БОКСА НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ПКБ АТП»

Установка для сушки техники может использоваться на автомобильных заводах, автомойках и других предприятиях, где необходима сушка изделий.

Цели автоматизации – повышение эффективности и производительности труда, повышение качества продукции, оптимизация планирования и управления, освобождение человека от работы во вредных условиях

Участок состоит из: покрасочно-сушильного бокса (процесс сушки) и теплообменника (процесс нагрева). Покрасочно-сушильный бокс. На этой фазе температура внутри кабины повышается до $T = 60^{\circ}\text{C}$. В процессе фазы обдува поверхности возможно добиться удаления остатков растворителя с поверхности окрашенного изделия. После завершения фазы обдува вентилятора вытяжной группы оставливается.

Для достижения требуемой температуры воздух проходит через теплообменник. Для того, чтобы внутри бокса не создавалось опасной концентрации паров, в нем предусмотрен частичный забор воздуха с улицы (около 11%).

Процесс нагрева воздуха осуществляется за счет обмена тепла между греющим паром и поступающим воздухом через разделяющую стенку трубопровода в теплообменнике. Воздух поступает в теплообменник с температурой 20°C , расходом $9,6 \text{ кг/с}$ и нагревается до 60°C . Греющий пар поступает в теплообменник с температурой 100°C и расходом $12,6 \text{ кг/с}$, а выходит с 80°C . Регулирование температуры нагрева воздуха осуществляется за счет изменения расхода греющего пара, поступающего в теплообменник.

Так же осуществляется поддержание давления в трубопроводе с подаваемым воздухом в теплообменник за счет насоса, установленного до теплообменника. В отличии от существующего можно предусмотреть установку дополнительных технических средств автоматизации: датчики температуры греющего пара на входе на выходе из него; расходомер греющего пара. Все это необходимо для устранения колебаний температуры в сушильной камере от воздействия возмущения.

УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Звук играет важную роль в безопасности человеческой деятельности. Он используется для предупреждения о возможных опасностях и для ориентации в пространстве. Целью работы является разработка усилителя звука с цифровым управлением с использованием платформы Arduino.

Для реализации усилителя звука с цифровым управлением был выбран микроконтроллер Arduino Nano 3.0, обладающий всеми необходимыми для реализации требованиями: небольшие габариты, вес, количество портов ввода-вывода, 2 Кбайта ОЗУ, расширенный объем флеш-памяти.

Принципиальная схема проектируемого модуля управления и эквалайзера состоит из следующего набора элементов: микроконтроллер Arduino Nano V3.0 CH340C; стабилизатор напряжения L7808CV; Bluetooth модуль BK8000L; микросхема эквалайзера ET2314; резисторы, конденсаторы; разъемы.

Для создания рисунка токопроводящих дорожек была использована программа Sprint Layout. Изготовление печатных плат было произведено с помощью лазерно-утюжной технологии [1].

Для усилителя был собран корпус, в котором были установлены и подключены все компоненты. Для разработки программного обеспечения было приведено описание инструментов и среды разработки. В ходе обзора различных инструментов разработки программного обеспечения для микроконтроллеров был выбран редактор исходного кода Visual Studio Code.

По итогу реализации проекта был разработан усилитель звука с цифровым управлением с использованием платформы Arduino. Проект включает в себя разработку электрической структурной схемы, электрических принципиальных схем и практическую реализацию усилителя звука с цифровым управлением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брусницына, Л. А. Технология изготовления печатных плат : [учеб. пособие] / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских ; [науч. ред. В. Ф. Марков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 200 с.

Магистрант В.А. Макаревич
Студ. А.П. Русакова, В.Н. Корнеев, А.И. Поляк
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

МАТЕРИАЛЫ АДДИТИВНОГО СИНТЕЗА ИЗ СТЕКЛО- И УГЛЕНАПОЛНЕННОГО ПОЛИАМИДА

В целях обеспечения развития промышленности и повышения конкурентоспособности необходимо применение современных технологий переработки материала. Если объём выпуска изделий небольшой или требуются изделия в единичном экземпляре, то для сокращения временных и финансовых затрат при разработке и освоения производства применяют, например, аддитивный технологический процесс экструзией термопластичного материала: создают физические модели, прототипы, оснастку изделий. Исследования в области аддитивных технологий относятся к приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь. Одна из широко применяемых групп конструкционных термопластичных материалов – полиамиды. А для повышения их прочности и жесткости используется армирующий наполнитель, например, стеклянные или углеродные волокна. Хотя производители материалов для аддитивного синтеза приводят некоторые характеристики своей продукции, однако на их значение влияют применяемые оборудования, параметры печати (скорость, температурные режимы, толщина и ширина слоя, схема укладки слоя) и формируемая анизотропия.

Цель работы – определить влияние структуры материалов аддитивного синтеза на основе полиамида-12 компании Fiber Force Italy SRL (Италия) на их физико-механические и теплофизические характеристики.

В результате проведенных предварительных исследований определили, что наполнение армирующими волокнами и природа наполнителя повышают упругие и прочностные свойства материалов; также выражено влияние схемы укладки слоя при печати – до двукратного снижения прочности при нагружении поперек укладки экструдата по сравнению с прочностью для продольной структуры. Замечено также влияние способа создания ориентированных структур и режимов печати на свойства получаемых материалов в образцах.

Результаты работы будут полезны для оптимизации режимов печати, применяемой оснастки и параметров слоев с целью получения наиболее высоких характеристик материала в образцах и, следовательно, в изделиях.

ОДНОНАПРАВЛЕННО АРМИРОВАННЫЕ СТРЕНГИ И ЛЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-6 И СТЕКЛЯННОГО РОВИНГА И ИСПЫТАНИЕ ИХ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Известно, что в однонаправленно армированных композиционных материалах наиболее полно реализуются высокие упругие и прочностные свойства армирующих волокон при минимальной массе. Поэтому, например, при производстве волоконно-оптических кабелей линий связи для сохранения их целостности и придания требуемой жесткости применяют импортируемые несущие тросы (силовые стержни) из стеклопластика на основе термореактивного связующего. В тоже время компоненты, выпускаемые ОАО «Полоцк-Стекловолокно» и ОАО «Гродно Азот» (полиамид-6), могут применяться при изготовлении подобных изделий.

Цель работы – произвести предварительную оценку эффективности применения полиамида-6 в качестве связующего для стеклянного ровинга для получения однонаправленно армированных стренг и лент.

Методом пултрузии на экспериментальной линии изготовлены образцы стержней (стренг) и лент, при этом добивались максимального содержания армирующих волокон. Для оценки сохранения армирующей способности стеклянного ровинга в композиции с полиамидом-6 определяли разрывную нагрузку ровинга и ее удельное значение по отношению к линейной плотности. Для испытания стренг и лент применяли специальные зажимы. Эти зажимы обеспечивали удержание стренг и лент в захватах до достижения предельного состояния при растяжении путем разрушения в рабочей зоне образцов, но при этом не происходило сжатие стренг и лент между зажимными губками, которое бы привело к разрушению образцов в захватах. Полученные значения разрывной нагрузки для лент и стренг также относили к линейной плотности ровингов, из которых они были изготовлены. По результатам испытаний получили, что применение в качестве связующего полимера полиамида-6 повышает удельную разрывную нагрузку ровинга до 20%.

Результаты работы могут быть использованы для дальнейших исследований композиционных материалов на основе полиамида-6 и ровингов отечественного производства, а также при формировании требований к специальным средствам технологического оснащения для получения стренг и лент.

Студ. А.Д. Семашук
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ КАШПО УНИВЕРСАЛЬНОГО, ТЕХНОЛОГИЯ И ОСНАСТКА ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Несмотря на организованный отдельный сбор полимерных бытовых отходов, в Республике Беларусь по-прежнему остро стоит проблема вовлечения в гражданский оборот полимерных коммунальных отходов в связи с низким коммерческим интересом к некоторым видам пластмасс, изделий из них, а также ввиду затрудненной идентификации и т.п. Но значительная часть из них может быть переработана, например, методом прессования предварительно пластицированной заготовки (пласт-формование) в изделия неответственного назначения, в том числе декоративные. Однако для организации такого производства самым важным вопросом является номенклатура производимых изделий.

Цель работы – вовлечение смешанных полимерных отходов в гражданский оборот путем изготовления универсального кашпо для уличного озеленения методом пласт-формования.

Ввиду относительно высокой стоимости оснастки для производства изделий методом пласт-формования разработано изделие универсальной конструкции.

Универсальное четырехъячеечное кашпо позволяет использовать его несколькими способами. Предусмотренные в конструкции углубления на донной части могут быть высверлены (на производстве или потребителем) и тогда кашпо используется как цветочный горшок с поддоном или без него. Кашпо (горшок) могут применяться по одному или образовывать многоярусную конструкцию: в донной части предусмотрены пазы, под установку на борта верхней части. Также кашпо (горшок) за счет специального паза между ячейками может монтироваться на перилах ограждений. Разработанная конструкция универсального кашпо параметризирована, что позволит оперативно моделировать кашпо различной конфигурации и емкости. Разработана также технологическая оснастка (пресс-форма) для производства кашпо.

По предварительной оценке, технико-экономических показателей можно сделать вывод, что производство универсального кашпо рентабельно. Полученные в работе результаты могут быть использованы для разработки бизнес-плана проекта по производству кашпо или изделий близкой конфигурации.

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Полипропилен – это технический пластик, применяемый для изготовления моделей, которые работают при многократном изгибе и используются в качестве деталей с гибкими элементами.

В 3D-печати изготовление изделий из полипропилена осуществляется по технологии послойного нанесения расплавленного материала через экструдер (FDM-технология). Изделия, изготовленные методом FDM-технологии, обладают слоистой структурой, и их механические характеристики в различных направлениях отличаются. Оценка механических свойств материала в направлениях ориентации структуры имеет решающее значение в конструкционных расчетах, из-за этого возникает необходимость исследования физико-механических характеристик в зависимости от направления 3D-печати.

Для оценки неоднородности механических показателей полипропилена исследовались образцы, напечатанные методом FDM-технологии с различным направлением линии заполнения. Данный показатель задается углом между базовой плоскостью и направлением ориентации нитей в слое. К главным направлениям печати относят продольное (печать вдоль продольной оси образца), поперечное (печать перпендикулярно продольной оси образца), синтеза (печать перпендикулярно плоскости укладки слоев).

При проведении испытаний оценивался предел прочности при растяжении и изгибе, модуль упругости при растяжении и изгибе. Наиболее высокие значения механических свойств при растяжении проявляются при продольном направлении печати, наиболее низкие – в направлении синтеза. В продольном направлении печати линии заполнения совпадают с направлением растягивающей силы, вследствие чего работает сам материал и адгезионная связь между слоями, а в остальных направлениях работает только адгезионная связь. Наиболее высокие значения механических свойств при изгибе проявляются при поперечном направлении печати, наиболее низкие – в направлении синтеза.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что лучше механические характеристики у полипропилена проявляются в продольном и поперечном направлении печати.

ПАРАМЕТРЫ FDM-ПЕЧАТИ ПОЛИКАРБОНАТОМ

Поликарбонат является непростым для 3D-печати материалом в связи с его гигроскопичностью, высокой температурой экструзии, склонностью к усадке, отслоению и температурной деформации при печати. Параметры печати подбираются экспериментально с целью достижения оптимального соотношения между качеством и временем печати образцов в диапазоне, рекомендуемом производителем.

При проведении исследования использовался поликарбонат Ultimaker PC White. Печать образцов осуществлялась по методу послойного наплавления (FDM-технология) на 3D-принтере «Ultimaker 3». С целью уменьшения анизотропии свойств направление движения сопла устанавливали под углом $\pm 45^\circ$. Перед началом печати материал подвергался сушке в течение 8 часов при температуре 80°C .

Для исследования влияния параметров печати на механические свойства поликарбоната выбрано испытание на растяжение, поскольку оно позволяет определить основные характеристики прочности и упругости. Тип образцов и методика проведения эксперимента соответствует ГОСТ 11262-2017. Определение механических показателей проводили на разрывной машине *MTS* с автоматической записью диаграммы деформирования, для определения модуля упругости использовали одноосный экстензометр.

При печати наблюдались дефекты в готовых изделиях: коробление и переэкструзия.

Результаты исследования показали отсутствие влияния температуры и скорости печати на прочность конечных изделий (изменение показателя находится в границах ошибки эксперимента).

Увеличение температуры от 240 до 260°C и скорости печати от 40 до 50 мм/с повышает модуль упругости на 6 и 8% соответственно.

Толщина слоя влияет на модуль упругости и предел прочности при растяжении, показывая тенденцию к снижению указанных параметров на 6 – 7% с увеличением толщины слоя от $0,1$ до $0,3$ мм.

По результатам эксперимента выработаны рекомендации по настройке основных параметров печати исходя из оптимальных значений механических характеристик и минимизации дефектов печати. Рекомендовать для печати диапазон скорости 50 мм/с при температуре печати 260°C и толщине слоя $0,1$ мм.

ФОРМА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИКАРБОНАТА

Трехмерная печать широко используется в промышленности, поэтому знания о физико-механических свойствах материалов необходимы для выбора и использования их для различных изделий, а также для расчетов на прочность, жесткость и устойчивость деталей и конструкций.

Испытания на растяжение позволяют определить основные характеристики пластичности и упругости: предел прочности при растяжении, разрушающую нагрузку, предел текучести, удлинение, модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Испытания на изгиб, сжатие и другие виды деформирования являются дополнительными и проводятся в зависимости от условий эксплуатации.

Форма образцов для исследований физико-механических свойств материалов определяется в зависимости от вида материала и проводимого испытания в соответствии со стандартом.

Одной из главных проблем является выбор нормативной базы, по которой определяются свойства.

Американские *ASTM D3039*, *ASTMD638* и китайские *GB/T 1040* стандарты на растяжение, используемые производителями для определения характеристик, основаны на международных стандартах *ISO 527*. Среди приведенных стандартов, используемых в Республике Беларусь, международным соответствуют стандарт на растяжение *ГОСТ 11262*.

Образцы в виде лопатки типа 1 изготавливают методом послойного наплавления. Печать может осуществляться с установленными боковыми стенками и без них. Образцы, напечатанные без линий стенок, отличаются ребристостью боковых граней. Для снижения степени воздействия стенок на структуру напечатанного изделия, определяем их минимальное количество – две.

Результаты исследований позволяют заключить:

- использование стенки при печати образцов для испытаний не влияет на конечные показатели свойств (лежат в пределах ошибки эксперимента);
- с целью повышения качества напечатанного изделия и снижения затрат на механическую обработку рекомендуется печатать стенку, время печати при этом не изменяется.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КАЧЕСТВО ПЕЧАТИ ПОЛИКАРБОНАТОМ

При использовании поликарбоната в FDM-технологии, основной задачей является оптимизация процесса печати в виду чувствительности материала к изменениям температурного режима. Температура влияет на вязкость расплава, скорость потока расплава и поведение при кристаллизации поликарбоната в процессе печати, следовательно, на точность размеров, качество поверхности и механические свойства печатаемых деталей и изделий.

Основной целью работы является изучение влияния температуры печати на механические характеристики поликарбоната и выявление соответствующих зависимостей. В рамках проведенного исследования использовался филамент *Ultimaker PC White*, печать которым велась на 3D-принтере *Ultimaker 3* при температурах в диапазоне 240–260°C с интервалом 10°C, скоростью 40мм/с и толщине слоя 0,2 мм.

Реология материала является важной при FDM-печати для непрерывности потока и безупречной печати без наплывов или разрывов. В исследуемом диапазоне при увеличении температуры с 240 до 260°C, ПТР поликарбоната увеличился в 2,21 раза, что объясняет процесс переэкструзии во время печати.

Исследование механических характеристик проводили в соответствии с ГОСТ 11262-2017 на образцах в виде лопатки на разрывной машине *MTS* с автоматической записью диаграммы деформирования. Для определения модуля упругости использовали одноосный экстензометр.

При увеличении температуры печати на 20°C (от 240 до 260°C):

- изменения предела прочности не наблюдалось;
- увеличение модуля упругости составило 5,5%;
- увеличение относительной остаточной деформации – 15,6% (охрупчивание).

При этом ошибка эксперимента составила 2–4%. Результаты исследований позволяют заключить, что с целью повышения качества напечатанного изделия и снижения энергозатрат рекомендуется использовать температуру 240°C при скорости печати 40мм/с и толщине слоя 0,2 мм; для получения качественных образцов при высоких температурах (260°C) следует увеличить скорость печати до 60–80 мм/с, что должно компенсировать излишнюю текучесть материала.

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИНТЕЗА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ DLP-ПЕЧАТИ

Для изделий, изготовленных по аддитивным технологиям, важной проблемой является анизотропия свойств в различных направлениях печати. В случае SLA, DLP и LCD-технологий за счет технологических аспектов считается, что изделия имеют условно изотропную структуру.

Целью данной работы является определение влияния направления синтеза на физико-механические характеристики стандартного фотополимерного материала Ruichen Optoelectronics Universal 503 для DLP-печати.

Для исследования влияния направления синтеза на физико-механические характеристики выбраны следующие расположения на рабочей поверхности: горизонтальное, горизонтальное на подержках, поперечное, наклонное и вертикальное. Испытания на растяжение, изгиб и усадку проводили по ASTM D638 – 14, ASTM D790 – 17 и ASTM D955– 08 соответственно.

В результате исследований определено, что при изменении направления образцов относительно рабочей поверхности от горизонтального к поперечному физико-механические характеристики постепенно возрастают до 6%.

Отмечено, что построение поддерживающих структур и дополнительная засветка слоёв в основании модели может оказывать значительное влияние на свойства образцов, расположенных в горизонтальном направлении.

Измеренные показатели деформации при усадке образцов в процессе печати не показали зависимости от направления печати. При этом слоистость боковых поверхностей имеет лишь декоративный характер и может быть удалена механической постобработкой и полировкой.

Из проведенных исследований можно сделать вывод о том, что изделия, полученные методом DLP-печати, обосновано считают условно изотропными. Однако для достижения наилучших характеристик, без возникновения дефектов, связанных с поддерживающими структурами и перезасветкой слоёв, рекомендуется вертикальное расположение при печати.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАСВЕТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ DLP-ПЕЧАТИ

В технологии DLP-печати одним из важнейших параметров является время засветки слоя УФ-излучением. Для большинства фотополимерных материалов рекомендуемое время засветки слоёв варьируется от 3 до 20 секунд и зависит от состава смолы и мощности УФ-излучателя.

Исследование влияния времени засветки на физико-механические характеристики фотополимерных материалов для DLP-печати проводили с использованием стандартной фотополимерной смолы Universal 503 от компании Ruichen Optoelectronics.

Изготовление образцов для исследования физико-механических характеристик производили на трёхмерном принтере, работающем по DLP-технологии Anycubic Photon Mono SE. Печать производилась с толщиной слоя 0,1 мм и временем засветки слоёв 1,0; 1,3; 2,2; 3,4; 4,6; 5,8 и 7,0 с.

В процессе печати образцов со временем засветки слоёв 1,0 с выявлено, что данное время не может обеспечить достаточную связь слоёв между собой, что проявлялось в гелеобразовании в фотополимерном материале и срывах печати.

Увеличение времени засветки в исследуемом диапазоне (до 7 с) приводит к увеличению предела прочности при растяжении на 34% и модуля упругости при растяжении на 16%. В свою очередь относительное удлинение при растяжении с увеличением времени засветки снижается.

Увеличение времени засветки оказывает значительное влияние на действительные размеры образцов. При повышении времени засветки до 3,4 с относительные размеры образцов увеличиваются и достигают трехмерной модели. Дальнейшее повышение до 7 с приводит к приросту относительных размеров, что объясняется явлением перезасветки молекул близлежащих к отверждаемому контуру.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективными механическими и упругими характеристиками по отношению к затраченному на печать времени, а также наиболее точно воспроизводящими цифровую модель являются образцы при времени засветки слоёв в диапазоне 2,2–3,4 с.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ НА СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ DLP-ПЕЧАТИ

Увеличение толщины слоя в DLP-печати приводит к росту времени, затрачиваемому на технологический процесс изготовления изделий.

В работе исследовали влияние толщины слоя DLP-печати на физико-механические и поверхностные характеристики фотополимерного материала Universal 503 компании Rich-Opto.

Печать образцов производили в вертикальном по отношению к рабочей поверхности направлении на DLP-принтере ANYCUBIC Mono SE с временем засветки 2,2 с и толщиной слоя 50, 80 и 100 мкм, с последующей дозасветкой в течении 60 минут при температуре 60 °С.

При исследованиях образцов на растяжение при снижении толщины слоя засветки (от 100 до 50 мкм) предел прочности увеличивается на ~ 4%, модуль упругости – на ~ 6%, относительное удлинение – на ~ 5%, а коэффициент Пуансона изменяется в пределах погрешности эксперимента (~ 1%). Вместе с тем уменьшение толщины слоя от 100 до 50 мкм позволяет сократить время печати в 3,3 раза.

Исследование образцов на изгиб показывает, что снижение толщины слоя в два раза приводит к увеличению предела прочности на 27%.

Деформации образцов в результате печати и постобработки линейно зависят от высоты слоя. Так с уменьшением толщины слоя усадка по длине уменьшилась в 1,77 раза, а по толщине при установленном времени засветки для толщины слоя 50 мкм выявлен рост линейных размеров, что объясняется явлением перезасветки.

Определена линейная зависимость шероховатости боковой поверхности образцов от толщины слоя. При снижении толщины с 100 до 50 мкм отмечается уменьшение шероховатости Ra в 1,5 раз.

Толщина слоя при DLP-печати, как технологический параметр, обуславливает качество поверхности напечатанной модели и оказывает незначительное влияние на физико-механические характеристики в готовых изделиях. С учетом незначительного изменения физико-механических характеристик, для оптимизации процесса печати с удовлетворительными внешними характеристиками рекомендуется применять толщину слоя 80 мкм.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА БЕТОНА ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Суть трехмерной технологии заключается в формировании изделия путем выдавливания малоподвижной пластичной бетонной смеси через формообразующий элемент. При этом бетонная смесь должна быть достаточно подвижной, чтобы принимать необходимую форму, и в тоже время она должна обладать достаточной пластической прочностью, чтобы сопротивляться действию собственного веса и сохранять свою форму неизменной.

Основные составляющие бетонной смеси для трехмерной печати: вяжущее, заполнитель, вода затворения.

Расчет состава бетона для 3D-печати сводятся к решению системы уравнений, которые связывают между собой расходы компонентов и их свойства с заданными характеристиками бетонной смеси и бетона:

$$R_B = R_C \cdot A \cdot \left(\frac{C}{B} \pm 0,3 \right), \quad \frac{B}{\rho_B} + \frac{C}{\rho_C} + \frac{P}{\rho_P} = 1,$$

$$\varepsilon_{np} = 11,7 \cdot \left(\left(\frac{B}{C} - \frac{P \cdot V_P}{C} \right) \cdot 100 - НГ \right) + 0,032 \cdot \left(\left(1 - \frac{B}{\rho_P} \right) \cdot 100 - 37 \right)^3 + 137,$$

где R_B – заданная прочность бетона, МПа; R_C – активность цемента, МПа; A – коэффициент, учитывающий качество заполнителей; C , B , P – расход цемента воды, песка на 1 м³ бетона, кг; ρ_B – плотность воды, кг/м³, ρ_C , ρ_P , ρ_B – плотность зерен цемента, песка, кг/м³; V_P – водопотребность песка, НГ – нормальная густота, %.

В результате решения системы уравнений получили теоретически оптимальное соотношение компонентов бетонной смеси. В лаборатории проверили полученный состав на соответствие основным параметрам. Рассчитанная бетонная смесь слишком рыхлая и рассыпчатая, что говорит о недостаточности воды затворения. Увеличение соотношения B / C с 0,51 до 0,55 позволяет получить смесь однородной консистенции, которая обладает хорошей формуемостью, и позволяет сформировать ровные слои, выдерживающие нагрузку от вышележащего слоя.

Динамическая вязкость составляет 738,7 мПа·с, при этом начало схватывания составляет 47 мин, а конец схватывания 72 мин.

Студ. А.В. Мартынич
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОНСТРУКЦИЯ ПРОТЕЗА ПАЛЬЦА РУКИ И ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

При осуществлении жизнедеятельности человека – быт, работа, активный отдых - к сожалению, возникают болезни, происходят травмы, приводящие к ампутации частей конечностей. Кроме ухудшения здоровья это приводит к снижению качества жизни, экономическим потерям и, как следствие, к психологическим стрессам. Потеря пальцев рук хотя и не оказывает серьезных влияний на организм человека, но снижает способности пострадавшего к самообслуживанию и выполнению ряда рабочих функций. Отсюда очевидно желание восстановить отсутствующий палец. Как минимум может быть устранен косметический дефект его отсутствия эстетическим протезом.

Для восстановления функциональности пальца применяют более сложные конструкции. Наиболее функциональными считаются бионические протезы, однако они при этом и самые дорогостоящие, поэтому могут быть малодоступны людям, которые осуществляют трудовую деятельность в травмоопасных производствах. Но существует и промежуточное решение между эстетическим и бионическим протезами – восстановление части двигательных и хватных функций с некоторой долей эстетики применением активных механических тяговых протезов. Пальцы у всех людей имеют индивидуальную конфигурацию, следовательно, и конструкция протеза, особенно – место посадки на руке, желательно иметь соответствующие.

На современном уровне развития и доступности технологий аддитивные технологии наиболее приемлемы для изготовления таких протезов: не требуется оснастка, трехмерная модель по снятым меркам может быть адаптирована для каждого пациента, возможна подгонка посадочного места с использованием дешевых материалов, а время изготовления протеза фактически связано только со временем его печати. Также современные возможности трехмерного моделирования и аддитивных технологий позволяют воплощать дизайнерские решения для повышения эстетических показателей протезов и улучшения морального состояния пострадавшего. Исследования и разработки в области протезирования относятся к приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь.

Цель работы – разработать параметризованную модель конструкции протеза пальца для изготовления его с применением аддитивных технологий.

Произведен анализ существующих моделей-аналогов протезов пальцев, получаемых методами аддитивного синтеза, изучены отзывы травмированных об опыте использования протезов. По моделям из доступных источников изготовлены прототипы разрабатываемого изделия для различных случаев ампутаций, осуществлена примерка на добровольце. По сформулированным требованиям к конструкции протеза. разработана параметрическая модель и лист-опросник для удаленной работы с потенциальными пациентами над индивидуальным протезом. Разработана технологическая схема, которая включает кроме собственно технологических этапов и операций, также работу с пациентом и индивидуализацию параметризованной модели с примерками. Протезы могут быть изготовлены аддитивным технологическим процессом экструзией материалов как наиболее дешевый вариант, который также может быть использован для проверки работоспособности конструкции протеза и привыкания к нему, или аддитивным технологическим процессом фотополимеризации в ванне – изделия более дорогие, но метод обеспечивает более высокую точность и детализацию декоративных элементов. Протезы по каждой из приведенных технологий могут быть окрашены.

Расчет экономических показателей продемонстрировал конкурентоспособность разработанного изделия. Полученные результаты могут быть внедрены в практику протезирования после прохождения соответствующих процедур.

УДК 7.021.23

Студ. Д.В. Степаненко

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

МАКЕТ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА И ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Полимерные аддитивные технологии находят все более широкое применение благодаря возможности изготавливать на основе компьютерных трехмерных моделей объекты сложной конфигурации без применения дорогостоящей оснастки, что особенно важно при единичном и мелкосерийном производстве. Это преимущество и достаточно широкий спектр материалов позволяют решать оперативно ряд

технических задач в различных областях: от изготовления прототипов до функциональных нагруженных изделий. В том числе изготавливают макеты действующих производственных участков (промышленное макетирование), что позволяет наглядно презентовать как планировку, так и принцип осуществления технологического процесса на участке. Особенно важен такой подход в макетном проектировании при организации новых производств, а также для обсуждения и демонстрации потенциальным инвесторам предлагаемых идей проекта. Рассмотрение чертежей планировки и технологических схем занимает больше времени и требует соответствующей квалификации, в то время как трехмерные реальные объекты в масштабе позволяют сконцентрироваться на сути технических решений проекта. В БГТУ разработана технология прессования предварительно пластицированной заготовки (пласт-формование), которая позволяет решить ряд экологических проблем путем производства изделий из полимерных отходов, которые в настоящее время захораниваются, что соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь. Опыт многочисленных компьютерных презентаций технологии пласт-формования перед заказчиками привели к решению создать макет производственного участка.

Цель работы – разработать макет производственного участка с возможностью создания планировки с учетом планируемой к выпуску продукции и мощности оборудования, возможных конфигураций производственных площадей и требований безопасности при обслуживании оборудования.

В ходе работы выбрана линейка применяемого основного оборудования для технологии пласт-формования - экструдеры и прессы – различной производительности для экструдеров и усилия прессования для прессы. Разработаны их компьютерные модели с допустимыми упрощениями геометрии. Для демонстрации принципа работы оборудования модели имеют подвижные элементы, конструкция которых не предусматривает сборку, а печать всей конструкции происходит одновременно. Конструкция сопрягаемых подвижных элементов отработана отдельно. С применением аддитивных технологий – экструзией материала и фотополимеризацией в ванне – изготовлены модели основного оборудования в масштабе 1:50. Для обозначения зоны безопасного расстояния от оборудования до ограждений или соседнего оборудования на нижней части моделей закреплена прозрачная жесткая пленка соответствующих размеров с контрастным контуром.

Так как конфигурация производственного участка может быть различной, предложено подмакетник сделать из отдельных элементов,

размеры которых приняты с учетом унифицированных расстояний для промышленных зданий. Тем не менее подмакетнику требуется некоторая монолитность, которую обеспечили магнитным соединением между собой. Для элементов подмакетника использовали трехслойные сэндвич-панели, а для размещения в них магнитов использовали специально разработанные держатели, которые изготавливали аддитивным технологическим процессом экструзией материала.

Для более надежного размещения моделей на подмакетнике также использовали магнитные материалы: покрытие подмакетника – магнитно-маркерная пленка, на основании моделей – магнитная лента. Для понимания расстояний на подмакетнике на его маркерной поверхности нанесена механическим способом сетка. Маркерная поверхность позволяет также наносить разметку в ходе проектирования и обсуждения планировки оборудования и подводящихся к нему коммуникаций, траектории перемещения рабочих и т.д.

Разработанный и изготовленный макет будет использован при демонстрации технологии пласт-формования и в макетном проектировании соответствующего производственного участка.

УДК 678

Студ. А.В. Максимцова, Д.В. Савицкая, Д.В. Живушко
Науч. рук.: канд. техн. наук, зав. кафедрой О.И. Карпович;
канд. техн. наук, доц. А.Л. Наркевич;
зав. лабораторией А.Н. Калинка
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

ТРЕХСЛОЙНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И СТЕКЛЯННЫХ ТКАНЕЙ

Для решения ряда гражданских (мониторинг местности, природных явлений, передача малых грузов) или военных задач все шире используются беспилотные летательные аппараты. Один из способов повышения эффективности полета – снижение массы элементов конструкции аппарата, что может быть достигнуто применением полимерных композиционных материалов. Исследования в области беспилотных транспортных средств и композиционных материалов относятся к приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь. Трехслойные («сэндвич»-) конструкции, состоящие из двух внешних армированных слоев и внутреннего слоя - заполнителя позволяют по сравнению со сплошным армированным материалом обеспечить требуемую жесткость при изгибе при меньшей массе конструкции.

Цель работы – оценить влияние структуры трехслойных конструкций на их удельную жесткость при изгибе.

Для изготовления внешних слоев применяли эпоксидное связующее пониженной вязкости и стеклоткань (40 мас.%) саржевого переплетения с поверхностной плотностью 100; 160 и 300 г/м². Стеклоткань пропитывали связующим, контролируя его содержание путем взвешивания композиции, а для повышения качества пропитки и снижения пористости применяли вакуумирование в течение 4 мин. Затем формировали пластины в один и два слоя ткани для каждого переплетения под давлением 0,1 МПа в течение 1–2 минут. Отверждение связующего при давлении 1 кПа на сформированные пластины осуществляли в два этапа: при комнатной температуре – 24 ч, при 80°C – 6 ч. Для внутреннего слоя-заполнителя использовали нетканый полиэфирный материал **Lantor Coremat марок Xi** и **XM** толщиной 1 мм. Заполнитель (30 мас.%) пропитывали тем же эпоксидным связующим.

Трехслойные конструкции составляли по типичной схеме из подготовленных слоев: внешний – внутренний – внешний. Связующее внутреннего слоя выполняло роль клеевого слоя для связи с внешними слоями. Значения усилий и температуры при формировании трехслойных конструкций соответствуют значениям при формировании внешних слоев. Размеры образцов для испытаний на трехточечный изгиб выбирались с учетом податливости образцов и имеющейся испытательной оснастки: ширина – 40 мм; длина – 100 мм. В ходе эксперимента жесткость при изгибе (Па·м⁴) определяли по начальному линейному участку диаграммы деформирования.

Естественно, увеличение количества слоев ткани во внешних слоях трехслойных конструкций, а также поверхностной плотности ткани привело к повышению жесткости при изгибе трехслойных конструкций пропорционально увеличению поверхностной плотности тканей. Для сравнения жесткости при изгибе трехслойных конструкций различной структуры применяли отношение жесткости при изгибе к поверхностной плотности трехслойных конструкций. Получили, что удельная жесткость в конструкциях с одним слоем ткани во внешнем слое незначительно (не более 10%) возрастает при применении тканей с большей поверхностной плотностью, а в конструкциях с двумя слоями ткани во внешнем слое – происходит увеличение до 25%. Марка материала для слоя-заполнителя не повлияла на показатели жесткости – выбор марки будет определяться только их технологичностью. Использование полученных данных о жесткости при изгибе трехслойных конструкций из вышеперечисленных компонентов при расчете изделий из них позволит повысить уровень соответствия результатов расчета и поведения реального изделия.

КОНСТРУКЦИЯ ПОДДОНА С МАСЛОСТОКОМ ПОД РУЛОННУЮ ЛИСТОВУЮ СТАЛЬ, ТЕХНОЛОГИЯ И ОСНАСТКА ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

В результате жизнедеятельности человека накапливается множество различных отходов. В Республике Беларусь ряд предприятий успешно осуществляют деятельность по сбору бытовых отходов и отходов производства с целью извлечения из них коммерчески привлекательных компонентов, например, цветных металлов из непригодных для использования проводов и кабелей. Однако образующийся при этом отход в виде оболочек проводов и кабелей с частицами металла применения не находит, а к сожалению, накапливается на производствах или захоранивается. В БГТУ разработана технология пластформования, позволяющая перерабатывать такого рода отходы. Предыдущие исследования показали, что они могут быть переработаны в композиции с термопластичными материалами. Так как применяемые для оболочек материалы достаточно эластичные, то получаемая композиция на их основе также имеет невысокий модуль упругости. Это свойство можно использовать для создания конструкций, которые должны относительно легко деформироваться под рабочей нагрузкой, например, покрытия, подкладки и т.п. В то же время на предприятии ООО «Миорский металлопрокатный завод» для хранения рулонной листовой стали используют импортные поддоны. Описанный выше композиционный материал вполне может быть пригоден для изготовления поддонов под рулоны стали.

Цель работы – вовлечение отходов изоляции проводов в гражданский оборот путем переработки пластформованием в изделие – поддон с масломостоком под рулонную листовую сталь.

Разработана конструкция поддона, которая обеспечивает рациональное хранение рулонов на складе, их фиксацию на незащищённой поверхности, предотвращает потертости и надавы на рулоне. Для того чтобы можно было использовать поддон для рулонов различных диаметров верхняя поверхность выполнена с уклонами 7° к центру поддона. В процессе изготовления листовой стали происходит их обработка маслом и при их хранении происходит стекание излишков масла, поэтому на верхней поверхности поддона с двух сторон предусмотрены маслостоки и маслосборники с уклоном 3° . Для обеспечения технологичности конструкции на оборотной стороне поддона предусмотрены ребра жесткости с относительно небольшим шагом.

Все вертикальные стенки и ребра имеют технологический уклон. Для производства поддонов разработана технологическая оснастка (пресс-форма). По предварительной оценке, технико-экономических показателей можно сделать вывод, что производство поддонов будет рентабельным. Результаты работы могут быть использованы для разработки бизнес-плана проекта по производству поддонов или изделий близкой конфигурации.

УДК 631.417.2

Студ. Е.Ю. Дорожко
Науч. рук. доц. Ю.Г. Янута
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ПЕРЕХОДНОГО ТОРФА

Гуминовые кислоты представляют собой обширный и реакционноспособный класс природных высокомолекулярных соединений. Их обнаруживают в составе органического вещества почв, природных вод и твердых горючих ископаемых [1].

Известно, что гуминовые соединения характеризуются широким спектром катион- и анионоактивных функциональных групп. Наиболее представительными среди них являются кислородсодержащие функциональные группы и в первую очередь карбоксильные и гидроксильные. Именно данные функциональные группы и определяют ионообменные свойства гуминовых кислот, способность их к растворению и агрегации в зависимости от рН среды, ионной силы раствора и ряда других факторов. Традиционным методом выделения гуминовых кислот является их извлечение путем щелочной обработки каустобиолитов и в первую очередь торфа. Как правило, такая обработка осуществляется однократно. В литературе нет данных по изменению состава и свойств гуминовых кислот при их последовательном извлечении из сырья. В качестве сырья использовали переходной торф с влажностью 52%, зольностью 14%. Извлечение гуминовых кислот осуществляли обработкой 1 н NaOH при гидромодуле 10. Суспензию выдерживали в течение 24 суток после чего разделяли центрифугированием. Замеряли массу и содержание растворенных ГК в фугате, а нерастворимый осадок повторно заливали водой. Выделенные ГК переводили в Н-форму путем осаждения раствором HCl при рН 1, осадок разделяли, обрабатывали 0,1 н HCl. На последнем этапе ГК отделяли от свободной HCl путем промывки дистиллированной водой.

Целью работы являлось установление различий по количественному составу кислородсодержащих функциональных групп у полученных фракций ГК. Содержание карбоксильных и гидроксильных групп определяли баритовом и Са-ацетатном методом согласно [2].

В результате проведенных исследований было установлено снижение количества кислородсодержащих групп гуминовых кислот при последовательном их выщелачивании. Последовательная обработка сырья щелочным раствором позволяет получать гуминовые соединения с различным удельным содержанием карбоксильных и гидроксильных групп. Можно констатировать, что ростом кратности в раствор переходят менее окисленные ГК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1990. – 325 с.
2. Лиштван, И.И. Основные свойства торфа и методы их определения / И.И. Лиштван, Н.Т. Король. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.

УДК 678

Студ. А.В. Гермель

Науч. рук.: канд. техн. наук, зав. кафедрой О.И. Карпович;
канд. техн. наук, доц. А.Л. Наркевич
(кафедра механики и конструирования, БГТУ)

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ КАРТ-ПРОПУСКОВ

Одно из приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь – решение вопросов экологии путем вовлечения отходов в гражданский оборот. Для ряда бывших в употреблении изделий на основе термопластичных полимеров (полиэтиленовая пленка, бутылки из-под напитков) проблема практически решена путем переработки их в сырьевые материалы или изделия традиционными технологиями. Но относительно изделий, которые состоят из нескольких трудно разделяемых слоев различных по природе полимеров, а также имеют неплавкие компоненты – проблема их переработки остается практически нерешенной. К таким изделиям относятся и идентификационные карты-пропуски (далее – карты). В БГТУ разработана технология прессования предварительно пластицированной заготовки (пласт-формование), которая позволяет перерабатывать смешанные полимерные отходы с наполнителями.

Цель работы – определить возможность применения метода пласт-формования для переработки карт в изделия, а также свойства получаемых материалов. На первом этапе исследований произведена

разделка карт на составляющие полимерные слои и электронные компоненты (цветные металлы, стеклопластик и др.). С помощью инфракрасной спектроскопии определена полимерная основа для пластмассовых элементов карт: жесткая основа – полистирол (ПС); гибкое покрытие электронных компонентов – поливинилхлорид (ПВХ), защитное пленочное покрытие – полиэтилентерефталат с клейким слоем нераздельно соединена с бумагой с личными данными.

На втором этапе определяли температуру, наиболее приемлемую для пластикации композиции, и роль каждого из компонентов в композиционном материале. Для ПВХ характерна низкая температура термической деструкции, поэтому для этого полимера проводили эксперимент по определению такой температуры, при которой уже происходит течение полимера, но еще не наблюдаются признаки деструкции. На основе возможных диапазонов температур плавления предположили, что ПС и ПВХ могут в композиции выполнять роль связующего, а остальные компоненты – роль наполнителя.

На третьем этапе – производили оценку способности карт, содержащих металл и клейкие слои, к измельчению во фрезерной дробилке. Результаты показали способность материала к измельчению, однако производительность дробления несколько ниже типичной для однородных пластмасс ввиду наличия липких клейких слоев.

На четвертом этапе с измельченной композицией карт, меловой (применяли для «связывания» липкого слоя) и технологической (лубрикан) добавками и красителем (суперконцентрат) на основе подобранных температурных режимов проводили пробное пластицирование в экструдере, которое показало положительные результаты: масса пластицируется без заметных признаков разложения и имеет достаточно вязкую консистенцию для перемещения в пресс-форме. Затем получали из пластицированной массы прессованием плиты-заготовки на основе двух композиций: карта со всеми компонентами и карта без защитного пленочного покрытия с неотделяемым бумажным слоем.

На завершающем этапе проводили испытания образцов материалов. Полученные материалы обладают относительно невысокой усадкой; значение водопоглощения – соизмеримо со значениями для полистирола в композиции без бумаги и выше в 1,5 раза в композиции с бумагой. При изгибе было выявлено хрупко-пластичное поведение материалов, а при растяжении – хрупкое ввиду присутствия наполнителей, однако для обеих композиций получили практически близкие значения модуля упругости и прочности при изгибе, растяжении и срезе. Исследования показали, что карты можно перерабатывать методом пласт-формования для получения малонагруженных изделий, в том числе декоративного назначения.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В АСУ ТП

Под защитой информации в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП) следует понимать комплекс практических взаимосвязанных мероприятий, направленных на предотвращение раскрытия, несанкционированного использования, изменения, искажения, уничтожения, копирования, шпионажа и прочих негативных вмешательств в АСУ ТП. Типичная АСУ ТП имеет от двух до трёх уровней сетевой архитектуры. На современных предприятиях все чаще реализуется единая среда управления в корпоративной сети в которой размещены компьютеры и системы, посредством которых осуществляется управление организационной и финансовой деятельностью. Часть компьютеров может иметь доступ к серверам АСУ ТП, содержащим накапливаемую о технологическом процессе информацию. Сеть АСУ ТП может иметь верхний уровень (станции операторов и инженеров АСУ ТП, серверы баз данных, серверы приложений), средний уровень (программируемые логические контроллеры) и нижний уровень (датчики сбора данных и исполнительные механизмы). Связь между уровнями обеспечивается коммуникационными серверами или контроллерами. Современной тенденцией является использование IP и Ethernet сетей на верхнем и среднем уровнях. Всё чаще промышленные устройства имеют Ethernet порты и IP протоколы, которые используются на всех уровнях сети АСУ ТП. Таким образом, особенностью сетей АСУ ТП является использование в дополнение к IP ещё и специализированных протоколов, которые если и затрудняют проникновение, то, как показывают инциденты, не для профессионалов. Следует отметить, что соединение по специальным протоколам, как правило, не предусматривает средств защиты. Приведём перечень основных угроз АСУ ТП, отмеченных в реальных инцидентах: – атаки на SCADA; – атаки на PLC, уязвимости PLC – атаки на инфраструктуру и оперативную систему (вирусы, троянские программы, черви, DDoS-атаки, ARP-спуфинг – перехват трафика после объявления себя маршрутизатором); – атаки на протоколы, уязвимость протоколов (OPC – переполнение буфера, нестойкий пароль); – атаки баз данных – практические атаки. Вследствие длительности эксплуатации АСУ ТП и существенного изменения состава и качества совре-

менных угроз необходимо проектировать и реализовывать информационную безопасность систем с учётом тенденций развития киберугроз. С другой стороны, необходимо проводить регулярную работу по нейтрализации возникающих или потенциальных угроз на работающих системах. Совокупность нейтрализующих мер можно разделить на две группы: административно-организационные и программно-технические. Первая группа мер связана с формированием программы работ по обеспечению информационной безопасности (ИБ) АСУ ТП и разработкой набора документов, которые регламентируют высокоуровневый подход по обеспечению ИБ, а также описывают политику развития системы ИБ АСУ ТП. Кроме того, формируется пакет организационной документации, направленной на создание и поддержание режима ИБ АСУ

ТП. Программно-технические меры образуют основной набор средств обеспечения ИБ АСУ ТП. На этом уровне реализуются следующие сервисы ИБ: управление доступом, обеспечение целостности, обеспечение безопасного межсетевого взаимодействия, антивирусная защита, анализ защищённости, обнаружение вторжений, управление системой ИБ. Конкретные требования к перечисленным сервисам предъявляются на основании анализа обрабатываемой информации и оценки угроз безопасности АСУ ТП. Каждая группа мер в зависимости от необходимости и возможностей предприятия может осуществляться на одном из трёх уровней. Базовый уровень включает механизмы, традиционные для большинства информационных систем. Средний уровень предполагает выполнение начальных мероприятий, обеспечивающих реализацию управляемых защитных функций по обеспечению ИБ. На расширенном (высоком) уровне реализуются мероприятия, поддерживающие и расширяющие базовый и средний уровень, но для их реализации может потребоваться дополнительная экспертиза. Зона ЛВС АСУ ТП отделяет критичные системы АСУ ТП и состоит из нескольких функциональных зон. Нулевой уровень – датчики сбора данных и исполнительные механизмы. Первый уровень – узлы коммутации, обеспечивающие подключение датчиков к ПЛК. Второй-третий уровень – ПЛК, рабочие места операторов, серверы хранения данных. Могут использоваться межсетевые экраны и IDS. Демилитаризованная зона обеспечивает связность корпоративной ЛВС и ЛВС АСУ ТП. Она содержит только некритичные системы, которым необходим доступ к корпоративной ЛВС и ЛВС АСУ ТП, состоит из нескольких функциональных зон и отделена межсетевыми экранами и IPS. Однако перед научным сообществом поставлены серьёзные задачи в области развития фундаментальной и прикладной науки, технологий и

средств обеспечения безопасности автоматизированных систем управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обеспечение информационной безопасности АСУ ТП с использованием метода предиктивной защиты Вопросы кибербезопасности. 2019. № 2.

2. Гарбук С. В., Гриняев С. Н., Правиков Д. Ю., Полянский А. В. Обеспечение информационной безопасности АСУ ТП с использованием метода предиктивной защиты Текст научной статьи по специальности «Компьютерные и информационные науки».

УДК 658.512

Курсант А.А. Кашко

Науч. рук. преп. Н.Н. Лавринчик

(кафедра РЭТ ВВС и войск ПВО БГУИР, г. Минск)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

В условиях стремительно развивающихся технологий предприятиям необходимы новые решения, позволяющие:

- увеличивать объемы выпускаемой продукции;
- осуществлять трудоемкие технические задания за меньший промежуток времени;
- сокращать расходы сырья и отходов;
- выполнять недоступную человеческим рукам работу.

Решить данный ряд задач под силу только инновационным системам, таким, как автоматизация производства, т.е. передача управленческих и контрольных функций от человека к техническому оборудованию.

Основная роль внедрения систем автоматизации – повышение уровня эффективности, мобильности и облегчения труда сотрудников. Благодаря этим изменениям возрастает уровень конкурентоспособности на рынке, идет мощное использование ресурсной базы.

Автоматизация производства может быть осуществлена в нескольких вариантах.

1. Частичная. Автоматизации подвергается лишь некоторое оборудование, которое выполняет ряд действий, недоступных или сложных для человека.

2. Комплексная. Охватывает производственную цепь отдельного цеха или узла, выполняющего ряд действий по решению определенной задачи.

3. Полная. Осуществляется переход контроля и управления на специальное оборудование, охватывающее все этапы производства. Это происходит в случае устойчивого и практичного режима, а также когда условия труда крайне опасны или непосильны для работника.

Для лучшего определения степени автоматизации следует знать ее эффективность для конкретного типа производства.

Инновационные производственные системы включают в себя:

1. Роботов, внедренных непосредственно в центр промышленного процесса. Их стремительное распространение связано с развитием микроэлектроники.

2. Системы контроля качества. Они функционируют на базе ЭВМ. Технические приложения, отвечающие за оценку уровня качества продукции.

3. Автоматизированные системы проектирования. Используются во время разработок новых изделий и подготовки технико-экономических документов.

4. Гибкие системы. Отвечают за перемещение обрабатываемых технических деталей и смену инструментов.

В виду того, что на улице уже 21 век, человечество давно решило перейти от работы, выполненной вручную, на использование машинной техники. Безусловно, ручной труд ценится и на сегодняшний день. Однако чтобы производительность была более продуктивной, одной такой работы будет мало.

Для того чтобы условия труда были максимально комфортными для людей, а процесс функционирования техники – более усовершенствованным и приспособленным для его легкой эксплуатации, технологами и была создана автоматизация.

На сегодняшний день эта система реализует себя в различных направлениях, к примеру, в таких случаях, как:

1. Автоматизация производства создана для улучшения системы внутреннего труда. Допустим, более укомплектованные машины, позволяющие обеспечить работой больший объем производства.

2. Обучающая система предназначена для работы с техникой, которая дает возможность расширить варианты получения информации, и способствует обучению новым программам.

3. Автоматизация задействует области проектирования, планирования и управления.

Выделяют такие степени автоматизации производства:

- Частичная. Степень, при которой данный процесс прошли отдельные производственные агрегаты и приборы.

- Комплексная. Это степень, когда автоматизации подверглись целые цеха или же отделы. Они работают обособленно и выполняют конкретную задачу.

- Полная. Вид вовлеченности в процесс, при которой производство полностью функционирует автономно.

Чаще всего на предприятия внедряют автоматические процессы первой или же второй степени. Третья же пока остается перспективной и практически не встречается на практике.

Существуют разные системы автоматизации управления производством, например, такие как MMS, ERP и так далее.

Автоматизация производства набирает темпы в различных сферах бизнеса. Владельцы предприятий все больше склоняются к применению такого подхода, и современный рынок предоставляет широкий выбор решений для его реализации. Ключом к успеху становится тщательный анализ конкретных условий и внедрение подходящих технологий. Автоматизация, реализованная с учетом реальных потребностей, может принести предприятию максимальную пользу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрина А.А. Компьютеризация библиотеки // Мир библиотеки-95, вып. 1, с. 34-35.

2. Машиностроение : энциклопедия : в 40 т. / редакционный совет: Фролов К. В. (председатель) [и др.]. Т. 1-4 : Автоматическое управление. Теория / [Е. А. Федосов, А. А. Красовский, Е. П. Попов и др.].

3. Технологии автоматизированного производства. А.А. Жолобов. Учебник для ВУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 624 с.

УДК 663.969+615.453.87

Учащ. Н.А. Кругликова (Национальный детский технопарк);
маг. Л.Д. Курасова (кафедра биотехнологии, БГТУ)
Науч. рук. доц. Е.А. Флюрик (кафедра биотехнологии, БГТУ)

УПАКОВКА ФИТОЧАЯ – ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ НА РЫНКЕ

Фиточай – это популярный напиток современного мира. С каждым годом на рынке становится все больше производителей выпускающих данную продукцию, а разнообразие фиточаев настолько огромно, что может удовлетворить спрос любого, даже самого требовательного покупателя. Привлечь внимание к новой продукции довольно сложно, поэтому создание яркого, привлекающего своей новизной, оригинальностью образа является очень важной задачей, а иногда играет определяющую роль при выборе товара потенциальным потребителем. В ходе нашей работы были разработаны несколько фиточайных композиций, которые характеризуются хорошими вкусовыми и эстетическими показателями.

Образец №1 содержит следующее растительное сырье: черноплодную рябину, гречиху обыкновенную, лаванду узколистную. Обладает антиоксидантными свойствами и др.

Образец №2 содержит: бруснику обыкновенную, душицу обыкновенную, зверобой продырявленный, Melissa лекарственную, мяту перечную, тысячелистник обыкновенный. Обладает иммуностимулирующей активностью и др.

Для Образца №1 разработан следующий вид упаковки: стик (достаточно новое, модное направление упаковки) – измельченное сырье обогащенное экстрактом, высушенное с помощью лиофильной сушки и упакованное в стик. Благодаря обогащению растительного сырья экстрактом, количество измельченного растительного сырья, необходимого для размещения в стике, существенно уменьшается.

Образец №2 – это измельченное растительное сырье, упакованное в скорлупу грецкого ореха. Данный способ позволяет уменьшить использования ценной древесины, необходимой для производства обычных чайных пакетиков – это, во-первых экологично, а во-вторых, скорлупа грецкого ореха обогащает напиток йодом, что в условиях Беларуси является весьма важным.

Разработанные композиции расширяют линейку отечественных фиточаев, предлагают новый вариант комбинирования растительного сырья и отвечает мировым тенденциям о защите экологии и популяризации традиционных напитков.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

| | |
|--|----|
| <i>Кремень Я.В.</i> Особенности количественного состава и таксономической принадлежности микробиоты производственной среды РУП «Белмедпрепараты»..... | 4 |
| <i>Даукиша О.М., Масехнович А.А.</i> Морфологические особенности нитчатых бактерий, вызывающих вспухание активного ила на станциях биологической очистки сточных вод | 6 |
| <i>Радаман А.А., Масехнович А.А.</i> Динамика утилизации органических веществ нитчатыми бактериями, выделенными из биоценозов активного ила очистных сооружений | 7 |
| <i>Сакмаркина П.Г., Масехнович А.А.</i> Удержание биомассы нитчатых бактерий в биореакторах путем иммобилизации на полимерных носителях | 9 |
| <i>Гордейчик Д.А.</i> Кинетика регенерации вспухшего активного ила | 11 |
| <i>Кезик Е.М.</i> Метод определения содержания пробиотиков в биоогурте..... | 13 |
| <i>Янчевская Д.А.</i> Получение гидролизатов белков молочной сыворотки для производства функциональных продуктов | 15 |
| <i>Кошелева А.М.</i> Экспресс-анализ бактериальной обсемененности молока для сыроделия | 17 |
| <i>Гуломкодиров Ж.Х., Петрусевиц В.П.</i> Разработка методик контроля качества геля на основе флавоноидов с ранозаживляющей активностью ... | 19 |
| <i>Косяк Е.И.</i> Оценка однородности микробиологического состава гранул анаммокс-бактерий | 21 |
| <i>Боженкова Е.Ю.</i> Определение содержания экзополисахаридов в культуральной жидкости бактерий, выделенных из активного ила очистных сооружений молокоперерабатывающих предприятий | 23 |
| <i>Ильючик А.В.</i> Производство многокомпонентных таблеток с использованием 3D технологий..... | 25 |
| <i>Насенникова Е.Е.</i> Влияние типа и концентрации пролонгатора на фармацевтико-технологические характеристики таблеток на основе пентоксифиллина | 27 |
| <i>Бобр С.Л.</i> Идентификации лиц с мутантными вариантами генов DPYD и TYMS | 29 |
| <i>Гембицкая В.И., Жуковская Е.В.</i> Получение растительных экстрактов, обладающих противофаговыми свойствами | 31 |
| <i>Ковалева В.В.</i> Выделение стеринов и их производных из биомассы дрожжей, выделенных из окружающей среды | 33 |
| <i>Шевчук В.А.</i> Создание коллекции почвенных актинобактерий – продуцентов антимикробных веществ | 35 |
| <i>Зарихта Т.В.</i> Достоинства и недостатки гигиенической помады..... | 37 |
| <i>Рихсибоев И. Д.</i> Сравнительный анализ растительного сырья Узбекистана и Беларуси | 38 |
| <i>Ермакова О.С., Козлова Ю.С., Учкуронис Д.В.</i> Разновидности очитка (<i>Sedum</i>) | 41 |
| <i>Гузов Д.Н.</i> Важность профессионального образования в экологизации сферы переработки сельскохозяйственной продукции | 43 |
| <i>Леонова К.А.</i> Умная упаковка – тенденции развития | 45 |

| | |
|--|----|
| <i>Протасеня Л.Н.</i> Оценка характеристик косметической продукции с добавлением бетанина | 47 |
| <i>Пиц С.И.</i> Оценка точности результатов количественного химического анализа текстильных материалов | 48 |
| <i>Рустамалиев К.Р.</i> Методы оценки эффективности гомогенизации молока.. | 50 |
| <i>Сенникова Д.А., Спасюк А.Д., Корнейчик Т.Е.</i> Редуцирующие сахара как важнейший критерий выбора сортов картофеля для переработки на чипсы.. | 52 |
| <i>Синькевич Н.В., Кадушкина А.Е., Бельцова А.В.</i> Мотивация персонала организации | 54 |
| <i>Деменкова М.Д.</i> Характеристики качества воды для лабораторного анализа | 56 |
| <i>Литвина С.М., Кузьмина А.А.</i> Упаковка для пищевых продуктов: прошлое, настоящее и будущее | 57 |
| <i>Федосеева А. А.</i> Организация pest-control на пищевом предприятии..... | 59 |
| <i>Язенок В.А.</i> Применение индексов качества питания для оценки рациона питания | 61 |
| <i>Морозов М.В.</i> Структура и электрофизические свойства катиондефицитных производных $NdBa(Fe,Co,Cu)_2O_{5+\delta}$ | 63 |
| <i>Курипченко М.Ю., Сычик К.С., Нечай Ю. А.</i> Антиоксидантная активность экстрактов <i>Thuja occidentalis</i> | 65 |
| <i>Сычик К.С., Курипченко М.Ю.</i> Спектрофотометрическое определение антиоксидантной активности растительных экстрактов | 67 |
| <i>Скорина М.И.</i> Термоэлектрические свойства производных слоистого кобальтита натрия $Na_{0.55}CoO_2$ | 69 |
| <i>Янчук А.С., Климкович Е.В.</i> Стабилизация рН в модельных культуральных средах с различной буферной емкостью | 71 |
| <i>Куницкая В.И.</i> Применение растворимых ингибиторов коррозии для защиты углеродистой стали марки Сталь 3 в контакте с водными растворами карбамидо–аммиачной смеси | 73 |
| <i>Каючкина В.С., Петрусевиц В.П.</i> Расширение возможностей выполнения лабораторной работы по идентификации спиртов в рамках лабораторного практикума по курсу «Физико-химические и химические методы анализа органических соединений» | 75 |
| <i>Антошкина А.П.</i> Цели устойчивого развития Беларуси: анализ достижений | 77 |
| <i>Бацкалевич А.В., Кисель Т.А.</i> Цели устойчивого развития Беларуси: альтернативная энергетика и переработка отходов | 79 |
| <i>Зайкина Т.А.</i> Аксиологические проблемы культуры современного общества | 81 |
| <i>Маслаков А.А., Шелкунов А.А.</i> Общество потребления и его социокультурные особенности | 83 |
| <i>Скальский Н.О.</i> Негативные тенденции ценностных ориентаций в современном обществе | 85 |
| <i>Бобровский Н.А., Щербанюк А.А.</i> Разработка способа улучшения свойств оберточной бумаги при использовании каолина и крахмала | 87 |
| <i>Васильковская С. С.</i> Исследование влияния технологических параметров производства плит на свойства древесного наполнителя | 88 |

| | |
|---|-----|
| <i>Нагорский Т.Ю., Анзоров М.Р.</i> Применение водных растворов силиката натрия для повышения огнестойкости древесностружечных плит | 90 |
| <i>Захарчук Д.Д.</i> Костра льна: состав и перспективы переработки для получения пищевых волокон | 92 |
| <i>Белявская М.А., Гиндуш А.Л.</i> Использование уравнений регрессии различной структуры для создания комбинированной математической модели процесса проклейки бумаги | 94 |
| <i>Гогина К.Г.</i> Оксистабиллизация амарантового масла в косметическом креме | 96 |
| <i>Кислякова А.А.</i> Анализ жирнокислотного состава соусов на основе льняного масла | 98 |
| <i>Корнатовский Д.В., Субоч Ю.С.</i> Синтез 4,4'-дибутилбифенил-3-амин на основе замещенного циклогексена | 100 |
| <i>Михасёв Н.С., Урбанович А.Д.</i> Синтез 4,4'-дибутил-N-п-толилбифенил-3-амин | 102 |
| <i>Липский Е.Ю., Островская А.В.</i> Синтез и превращения оксимов 6-алкенилциклогекс-2-енонов | 104 |
| <i>Маслаков А.А., Рыбакова Я.И.</i> Синтез 3-стирилциклогексенонов | 106 |
| <i>Шелкунов А.А., Русак Е.В.</i> Изучение реакции дибензальацетона с фенилгидразином | 108 |
| <i>Бабок А.В., Рамазанов А.Э., Сорокина С.А.</i> Получение натрия цитрата и установление его подлинности по государственной фармакопее Республики Беларусь | 110 |
| <i>Солоневич В.</i> Сопоставление свойств нефти и жидких продуктов пиролиза изношенных автомобильных шин | 112 |
| <i>Булова А.С.</i> Применение лигниносодержащих отходов в производстве битумных вяжущих | 114 |
| <i>Гаркавая Д.С., Корхов Т.С., Дуброва М.В.</i> Оценка эффективности очистки водной поверхности адсорбентами при разливах нефти и нефтепродуктов... 115 | |
| <i>Дворак Д.С., Ероховец А.А.</i> Термический анализ асфальта пропановой деасфальтизации гудрона и вакуумного остатка тяжелой смолы пиролиза... 116 | |
| <i>Евсевицкая Т.А., Колешко В.Н., Акимов А.В., Лыков С.В.</i> Влияние поликарбоксилатного лигнина на свойства фенолформальдегидной смолы резольного типа | 117 |
| <i>Семенова Д.И., Афонькин В.С., Никитенко В.Ю.</i> Высоконаполненные композиции на основе полиэтилена с золой рисовой шелухи в качестве армирующего наполнителя | 118 |
| <i>Богданович Д.А., Жолнеркевич В.И.</i> Исследование кинетических параметров процесса вулканизации эластомерных композиций, содержащих пластифицирующие компоненты | 119 |
| <i>Асташкевич Е.В., Конопацкий Е.О.</i> Исследование влияния наноксидов металлов на антибактериальные свойства ПЭТ-композиции | 121 |
| <i>Турко А.В.</i> Технологические свойства эластомерных композиций с новым активатором вулканизации | 122 |
| <i>Семененко В.С., Лесогорова А.С.</i> Влияние смесей минеральных наполнителей на свойства полимерной матрицы | 123 |
| <i>Белая Я. М.</i> Изучение возможности производства полимерной упаковки.... 125 | |
| <i>Фикова Л.В.</i> Оптимизация рецептур пленкообразующих систем с высокоэластичными свойствам | 126 |
| <i>Василевская А.Ю.</i> Исследование свойств резиновых смесей и резин при введении радиационного бутилрегенерата | 127 |

| | |
|---|-----|
| <i>Солодова А.С.</i> Исследование свойств протекторных резин, подвергнутых воздействию ионизирующих излучений | 129 |
| <i>Репи В.Ю., Юхлова М.О.</i> Влияние условий синтеза на водопоглощающие свойства суперабсорбентов на основе акриловых мономер | 131 |
| <i>Солодова А.А., Ревина В.А., Пичугина Е.С.</i> Экономические и технологические решения по преодолению санкционных барьеров в производстве ПАО «Казаньоргсинтез» | 132 |
| <i>Хлабыстов Е.Д., Вострикова К.И., Крюков В.А., Малюкова К.Р.</i> Способ введения микроколичеств катализатора на примере бесфосгенного метода производства поликарбоната | 134 |
| <i>Семерунчик А.И., Крюков В.А.</i> Технологические особенности изготовления и использования клеевых композиций на основе полихлоропрена | 136 |
| <i>Писарева И.А., Ревина В.А.</i> Влияние расхода серной кислоты на выделение каучука из латекса | 138 |
| <i>Шاپоров М.В., Семяченок А.И.</i> Извлечение сульфазокрасителей сорбентами на основе хитозана из водных сред | 140 |
| <i>Просяник Д.В.</i> Совершенствование очистки газовых выбросов при производстве и вторичной переработке полимерных материалов | 141 |
| <i>Чернавцев Д.И.</i> Разработка технологической схемы переработки углеродосодержащих отходов с получением биоудобрений и биотоплива..... | 143 |
| <i>Лухменев М.С.</i> Совершенствование переработки твердых остатков, полученных со стадии термической утилизации органических отходов..... | 144 |
| <i>Закирова М.И.</i> Облепиха как источник биоактивных компонентов губной помады | 146 |
| <i>Куликова А.Ю.</i> Особенности выделения каротиноидов болгарского перца... | 148 |
| <i>Пичугина Е.С.</i> Сравнительная характеристика некоторых полисахаридов как пленкообразователей | 150 |
| <i>Умнова А.В.</i> Некоторые закономерности выделения БАВ базилика | 152 |
| <i>Данцева С.В., Забугина В.В.</i> Получение новых смесевых БАС растительного сырья и изучение их свойств | 154 |
| <i>Овчаренко С.Р., Земляк А.А.</i> Разработка водонабухающих эластомерных материалов на основе регенерированных полимеров | 156 |
| <i>Ревина В.А., Писарева И.А.</i> Гибридный коагулянт на основе хлорида натрия и таурина в производстве эмульсионных каучуков | 157 |
| <i>Помогалова В.В., Боярчук Ю.В.</i> Обеспечение техногенной безопасности пищевых предприятий | 159 |
| <i>Золотарев Д.В.</i> Разработка мастербатчей на основе «вторичных» каучуков и технического углерода | 161 |
| <i>Широбокова А.В., Цинов А.А.</i> Получение и цветометрические характеристики гидрофобных антоциановых и флавоноловых соединений из растительного сырья | 163 |
| <i>Смотров А.А., Уварова Ю.А.</i> Получение, свойства и применение модифицированных природных флавоноидных соединений | 165 |
| <i>Атросенко А.И.</i> Влияние углеродных наполнителей на электропроводящие свойства натурального латекса..... | 166 |

| | |
|---|-----|
| <i>Кузьмина А.А., Литвина С.М.</i> Исследование особенностей миграции химических веществ из бумажной и полимерной упаковки в пищевые продукты и окружающую среду (проект FoodSafeBioPack) | 158 |
|---|-----|

Секция ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ

| | |
|---|-----|
| <i>Вангул Г.А.</i> Переработка осадков сточных вод гальванического производства с получением цветных глазурей | 171 |
| <i>Старовойтова Т.Л.</i> Литейное производство как источник образования отходов | 172 |
| <i>Старовойтова Т.Л.</i> Коагулянт из отходов литейного производства для очистки от коллоидных органических примесей | 173 |
| <i>Хрушкова Д.Д.</i> Переработка пикельного раствора кожевенного производств | 174 |
| <i>Шило И.С.</i> Очистка выбросов от летучих органических соединений | 175 |
| <i>Козырь В.С., Поволанский А.В.</i> Загрязнение поверхностных водных объектов биогенными элементами в Республике Беларусь | 176 |
| <i>Сайлауова А.Е.</i> Характеристика нефтесодержащих отходов | 177 |
| <i>Апанасевич Д.А.</i> Оценка влияния токсикантов на рост и развитие тест-растений | 179 |
| <i>Алексанина М.А.</i> Электрокоагуляционная очистка промывных сточных вод гальванических производств | 180 |
| <i>Павлова Е.С.</i> Яблочные выжимки как вторичные материальные ресурсы ... | 181 |
| <i>Доминиковская И.В.</i> Поиск новых направлений использования отходов производства сахара | 182 |
| <i>Самусенко К.К.</i> Выбор установок очистки выбросов от древесной пыли на предприятиях по изготовлению мебели | 183 |
| <i>Гришкевич Е.А.</i> Процесс нанесения лакокрасочного покрытия на поверхность детали как объект воздействия на атмосферный воздух | 184 |
| <i>Баркун Т.А.</i> Характеристика систем обеспыливания выбросов, образующихся на предприятиях по изготовлению керамической плитки | 185 |
| <i>Трибуш Д.Л.</i> Обнаружение утечек и дефектоскопия наружных водопроводных сетей | 186 |
| <i>Руль В.В., Воронович А.А.</i> Получение пигментов из отработанных электролитов никелирования осаждением никеля фосфатом натрия | 188 |
| <i>Мантуш А.О., Германович С.А.</i> Получение пигментов на основе отработанных электролитов хромирования | 189 |
| <i>Хортоломей Е.А., Свирская Д.М.</i> Получение чёрных пигментов из отработанных электролитов никелирования | 190 |
| <i>Борисевич А.Д., Богданова А.А.</i> Получение зелёных пигментов из отработанных электролитов никелирования осаждением никеля гидроксидом натрия | 191 |
| <i>Заблоцкий А.П., Игнатчик П.А.</i> Получение жёлтых пигментов из отработанных электролитов никелирования | 192 |
| <i>Боярина Е.Ю.</i> Направления использования цинксодержащей пыли | 193 |
| <i>Шумченко Е.С.</i> Характеристика отходов гальванического производства | 194 |
| <i>Меметкулыев З.М., Сикорский Д.Н.</i> Характеристика отходов лесозаготовки..... | 195 |
| <i>Мирзаев Р.А.</i> Ферритизация осадков сточных вод гальванического производства | 196 |
| <i>Шпиталёва Х.И., Кузьмитович Е.Г.</i> Переработка гидролизного лигнина..... | 197 |

| | |
|---|-----|
| <i>Грибовский Д.А., Фадеева А.М.</i> Разработка методики определения Fe^{+2} цветометрическим методом | 198 |
| <i>Карловская Т.В.</i> Процессы обжига серосодержащего сырья | 199 |
| <i>Васинкевич А.А., Симончик А.А.</i> Получение кормового фосфата аммония из экстракционной фосфорной кислоты | 201 |
| <i>Перковский И.В.</i> Получение гидроксидфосфатных соединений алюминия золь-гель методом | 202 |
| <i>Шинявская Я.А.</i> Исследование процесса противоточной отмывки высокодисперсного алюмофосфата | 204 |
| <i>Мохорт М.С., Касатов А.Д.</i> Современные методы получения фульвогуминовых удобрений из бурого угля..... | 205 |
| <i>Шкраба Ю.А.</i> Строительный гипс из отходов производства | 206 |
| <i>Жизневская Т.В.</i> Получение ячеистого бетона с использованием искусственного гипсового камня | 207 |
| <i>Мельник А.Д.</i> Использование фосфогипса для получения портландцементного клинкера | 209 |
| <i>Акулич А.В.</i> Получение расширяющей сульфферритной добавки для безусадочных растворов и бетонов | 210 |
| <i>Прищепина В.С.</i> Влияние конструкции распределительной решетки на гидродинамику в абсорбере | 212 |
| <i>Кашевич А.Н.</i> Влияние формы тела подвижной насадки на ее аэродинамику | 213 |
| <i>Глеумурадов А.А.</i> Интенсификация теплоотдачи через изменение геометрии поверхности теплообмена | 214 |
| <i>Ширвель А.А.</i> Электрохимическое получение хитозановых покрытий на сплавах магния | 215 |
| <i>Инфорович С.Ю.</i> Исследование эффективности ингибиторов коррозии в среде КАС для стали марки СТ08КП..... | 216 |
| <i>Корнелюк Л.Н., Гречуха С.П.</i> Исследование кварцевых песков Республики Беларусь для использования в производстве листового стекла..... | 217 |
| <i>Волощук Д.В.</i> Разработка составов керамического кирпича с использованием осадков сточных вод теплоэлектростанций | 218 |
| <i>Драенкова Е.Ю.</i> Получение волластонитовой керамики и использованием сырья Республики Беларусь | 219 |
| <i>Будовой К.Д.</i> Разработка составов масс и технологии получения хозяйственного фарфора на основе глинистого сырья Республики Беларусь | 220 |
| <i>Голуб А.О.</i> Глушение глазурей диоксидом церия | 221 |
| <i>Раецкая Д.Д.</i> Разработка технологии получения микропористых стекол | 222 |
| <i>Реут В.А.</i> разработка составов и технологии получения керамзитового гравия с использованием железосодержащих отходов промышленности.... | 223 |
| <i>Сперкач А.Д.</i> Разработка составов масс для получения керамического кирпича для печей и каминов | 224 |
| <i>Шестопалова А.В.</i> Свойства и структура молибденсодержащих полуфриттованных глазурей | 225 |
| <i>Глинский А.С.</i> Силикатные стекла, допированные ионами переходных и редкоземельных металлов | 226 |
| <i>Карась А.С.</i> Оптимизация температурно-временного режима упрочнения листовых стекол методом твердофазного ионного обмена | 227 |
| <i>Кисель К.М.</i> Алюмосиликатные огнеупоры на основе отечественного глинистого сырья | 228 |

| | |
|--|-----|
| <i>Левковец А.И.</i> Разработка составов керамических материалов для электронной техники на основе купратов металлов | 229 |
| <i>Климович П.С.</i> Оптимизация составов шихт для производства штапельного волокна на основе отсевов дробления гранитоидных пород Республики Беларусь | 230 |
| <i>Дашкевич Д.К.</i> Использование горных пород в производстве непрерывного волокна | 231 |
| <i>Кравченко В.М.</i> Разработка составов масс и технологии получения санитарных керамических изделий с использованием каолинов Республики Беларусь | 233 |
| <i>Сафонов И.А., Антонов А.П.</i> Анализ системы управления насосной станцией перекачивания маточного раствора | 235 |
| <i>Лебеденко А.Л., Былина М.Д.</i> Аэрация сточных вод на ОАО «Светлогорский ЦКК» | 236 |
| <i>Анасович Ю.И., Вовк А.В.</i> Автоматизация системы регулирования противоточной барабанной сушилки | 237 |
| <i>Жигадло Е.А., Нахай А.С.</i> Модернизация процесса каталитического риформинга нефти | 238 |
| <i>Бержаков В.Р., Кирпиченков М.А.</i> Управление процессом измельчения калийной руды на предприятии ОАО «Беларуськалий» | 239 |
| <i>Бирюков С.Н., Арпентий Д.О.</i> Модернизация процесса охлаждения слабого щелока | 140 |
| <i>Новицкий В.Н., Кунцевич И.С.</i> Анализ системы автоматизации процесса получения пресс-порошка на предприятии ОАО «Керамин» | 142 |
| <i>Баско Е.А., Склепович Д.А., Шпаковский Г.В.</i> Модернизация процесса обжига керамической плитки в туннельной печи | 243 |
| <i>Рыжневич М.М., Подтероб Н.И.</i> Анализ системы автоматизации процесса пастеризации детского питания на предприятии «Малоритский КОСК» | 244 |
| <i>Рудько К.Н., Станкевич Я.П., Скрытов А.А.</i> Модернизация работы колонны Т-901 | 245 |
| <i>Строк Д.В., Старовойтов М.С.</i> Модернизация процесса обработки молока для приготовления творога | 246 |
| <i>Козак П.С., Гедерт К.Д.</i> Модернизация системы управления процесса экструзии при изготовлении порошковой краски | 247 |
| <i>Минин М.В., Ченурко М.В.</i> Оптимизация работы одноступенчатого аэрофонтанного сепаратор на предприятии ОАО «Ивацевичдрев»..... | 248 |
| <i>Мукасейев И.А., Дубиковская Е.В.</i> Анализ системы автоматизации процесса выпаривании раствора КС1 | 249 |
| <i>Чирвинская Д.Д., Журавкова С.А.</i> Модернизация системы управления процесса помола при изготовлении порошковой краски | 250 |
| <i>Леонюк Д.А., Новицкая Д.О.</i> Анализ системы автоматизации процесса посолки сыра на СОАО «Беловежские Сыры» | 251 |
| <i>Игнатович Н.А., Ивашко Е.В.</i> Модернизация процесса сушки и подогрева концентрата хлористого калия в печи кипящего слоя | 252 |
| <i>Тхужевский Д.В., Алешевич А.С.</i> Анализ системы автоматизации процесса получения пара на предприятии ОАО «Светлогорский ЦКК» | 253 |
| <i>Голобурдо В.Л., Сандихаев Ю.Д.</i> Модернизация процесса регулирования острого пара | 254 |

| | |
|--|-----|
| <i>Ушатов С.Ф., Лысенко А.Ю.</i> Модернизация процесса сгущения шламовых отходов | 255 |
| <i>Фокин Т.П.</i> Методы построения нейронных сетей в Matlab | 256 |
| <i>Володин А.А., Карабань М.А.</i> Модернизация процесса сушки деталей дорожно-строительной техники после химической и физической обработок | 257 |
| <i>Абижанов Е.Е., Пономарев Л.Ю.</i> Анализ системы автоматизации процесса покрасочно-сушильного бокса на предприятии ООО «ПКБ АТП»..... | 258 |
| <i>Соц И.К., Талатай В.Н.</i> Усилитель звука с цифровым управлением с использованием платформы Arduino | 259 |
| <i>Макаревич В.А., Русакова А.П., Корнеев В.Н., Поляк А.И.</i> Материалы аддитивного синтеза из стекло- и угленаполненного пластика | 260 |
| <i>Талай М.А.</i> Однонаправленно армированные стренги и ленты на основе полиамида-6 и стеклянного ровинга и испытание их на растяжение | 261 |
| <i>Семащук А.Д.</i> Конструкция кашпо универсального, технология и оснастка для его изготовления | 262 |
| <i>Шило Е.А.</i> Влияние направления печати на физико-механические свойства образцов из полипропилена | 263 |
| <i>Кадач Д.В., Вяль А.С., Дайняк Е.В.</i> Параметры FDM-печати поликарбонатом | 264 |
| <i>Вяль А.С.</i> Форма образцов для исследований физико-механических свойств поликарбоната | 265 |
| <i>Кадач Д.В.</i> Влияние температуры на качество печати поликарбонатом | 266 |
| <i>Лагунчик Д.В.</i> Влияние направления синтеза на физико-механические характеристики фотополимерных материалов для DLP-печати | 267 |
| <i>Лукша М.А.</i> Влияние времени засветки на физико-механические характеристики фотополимерных материалов для DLP-печати | 268 |
| <i>Штиганович Д.В.</i> Влияние толщины слоя на свойства образцов, изготовленных методом DLP-печати | 269 |
| <i>Сырокваш М.Г.</i> Разработка состава бетона для 3D-печати | 270 |
| <i>Мартынчик А.В.</i> Конструкция протеза пальца руки и применение аддитивных технологий для его изготовления..... | 271 |
| <i>Степаненко Д.В.</i> Макет для проектирования производственного участка и применение аддитивных технологий для его изготовления | 272 |
| <i>Максимцова А.В., Савицкая Д.В., Живушко Д.В.</i> Трехслойные конструкции на основе эпоксидной смолы и стеклянных тканей..... | 274 |
| <i>Крышталь М.К.</i> Конструкция поддона с маслостокком под рулонную листовую сталь, технология и оснастка для его изготовления | 276 |
| <i>Дорожко Е.Ю.</i> Изучение изменения количества кислородсодержащих функциональных групп гуминовых кислот при последовательном выщелачивании переходного торфа..... | 277 |
| <i>Гермель А.В.</i> Композиционный материал на основе отходов идентификационных карт-пропусков..... | 278 |
| <i>Амелин В.А.</i> Современные технологии защиты информации в АСУ ТП..... | 280 |
| <i>Кашко А.А.</i> Автоматизация производства..... | 282 |
| <i>Кругликова Н.А., Курасова Л.Д.</i> Упаковка фиточая – инструмент продвижения на рынке..... | 285 |

Научное издание

**Тезисы докладов
74-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. 17,03. Уч.-изд. л. 17,58.

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