



Ульяновский государственный
технический университет

*II международная
научно-практическая
конференция
студентов, аспирантов,
молодых ученых,
преподавателей*

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

*Экология и
природопользование:
на пути
к устойчивому
развитию*

*24 - 28 февраля
2025 года
г. Ульяновск*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: на пути к устойчивому развитию

**II Международная научно-практическая конференция
студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей**

(Россия, г. Ульяновск, 24-28 февраля 2025 г.)

Сборник научных трудов

Ульяновск
УлГТУ
2025

УДК 502/504(082)

ББК 20.1я43

Э 40

Рецензент: к.б.н., доцент кафедры химии и методики преподавания химии ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет» Горячева О.А.

Э 40

Экология и природопользование: на пути к устойчивому развитию: [Электронный ресурс] II Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей (Россия, г. Ульяновск, 24-28 февраля 2025 г.): сборник научных трудов / отв. за выпуск Е.Н. Ерофеева. – Электрон. текст. дан. – Ульяновск : УлГТУ, 2025. – 430 с.

ISBN 978-5-9795-2494-8

Сборник содержит материалы докладов и научных сообщений студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей по актуальным вопросам устойчивого развития и применяемых в экологии и техносферной безопасности энергосберегающих технологий, повторном использовании и восстановлении ресурсов, технологии переработки отходов, эффективном функционировании системы охраны труда.

Сборник подготовлен на кафедре «Промышленная экология и техносферная безопасность» УлГТУ.

Статьи печатаются в авторской редакции.

УДК 502/504(082)

ББК 20.1я43

ISBN 978-5-9795-2494-8

© Колл. авторов, 2025
© Оформление. УлГТУ, 2025

Проблематика регулирования федеральных экологических проектов в условиях современной санкционной политики.....	183
<i>М.А. Дубский, Г.А. Миронова</i>	
Психологические аспекты выбора пассажирами авиакомпании с учетом экологических аспектов.....	186
<i>Д. З. Измайлова, О. А. Лукашевич</i>	
Геоинформационный анализ распределения населения на территории г.о. Саратов.....	189
<i>А. В. Косарев, А. В. Ключиков, Л. А. Волощук, З.А. Симонова</i>	
Международное сотрудничество России в области охраны окружающей среды в рамках БРИКС.....	193
<i>А.А. Крылова, В.Г. Ефимов</i>	
Формирование экологического поведения подрастающего поколения.....	197
<i>Н.Ф.Лаас, Т.Ю.Швыдкая</i>	
Влияние антропогенных факторов на рост и развитие тутового шелкопряда.....	199
<i>Н.А. Машарипова, М.О. Хаджиева, А.О. Аллаева</i>	
Применение новых эффективных программных комплексов для обеспечения пожарной безопасности.....	201
<i>Р.Н. Плещиццева, Е.Н. Ерофеева</i>	
Экологический отряд ИРГУПС участник международного квеста «Проклимат-2024» от ассоциации зелёных вузов России.....	205
<i>С.С. Полищук</i>	
Социальная активность как инструмент экологической устойчивости.....	210
<i>Н.Н. Растворова, А.В. Сузюмов, Е.В. Черемисина, А.С.Моднов</i>	
Экологический статус будущих поколений как фактор устойчивого развития общества: проблемы правопонимания и определения.....	213
<i>Н. А. Ронжина, м. О. Бекиева, р. А. Загидуллина</i>	
Совершенствование механизма правового регулирования обращения с твёрдыми коммунальными отходами как фактор обеспечения экологической устойчивости городской среды: на примере Санкт-Петербурга.....	217
<i>Н.А. Ронжина, Я.Г. Кобзарь.</i>	
Роль всемирной таможенной организации (ВТАМО/WCO) в обеспечении экологической устойчивости международной торговли.....	223
<i>Н. А. Ронжина, А. А. Таммог, А. А. Шарифуллина</i>	
Экологическое образование и воспитание как основа устойчивого развития общества.....	227
<i>Н. А. Ронжина, В.Д. Петрова, Г.А. Абрамов</i>	
Влияние интеграционных процессов ЕАЭС на экологическую устойчивость внешнеэкономической деятельности: взгляд через призму таможенного регулирования.....	231
<i>Н.А. Ронжина, Ю.А. Николаюк, С.К. Симон</i>	
Внедрение корпоративных экологических стандартов в управление инновационной деятельностью региональных систем: оценка эффективности и перспективы.....	235
<i>Н.С. Семушкин, М.А. Семушкина, Н.В. Рыбакова</i>	

УДК 54.057

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АВТОКЛАВНОЙ ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ОТХОДОВ БОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.Б. Ярусова^{1,2}, Д.В. Достовалов¹, Э.Н. Андрющенко², А.В. Замараева³

¹Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

²Владивостокский государственный университет, г. Владивосток, Россия

³Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Аннотация. Изучена кинетика гидротермальной обработки отходов борного производства (борогипса) при температуре 120°C и временных интервалах 1–24 ч. Установлен фазовый состав полученных продуктов реакции до и после обжига при 1000°C в течение 2 ч.

Ключевые слова: борогипс, гидротермальная обработка, фазовый состав, тоберморит, волластонит.

Разработка эффективных отечественных технологических способов комплексной переработки промышленных отходов способствует решению проблемы вовлечения в промышленное использование российского техногенного сырья. В Российской Федерации, в том числе, в Дальневосточном регионе, сосредоточены значительные запасы минерального сырья, и, соответственно, значительные количества накопленных и практически не перерабатываемых в настоящее время промышленных отходов. Практический интерес представляет проблема использования многотоннажных гипсодержащих техногенных отходов, образующихся в результате деятельности предприятий химической, пищевой и др. отраслях промышленности (например, фосфогипс, борогипс, хлорогипс, феррогипс, титаногипс). Интересным направлением использования техногенных отходов на основе гипса может стать получение силикатов кальция $n\text{CaO}\cdot m\text{SiO}_2$, имеющих потенциал применения в строительной, лакокрасочной, полимерной и др. отраслях промышленности [1–3].

Ранее исследован процесс получения силикатов кальция путем щелочной обработки отходов борного производства (борогипса) в интервале температур 20–220°C в условиях обычного перемешивания, а также в условиях ультразвукового, микроволнового воздействия. Автоклавную обработку отходов также фрагментарно исследовали в интервале температур 120–220°C. Зависимость степени прохождения реакции в гидротермальных условиях установлена в работах [4,5] только при температуре 220 °C во временном интервале 3–12 ч, поэтому остается актуальным вопрос выбора оптимальных условий указанного процесса. На данном этапе исследований была изучена кинетика гидротермальной обработки борогипса при температуре 120°C и временных интервалах 1–24 ч, установлен фазовый состав полученных продуктов реакции.

Борогипс с содержанием дигидрата сульфата кальция (до 70%) и аморфного кремнезёма (до 28%) смешивали с 1.7 н раствором гидроксида калия квалификации «ч.д.а» в стехиометрическом соотношении (соотношение твердой и жидкой фаз – 1:5). Смесь помещали в лабораторный автоклав, синтез проводили при температуре 120°C в течение 1–24 ч. После окончания заданного интервала времени полученную смесь извлекали из автоклава, промывали осадок дистиллированной водой, нагретой до 60–70 °C, отделяли от раствора фильтрованием через бумажный фильтр «синяя лента» и сушили при температуре 85 °C в течение нескольких часов. Степень прохождения реакции контролировали по остаточной концентрации гидроксида калия в растворе.

Фазовый состав осадков изучали с помощью рентгеновского дифрактометра Rigaku MiniFlex II (Rigaku, Япония) с использованием $\text{Cu}-\text{K}_\alpha$ -излучения, генерируемого при 30 кВ и 15 мА, с использованием монохроматора на дифрагированном пучке и непрерывной скоростью сканирования $1^\circ 2\Theta$ /мин (1 с/0,02 $^\circ 2\Theta$).

Зависимость степени превращения гидроксида калия α_t от времени при получении гидросиликата кальция из борогипса представлена на рис.1. Как видно из рис.1, в результате автоклавной обработки реакционной смеси при указанных режимах степень превращения KOH достигает 87.0 %. При этом продолжительность автоклавной обработки не влияет существенным образом на α_t .

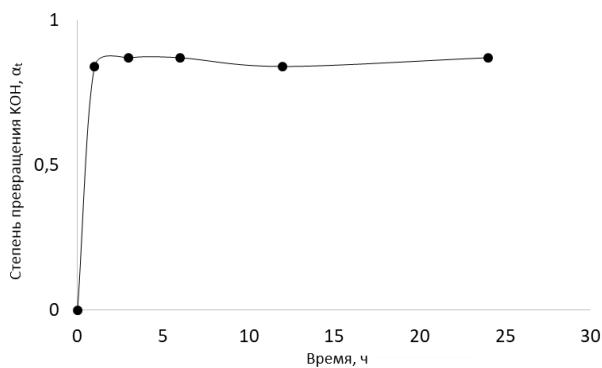


Рисунок. 1. Зависимость степени превращения гидроксида калия от продолжительности автоклавной обработки борогипса при температуре 120 $^\circ\text{C}$

Фазовый состав продуктов автоклавного синтеза в течение 1–24 ч характеризуется наличием кристаллической фазы тоберморита 9 \AA $\text{Ca}_5\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{OH})_2$ триклинической модификации (PDF-2, 01-089-6458) с параметрами кристаллической ячейки: $a=11.15600$; $b=7.30300$; $c=9.56600$; $\alpha=101.080$; $\beta=92.830$; $\gamma=89.980$ и фазами кальцита CaCO_3 и кварца SiO_2 .

После обжига осадков при 1000 $^\circ\text{C}$ фазовый состав характеризуется наличием кристаллической фазы волластонита CaSiO_3 моноклинной модификации (PDF-2, 00-027-0088) с параметрами кристаллической ячейки: $a=15.42600$; $b=7.32000$; $c=7.06600$; $\alpha=90.000$; $\beta=95.400$; $\gamma=90.000$, а также кварца SiO_2 , интенсивность дифракционных пиков которого с увеличением времени синтеза уменьшается.

Продолжительность автоклавной обработки не влияет на фазовый состав продуктов обжига исследуемых осадков.

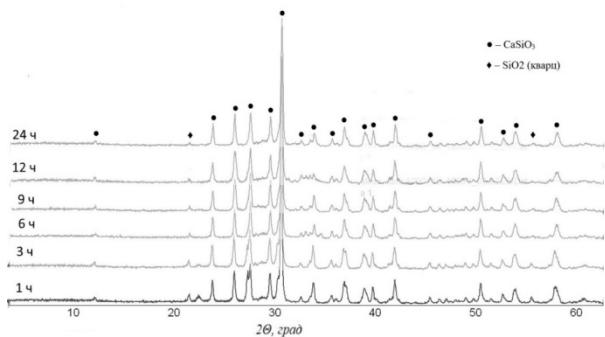


Рисунок. 2. Дифрактограммы осадков-продуктов автоклавной обработки борогипса после обжига при температуре 1000 $^\circ\text{C}$ в течение 2 ч

Продолжаются исследования по установлению влияния температуры автоклавной обработки на кинетику формирования, состав, морфологию и термическое поведение продуктов синтеза.

Работа выполнена в рамках гос. задания Института химии ДВО РАН FWFN(0205)-2022-0002. Исследования проведены с использованием оборудования ЦКП Дальневосточный центр структурных исследований ИХ ДВО РАН и на оборудовании ЦКП Приморский центр локального, элементного и изотопного анализа ДВГИ ДВО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладун В.Д., Акатьева Л.В., Холькин А.И. Синтетические силикаты кальция. М.: ИРИСБУК, 2011. 232 с.
2. Функциональные керамические и композитные материалы практического назначения: синтез, свойства, применение: монография / под науч. ред. акад. РАН В.И. Сергиенко; отв. ред.: Е.К. Папынов, С.Б. Ярусова. – Владивосток: Изд-во ВВГУ, 2022. – 240 с. ISBN 978-5-9736-0677-0; DOI: <https://doi.org/10/12466/0677-0-2022>
3. Zemni S., Hajji M., Triki M., M'nif A., Hamzaoui A.H. Study of phosphogypsum transformation into calcium silicate and sodium sulfate and their physicochemical characterization // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 198. P. 874–881. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.099>
4. Гордиенко П.С., Ярусова С.Б., Буравлев И.Ю., Жевтун И.Г. Исследование кинетики процесса щелочной обработки отходов борного производства при различных условиях // Журнал физической химии. 2021. Т. 95. № 1. С. 23–27. DOI: 10.31857/S004445372101009X
5. Гордиенко П.С., Ярусова С.Б., Козин А.В., Достовалов Д.В., Курявый В.Г., Степанова В.А., Шорников К.О. Кинетические закономерности автоклавного синтеза гидросиликатов кальция из отходов производства борной кислоты // Сборник материалов V Международной конференции по химии и химической технологии, Республика Армения, г. Ереван, 25–29 сентября 2017 г. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2017. С. 62–64.

Научное электронное издание

**ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ:
на пути к устойчивому развитию**

II Международная научно-практическая конференция
студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей

Сборник научных трудов

Отв. за выпуск Е.Н.Ерофеева

ЛР № 020640 от 22.10.97

Дата подписания к использованию 07.08.2025.
ЭИ № 2081. Объем данных 14,5 Мб. Заказ № 423.

Ульяновский государственный технический университет
432027, Ульяновская обл., Ульяновск, Сев. Венец, 32.
ИПК «Венец» УлГТУ, 432027, Ульяновская обл., Ульяновск, Сев. Венец, 32.

Тел.: (8422) 778-513
e-mail: venec@ulstu.ru
venec.ulstu.ru