

ISSN 2311-8342



Всемирная ассоциация выставочной индустрии

Российский союз выставок и ярмарок

Торгово-промышленная Палата РФ



УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ

2 0 1 7



СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов



Новокузнецк
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ВК «Кузбасская ярмарка»



Посвящается 400-летию города Новокузнецка

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№3 - 2017

Главный редактор
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Мышляев Л.П.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н. Палеев Д.Ю.,
д.т.н., проф. Домрачев А.Н., д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2017. - № 3. – 484 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоёмких технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 6-9 июня 2017 г).

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-05-20150

Основан в 2015 г.
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2
ББК 33.1

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ПРИ НЕЗАВИСИМОМ И СИСТЕМНОМ ТЕСТИРОВАНИИ РЕЛИЗОВ ИТ-СЕРВИСА	314
к.т.н. Зимин В.В., д.т.н. Киселева Т.В., Маслова Е.В. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЙ КОМПЛЕКС ГИДРО- ГАЗОВЫХ ЭНДОГЕННЫХ ШАХТНЫХ ПРОЦЕССОВ	321
¹ Давкаев К.С., ² к.т.н. Ляховец М.В., ² к.т.н. Гулевич Т.М., ² Золин К.А. 1 - ООО «Синерго Софт Системс», г. Новокузнецк, Россия 2 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТОПЛИВНО-СЫРЬЕВОГО РЕГИОНА: ДИВЕРСИФИКАЦИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ	326
д.т.н. Новичихин А.В., д.т.н. Фрянов В.Н., д.э.н. Петрова Т.В., д.т.н. Павлова Л.Д. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ОЦЕНКА СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА И МЕТОДА КВАЛИМЕТРИИ	330
к.э.н. Новоселов С.В. Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, г. Кемерово, Россия	
ОЦЕНКА ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЮЖНОГО КУЗБАССА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	335
д.т.н. Столбоушкин А.Ю., Акст Д.В., к.т.н. Фомина О.А., Иванов А.И., Сыромясов В.А. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПОЭТАПНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ	341
¹ Кулак В.Ю., ² д.э.н. Петрова Т.В., ² д.т.н. Новичихин А.В. ¹ ЗАО «Промуглепроект», г. Новокузнецк, Россия ² Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ЗАКУПОК РЕСУРСОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	346
д.э.н. Петрова Т.В., Стрекалов С.В., д.т.н. Новичихин А.В. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ РЕСУРСОВ НА РЕКУЛЬТИВАЦИЮ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ)	351
Франк Е.Я. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КЛАСТЕРОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)	355
к.э.н. Иванова Е.В. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	359
ОБ ИСТИННЫХ ПРИЧИНАХ ВЗРЫВОВ МЕТАНА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РОССИИ И НЕОБХОДИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГОРНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА	361
д.т.н. Ордин А.А., к.т.н. Никольский А.М. Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	
О ВЗРЫВООПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ МНОГОШТРЕКОВОЙ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.....	365
д.т.н. Скрицкий В.А. Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН ОТ ВЗРЫВА И ГОРЕНИЯ ГАЗОПЫЛЕВОЙ СМЕСИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	371

11. Воронин А.Ю. Энергетическая стратегия России в условиях глобализации: дисс. на соискание уч. степ. доктора экономических наук: 08.00.05. - Москва, 2005. – 328 с.
12. Ануфриев В.П. Эколого-экономическая оценка рационального использования энергетических ресурсов в системе Киотского протокола: дисс. на соискание уч. степ. доктора экономических наук: 08.00.05. - Новосибирск, 2006. – 320 с.
13. Малышев Е.А. Теория и методология эффективного функционирования регионального энергетического комплекса: дисс. на соискание уч. степ. доктора экономических наук: 08.00.05. - Пермь, 2007. – 350 с.
14. Голованова Л.А. Формирование региональной политики энергосбережения и оценка ее результативности: на примере Хабаровского края: дисс. на соискание уч. степ. доктора экономических наук: 08.00.05. - Хабаровск, 2007. - 329 с.
15. Богачкова Л.Ю. Совершенствование управления отраслями российской энергетики: теоретические предпосылки, практика, моделирование: дисс. на соискание уч. степ. доктора экономических наук: 08.00.05. - Волгоград, 2007. - 421 с.
16. Новоселов С.В. Системная оценка стратегического развития топливно-энергетического комплекса региона: вопросы теории, методологии и практики(на примере Кемеровской области на период 2020 - 2035гг.). Кемерово ООО «Азия-Принт», 2017. -192 с.
17. Новоселов С.В. Необходимость квалитметрии стратегий развития региональных топливно-энергетических комплексов // Уголь. - №3. - 2016, - С. 54 -57.

УДК 658.567.1:622.7:666.7

ОЦЕНКА ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЮЖНОГО КУЗБАССА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

**д.т.н. Столбоушкин А.Ю., Акт Д.В., к.т.н. Фомина О.А., Иванов А.И., Сыромясов В.А.
Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия**

Аннотация. Представлены результаты комплексной оценки отходов углеобогащения горнодобывающих предприятий юга Кузбасса на предмет их использования в производстве строительной керамики. Приведены исследования химического, гранулометрического и минералогического составов углеотходов.

Ключевые слова: отходы углеобогащения, керамический кирпич, химический состав, гранулометрический состав, минералогический состав.

В результате многолетней работы предприятий горнодобывающей, энергетической и металлургической промышленности, характерных для Кузбасса, в регионе сложилась напряженная экологическая обстановка. На сегодняшний день накоплено огромное количество промышленных отходов и попутных продуктов производства, объемы которых постоянно возрастают [1-4]. Например, по югу Кузбасса и в Новокузнецком районе годовой выход в отвалы только отходов углеобогащения Мысковской ЦОФ «Сибирь» и Кузнецкой ЦОФ ежегодно насчитывает около миллиона тонн, Абашевской ЦОФ – более 400 тыс. т, проблемы с размещением шламовых отходов обогащения угля актуальны и для Щедрухинской ЦОФ [5].

В тоже время на фоне «промышленного загрязнения» территорий наблюдается повсеместное истощение и нехватка природных сырьевых ресурсов, и в частности кондиционного сырья для отрасли строительной индустрии [6]. Поэтому для первой половины XXI века в производстве строительных материалов актуально создание новых «зеленых» технологий, эффективно использующих отходы тяжелой промышленности [7-9]. Наглядным положительным примером здесь может служить успешная работа уникального завода, выпускавшего на протяжении четверти века керамический кирпич из 100 % отходов углеобогащения Абашевской ЦОФ в г. Новокузнецке [10, 11].

В развитие этого опыта авторами были проведены исследования по изготовлению кирпича из углеотходов с различным содержанием остаточного углерода, а также предложена схема получения дополнительных топливных ресурсов для обжига керамических изделий [11-13]. Предлагаемая технологическая идея заключается в организации глубокой переработки отходов обогащения

углей непосредственно на кирпичном заводе, где необходимо осуществлять их вторичное обогащение с целью получения энергетического угольного топлива для основного производства.

Отходы углеобогащения характеризуются нестабильным вещественным составом и высоким содержанием угля, что может вызвать проблемы при изготовлении кирпича и в частности в процессе обжига привести к разрушению материала. Поэтому важнейшим этапом разработки технологии стеновой керамики из техногенного сырья является всестороннее изучение состава и свойств углеотходов.

Цель работы заключалась в комплексном исследовании отходов углеобогащения как потенциального техногенного сырья для производства керамического кирпича.

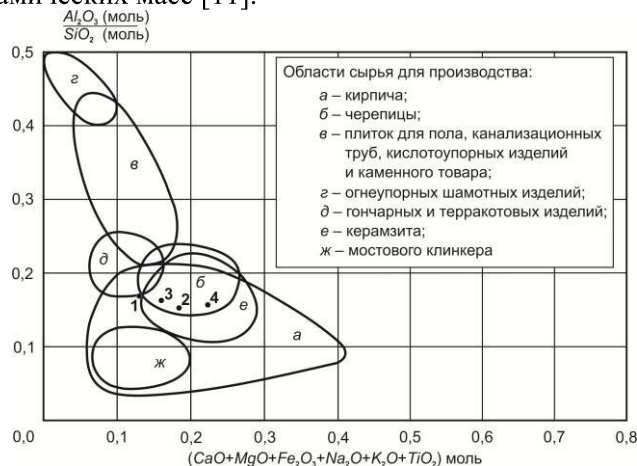
В качестве сырьевых материалов были выбраны представительные пробы отходов углеобогащения ЦОФ «Абашевская», отобранные при переработке угля из различных шахт юга Кузбасса: «Ерунаковская», «Усковская», «Есаульская» и «Осинниковская». Соответственно химический состав четырех проб отходов углеобогащения приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав отходов углеобогащения

№ пробы	Отходы углеобогащения	Массовая доля компонентов на высушенное вещество, %									
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO_2	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	ППП
1	Шахта «Ерунаковская»	51,30	0,76	14,72	2,91	0,06	1,44	1,26	2,80	0,81	23,31
2	Шахта «Усковская»	58,49	0,76	15,07	3,07	0,11	1,73	3,28	3,07	1,30	12,99
3	Шахта «Есаульская»	55,68	0,75	15,28	3,23	0,07	1,69	2,01	3,40	1,00	16,63
4	Шахта «Осинниковская»	56,87	0,78	15,17	3,98	0,13	1,96	4,78	2,94	1,36	12,01

По химическому составу отходы можно отнести к алюмосиликатному сырью с высоким содержанием глинозема (15 % и более), содержание углерода варьируется от 11,2 до 22,1 мас. %. Количество оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в пробах составляет от 6,3 до 11,0 мас. %. По содержанию красящих оксидов в прокаленном состоянии углеотходы относятся к группе сырья с высоким содержанием красящих оксидов. На диаграмме промышленного назначения глины в зависимости от их химического состава [14] исследуемые пробы находятся в области сырья, пригодного для производства строительной керамики и не нуждаются в корректировке их химического состава (рис. 1). Единственным ограничением является высокое содержание остаточного углерода (более 10 мас. %) для всех проб, что предполагает необходимость их вторичного обогащения. Практика работы кирпичного завода, работавшего на сырье из углеотходов [15], и собственные исследования авторов показали, что содержание углистых частиц в составе шихты не должно превышать 5-6 мас. %, что обеспечивает их полное выгорание и отсутствие черной сердцевинки при обжиге керамических масс [11].



1 – «Ерунаковская»; 2 – «Усковская»; 3 – «Есаульская»; 4 – «Осинниковская»

Рис. 1. Расположение отходов углеобогащения шахт на диаграмме промышленного назначения глины, пригодных для производства керамических изделий, в зависимости от их химического состава

Гранулометрический состав исследуемых отходов после предварительного двухстадийного измельчения в щековой дробилке и лабораторных бегунах в течение 20-30 мин приведен в табл. 2 и на рис. 2.

Гранулометрический состав отходов углеобогащения

№ пробы	Отходы углеобогащения	Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
		>1,0	1,0-0,5	0,5-0,1	0,1-0,05	<0,05
1	Шахта «Ерунаковская»	12,8	39,52	30,96	10,91	5,81
2	Шахта «Усковская»	0,0	7,79	54,76	21,2	16,25
3	Шахта «Есаульская»	0,31	17,08	52,1	17,73	12,88
4	Шахта «Осинниковская»	5,07	30,66	38,52	14,89	10,86

Как показали исследования гранулометрического состава, отходы углеобогащения всех четырех шахт имеют практически одинаковое процентное распределение частиц по размерам. По геологической классификации все пробы имеют преимущественное содержание песчано-пылевой фракции. Количество частиц размером менее 1 мкм в них незначительно (1-3 %). На диаграмме промышленного назначения глин в зависимости от гранулометрического состава фирмы «Униморандо» (рис. 3) исследуемое сырье находится в области, непригодной для производства керамического кирпича и нуждается в корректировке фракционного состава. По результатам лабораторных исследований, авторы рекомендуют дополнительное тонкое измельчение в мельнице стержневого типа или обогащение глинистой фракцией в количестве 25-30 %.

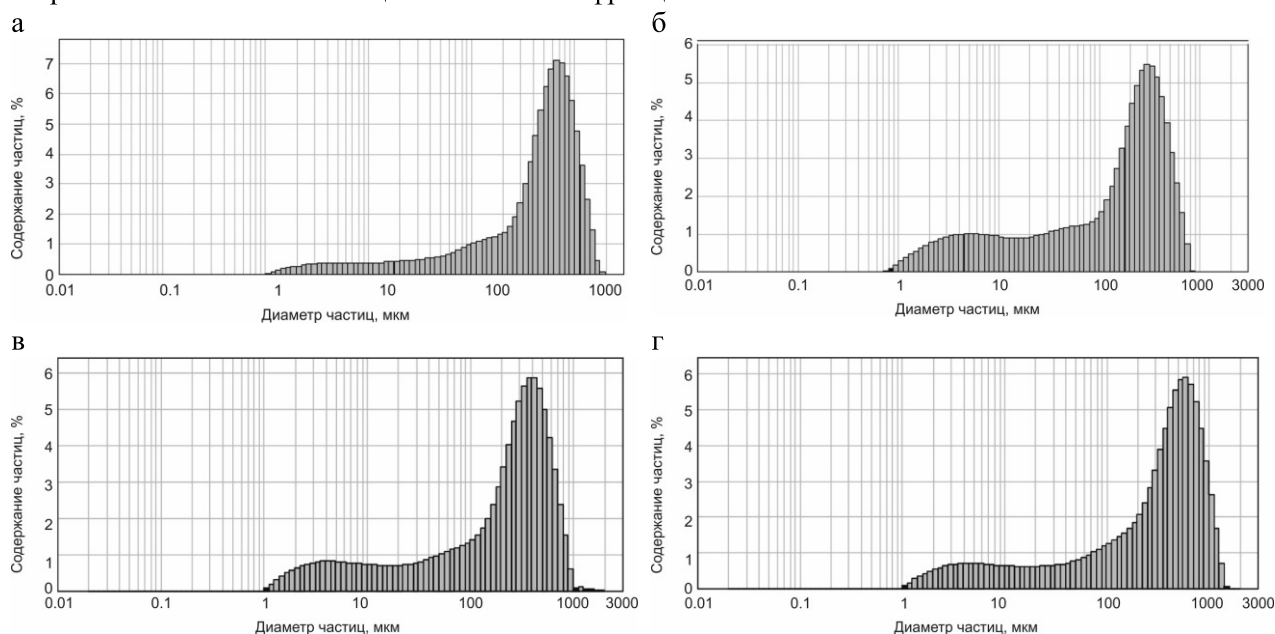


Рис. 2. Гистограмма содержания частиц в зависимости от их размера для отходов углеобогащения шахт: а - «Ерунаковская»; б - «Усковская»; в - «Есаульская»; г - «Осинниковская»

Исследование минерального состава отходов углеобогащения проводилось методами малоугловой рентгеновской дифрактометрии и термического анализа, включающего дифференциально-термический и термогравиметрический анализы. Термограммы проб отходов углеобогащения приведены на рис 4.

Термический анализ исследуемых проб отходов углеобогащения Абашевской ЦОФ показал сходный для всех эндотермический эффект в интервале температур 88,3-100,1 °С, связанный с удалением адсорбированной воды (рис. 4). Потери массы при этом составляют 1,27-2,86 %. На кривой ДТА отмечены экзотермические эффекты при температурах 367,4-370,7 °С и 449,5-460,7 °С, характерные для процессов пиролиза и выгорания углерода топлива, сопровождаемые выделением газообразных продуктов. Общая потеря массы после протекания указанных реакций составила от 7,72-9,49 %.

Второй эндотермический эффект в пробах 1, 3 наблюдается в интервале температур 550,2-560,8 °С, свидетельствует об удалении межслоевой воды с разрушением кристаллической решетки слоистых силикатов и, таким образом, связан, прежде всего, с дегидратацией глинистых минералов. Его явное отсутствие в пробах 2, 4 можно объяснить наложением экзотермической окислительной реакции в области температур 500-650 °С с максимумом при 585,4 °С (рис. 4б) и 610,6 °С (рис. 4 г). Это явление вызвано сдвигом температурного пика реакции выгорания угля и, прежде

всего, объясняется присутствием в материале повышенного содержания глинистых минералов (табл. 1). Очевидно, реакция удаления ОН групп из кристаллической решетки гидромусковита замедляет процесс выгорания углерода и является причиной смещения протекания реакции его окисления в область более высоких температур на 100-150 °С.

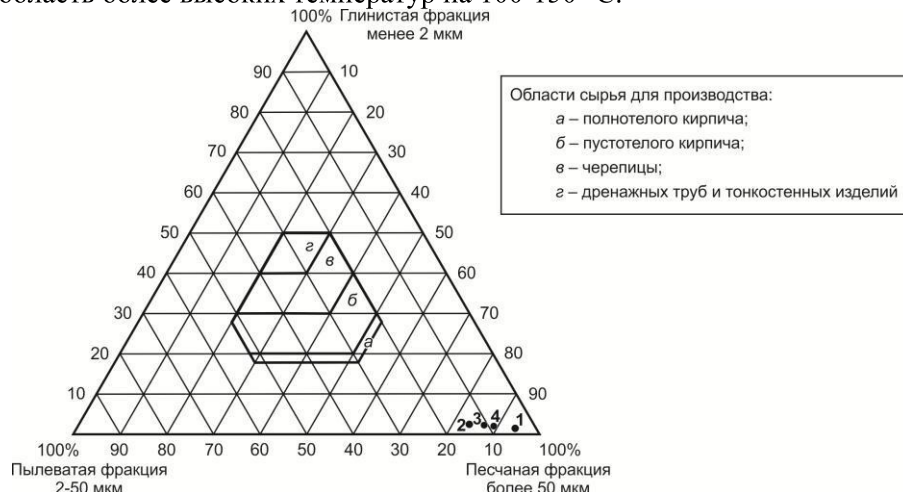


Рис. 3. Расположение отходов углеобогащения шахт на диаграмме фирмы «Униморандо» промышленного назначения глин, пригодных для производства керамических изделий, в зависимости от их гранулометрического состава

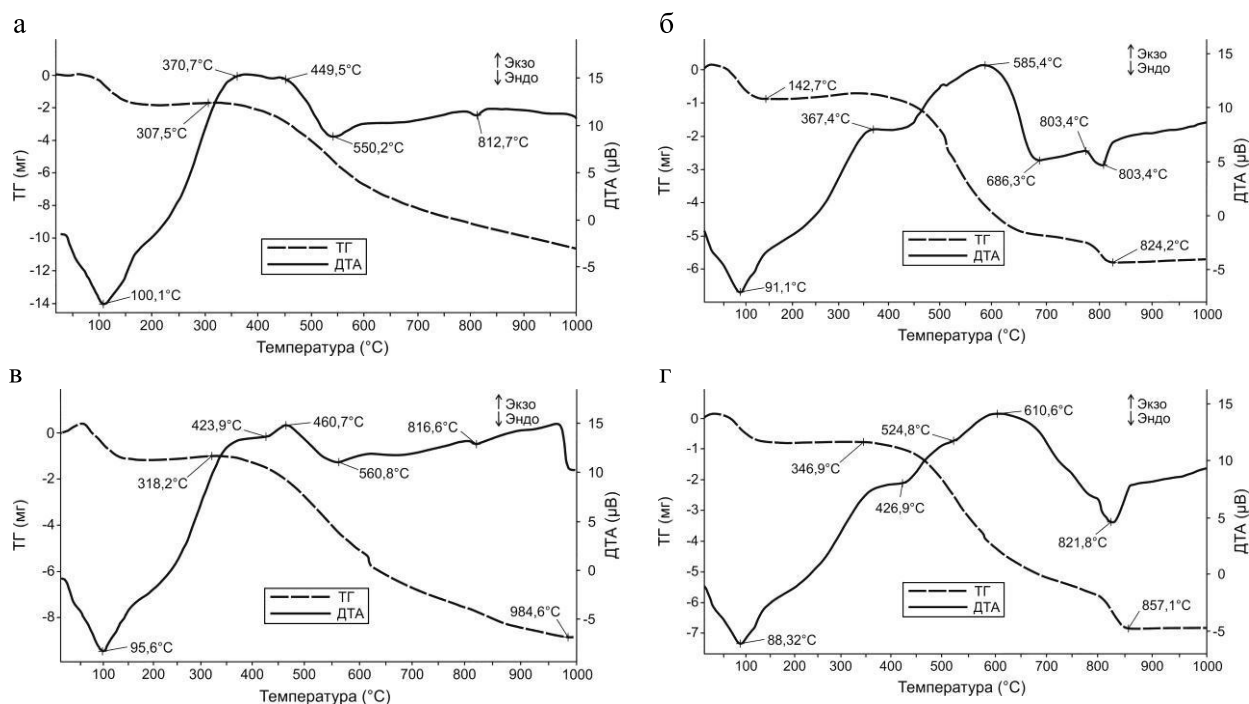


Рис. 4. Тернограмма отходов углеобогащения шахт: а- «Ерунаковская»; б - «Усковская»; в - «Есаульская»; г - «Осинниковская»

Реакция декарбонизации протекает для всех проб отходов с эндотермическим эффектом примерно в одном интервале температур (803,4,-821,8 °С) с потерями массы соответственно 1,25-3,16 %. Общие потери массы в процессе обжига при температуре 1000 °С составляют 12,01-23,31 %, что свидетельствует о равномерном распределении угольных остатков в пробах.

Результаты рентгенофазового анализа представлены в табл. 3 и на рис. 5.

Рентгеновские дифрактограммы всех отходов углеобогащения Абашевской ЦОФ имеют практически одинаковую картину дифракционных максимумов основных минеральных фаз независимо от номера пробы.

Минералогический состав отходов углеобогащения

№ пробы	Наименование месторождения отходов углеобогащения	Наименование минералов		
		Глинистые	Не глинистые	Примеси
1	Шахта «Ерунаковская»	Гидромусковит, каолинит, монтмориллонит	Кварц, кальциевый полевой шпат	Кальцит, хлорит
2	Шахта «Усковская»	Гидромусковит, каолинит, монтмориллонит	Кварц, кальциевый полевой шпат	Сидерит, кальцит, хлорит
3	Шахта «Есаульская»	Гидромусковит, монтмориллонит, каолинит	Кварц, кальциевый полевой шпат	Гематит, кальцит, хлорит
4	Шахта «Осинниковская»	Гидромусковит, каолинит	Кварц, кальциевый полевой шпат	Кальцит

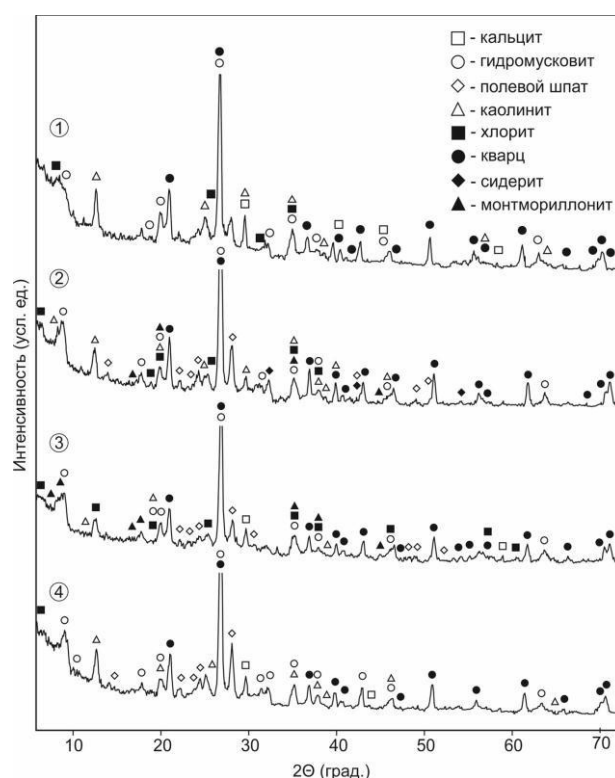


Рис. 5. Рентгеновские дифрактограммы углеотходов шахт: 1 – «Ерунаковская»; 2 – «Усковская»; 3 – «Есаульская»; 4 – «Осинниковская»

Выводы

По данным рентгенофазового анализа отходы углеобогащения имеют следующий минералогический состав: кварц ($d/n = 0,425; 0,223; 0,128$), каолинит ($d/n = 0,710; 0,357; 0,234$); гидромусковит ($d/n = 0,447; 0,239; 0,150$); кальциевый полевой шпат и монтмориллонит. В качестве примесей идентифицируются кальцит, хлорит, сидерит и гематит. Полученные результаты в целом согласуются с данными термического анализа исследуемых проб. Следует отметить, что из слоистых силикатов преобладают минералы группы гидрослюд. Примесные минералы имеют преимущественно кварцево-полевошпатовую природу с незначительным количеством дисперсных карбонатов.

Предварительные исследования керамико-технологических свойств, проведенные авторами, показали, что отходы относятся к группе умереннопластичного сырья, удовлетворительно формируются и обжигаются при температуре 1000 °С.

В результате комплексного изучения отходов углеобогащения как сырья для производства стеновой керамики установлено, что материал по химическому, гранулометрическому и минералогическому составам относится к псевдоглинистому сырью и при снижении остаточного углерода может использоваться в производстве керамического кирпича.

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, шифр проекта № 7.7285.2017/БЧ
«Фундаментальные исследования в области строительных керамических композиционных материалов с матричной структурой на основе техногенного и природного сырья»*

Библиографический список

1. Петров И.В. Эколого-экономический подход в сфере обращения с отходами производства в регионе [Текст] / И.В. Петров, Д.Ю. Савон // Экология. Природопользование. Экономика. Материалы междунар. конф. МГГУ, М.: ООО «Роликс», 2013. – С. 43-56.
2. Столбоушкин А.Ю. Перспективы утилизации крупнотоннажных промышленных отходов юга Кузбасса в производстве керамического кирпича [Текст] / А.Ю. Столбоушкин, А.И. Иванов, О.А. Столбоушкина // Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: сб. докладов второй междунар. конф. – Новокузнецк: СибГИУ, 2008. – С. 60-66.
3. Рахимов Р.З. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья [Текст] / Р.З. Рахимов, У.Х. Магдеев, В.Н. Ярмаковский // Строительные материалы. – 2009. – № 12. – С. 8-11.
4. Чернышов Е.М. К проблеме развития исследований и разработок в области материаловедения и высоких строительных технологий: основные акценты [Текст] / Е.М. Чернышов // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии. Материалы XV Академических чтений РААСН – Междунар. науч.-техн. конф. – Казань: КазГАСУ, 2010. – т. 1. – С. 8-9.
5. Иванов А. Обогащительная фабрика навредила экологии на миллионы [Электронный ресурс] // nk-tv.com: новостной-информ. портал. Новокузнецк, 2013-2017. URL: <http://nk-tv.com/128049.html> (дата обращения: 28.04.2017).
6. Кикава О.Ш. Строительные материалы из отходов производства [Текст] / О.Ш. Кикава, Н.С. Маякова, Н.В. Борисова // Экология и промышленность России. – 1997. – № 12. – С. 23-28.
7. Рассказов В.Ф. Производство строительных материалов с использованием техногенных отходов [Текст] / В.Ф. Рассказов, Г.Д. Ашмарин, А.Н. Ливада // Стекло и керамика. – 2009. – № 1. – С. 5-9.
8. Чумаченко Н.Г. Промышленные отходы - перспективное сырье для производства строительных материалов [Текст] / Н.Г. Чумаченко, Е.А. Коренькова // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 3. – С. 20-24.
9. Шпирт М.Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых [Текст]. М.: Недра, 1986. – 255 с.
10. Бурмистров В.П. Орловская В.Н. Долговечность изделий стеновой керамики из отходов углеобогащения [Текст] / В.П. Бурмистров, Е.П. Усанова // Строительные материалы. – 1989. – № 8. – С. 18-19.
11. Стороженко Г.И. Перспективы отечественного производства керамического кирпича на основе отходов углеобогащения [Текст] / Г.И. Стороженко, А.Ю. Столбоушкин, М.П. Мишин // Строительные материалы. – 2013. – № 4. – С. 57-61.
12. Столбоушкин А.Ю., Карпачева А.А., Иванов. А.И. Стеновые керамические изделия на основе отходов углеобогащения и железосодержащих добавок: монография [Текст]. Новокузнецк : Изд-во «Интер-Кузбасс», 2011. – 156 с.
13. Столбоушкин А.Ю. Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов [Текст] / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко // Строительные материалы. – 2011. – № 4. – С. 43-46.
14. Августиник А.И. Керамика [Текст]. Изд. 2-е, перераб. и доп. Ленинград : Стройиздат, 1975. – 592 с.
15. Шпирт М.Я., Рубан В.А., Иткин Ю.В. Рациональное использование отходов добычи и обогащения углей [Текст]. М.: Недра. 1990. – 224 с.

Научное издание

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Под общей редакцией профессора В.Н. Фрянова

Компьютерная верстка Л.Д. Павловой

Подписано в печать 25.05.2017 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 28,8 Уч.-изд. л. 30,4 Тираж 1000 экз. Заказ 295

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ