

СНИЖЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАГМАТИЧЕСКИХ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Баранцева Светлана Евгеньевна, канд. техн. наук, доцент, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, svetbar@tut.by

Климош Юрий Александрович, канд. техн. наук, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, klim-aspir@mail.ru

Попов Ростислав Юрьевич, канд. техн. наук, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, rospopov@mail.ru

Азаренко Ирина Михайловна, мл. научн. сотр., УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, ir_az@mail.ru

Для снижения региональной экологической напряженности территорий за счет использования отходов горноперерабатывающей отрасли в Республике Беларусь разработаны рецептуры сырьевых композиций, включающих магматические и осадочные породы, и получены керамические материалы строительного назначения. Это обуславливает экономию природного сырья, повышение эффективности производства и способствует расширению минерально-сырьевой базы страны.

Ключевые слова: экология, отходы промышленности, гранитоидные отсеvy, базальт, диабаз, глауконитсодержащая порода, каолин, керамические материалы

REDUCING OF REGIONAL ECOLOGICAL TENSION OF TERRITORIES DUE TO THE USE OF WASTE PROCESSING OF IGNEOUS AND SEDIMENTARY ROCKS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Barantseva S. E., Klimosh Yu. A., Popov R.Yu., Azaranka I. M.

To improve the regional ecological tension of the territories due to the use of waste from the mining industry of the Republic of Belarus, formulations of raw compositions including igneous and sedimentary rocks have been developed, and ceramic materials for construction purposes have been obtained. This leads to savings in natural raw materials, increased production efficiency and contributes to the expansion of the country's mineral resource base.

Keywords: ecology, industrial waste, granitoid screenings, basalt, diabase, glauconite-containing rock, kaolin, ceramic materials

В районах интенсивного развития горного производства особенно остро стоит проблема постоянно увеличивающихся площадей отвалообразований, негативно влияющих на региональную экологическую напряженность. В настоящее время для улучшения экологической обстановки в Республике Беларусь актуальной проблемой является использование различных отходов добычи и обогащения полезных ископаемых, что обеспечит экономию природного сырья и импортозамещение. Особую актуальность приобретают исследования по использованию отходов, образующихся как на разрабатываемых, так и на потенциально перспективных месторождениях.

Микашевичское месторождение гранитоидных пород, относящееся к кристаллическому фундаменту юга Беларуси, расположенное в Брестской области, разрабатывается РУПП «Гранит», которое на сегодняшний день представляет собой многофункциональный технологический комплекс [1].

Промышленные запасы гранитоидных пород месторождения составляют 322,305 млн м³, из которых добыто в 2020 г. 8,26 млн м³. В составе 21 млн т переработанных за год пород около 25 % (5,2 млн т) приходится на техногенные отходы, в частности на некондиционную фракцию – отсеvy и циклонную пыль.

Новое выявленное в Республике Беларусь месторождение базальтов и сапонитсодержащих базальтовых туфов Новодворское расположено в Пинском районе Брестской области. Утвержденные на площади 144,5 га балансовые запасы полезных ископаемых – базальтов составляют 83,2 млн т, сапонитсодержащих туфов – 80,9 млн т [2].

Попутные полезные ископаемые представлены глауконитсодержащими вскрышными породами, предварительно оцененные запасы которых по категориям С₁+С₂ составляют 77,098 млн м³. Диабазовое месторождение, расположенное в пределах Житковичского горста Нагорновского комплекса юга Республики Беларусь, представлено диабазами и габбро-диабазы, слагающими дайки мощностью до 250 м.

При проведении поисковых работ на цветные металлы в пределах Микашевичско-Житковичского горста открыто 4 месторождения каолинов, из которых наиболее значимыми перспективно-потенциальными являются «Ситница» и «Дедовка». Суммарные запасы первичного каолина-сырца месторождения «Ситница» составляют около 2,53 млн т; месторождения «Дедовка» – 7,02 млн т первичного каолина-сырца, вторичного – 1,23 млн т [3]

В случае промышленной разработки разведанных месторождений базальтов, диабазов, каолинов будут образовываться в больших количествах отходы добычи, дробления, фракционирования и обогащения пород, которые по своим характеристикам могут быть вовлечены в производство строительных материалов. Вследствие этого основной задачей является разработка составов сырьевых композиций теплоизоляционных пористых материалов, керамического кирпича, плиток для внутренней облицовки стен, плиток для полов, керамогранита, а также оптимизация технологических параметров их получения.

Важнейшими критериями пригодности использования вышеприведенных пород для получения силикатных материалов различного назначения является их химический (таблица 1) и минеральный (таблица 2) состав.

Установлено, что гранитоидные отсевы, диабазы и базальты, а также глауконитсодержащая порода могут использоваться в качестве основного компонента сырьевых композиций при получении пористых теплоизоляционных заполнителей. При этом в качестве пластифицирующей добавки успешно применяется отечественная глина «Лукомль», а порообразователем являются отходы карбида кремния. Показатели критериальных физико-химических свойств пористых заполнителей, полученных с индивидуальным использованием вышеуказанных магматических пород, практически идентичны, соответствуют требованиям нормативно-технической документации и составляют: объемная плотность 600–800 кг/м³; насыпная плотность 400–580 кг/м³; коэффициент вспучивания 2,3–2,8; коэффициент теплопроводности 0,073–0,085 Вт/м·К.

Вышеуказанные породы в количестве 20–40 мас.% могут также применяться для получения керамического кирпича в комбинации с отечественными глинами месторождений «Гуровское» и «Городное». Показатели физико-механических свойств образцов кирпича оптимальных составов после обжига при температуре 1000 ± 10 °С составляют: водопоглощение 8,8–10,7 %; кажущаяся плотность 1940–2120 кг/м³; открытая пористость 16,8–20,5 %; предел прочности при изгибе 8,1–8,5 МПа; морозостойкость 50–70 циклов.

Таблица 1– Химический состав используемых пород

Компоненты	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO+ Fe ₂ O ₃	K ₂ O+ Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	п.п.п.
Гранитоиды	61,63	14,86	4,38	3,32	8,94	2,52	0,93	0,35	0,19	2,87
Базальт	46,11	11,49	5,00	7,87	14,00	4,30	1,74	0,31	–	9,18
Диабазы и габбро-диабазы	45,54	14,84	7,78	9,43	11,30	4,67	0,59	0,20	0,42	5,23
Глауконитсодержащая порода	74,26	8,28	1,21	1,79	9,29	2,30	0,79	–	0,14	1,94
Каолин месторождения «Ситница»	72,31	16,03	0,43	0,83	2,12	3,15	0,49	0,06	–	4,39
Каолин месторождения «Дедовка»	70,30	19,00	0,09	–	0,46	6,12	0,26	0,06	–	3,99

Таблица 2 – Качественный минеральный состав используемых пород

Компоненты	Минеральный состав
Гранитоиды	Полевые шпаты 80–85 мас. % (альбит, калиевый полевой шпат), кварц, биотит, амфибол. Присутствуют в небольшом количестве акцессорные минералы – циркон, сфен, магнетит.
Базальт	В основном плагиоклазы и клинопироксены, в небольших количествах присутствуют оливин и рудные минералы (магнетит, ильменит), анальцит и вулканическое стекло
Диабазы и габбро-диабазы	Плагиоклаз (лабрадор-андезит), по которому развиваются альбит, пренит, эпидот, цоизит, карбонаты; моноклинный пироксен (авгит), магнетит и титаномагнетит с вторичным лейкоксоном. В некоторых разновидностях присутствуют кварц и калиевый полевой шпат.
Глауконитсодержащая порода (пески, алевриты и алевролиты)	Кварц, полевые шпаты (альбит, анортит ортоклаз), каолинит, мусковит, сидеритом, фосфаты. Содержание глауконита варьирует в пределах 10–25 мас. %.
Каолины	Кварц, полевые шпаты (микроклин, альбит), монтмориллонит, каолинит, мусковит, биотит, рутил. Содержание каолинита в породе составляет 74,63–74,82 мас. %.

Сырьевые композиции для изготовления плиток для внутренней облицовки стен включали огнеупорную и легкоплавкую глину, кварцевый песок, доломит. Кроме этого, в серийных составах использовалась одна из пород (гранитоиды, диабаз, базальт, валовая проба глауконитсодержащих вскрышных пород). Установлено, что максимальное количество вводимых магматических пород составляет 11–15 мас.%; осадочной глауконитсодержащей – 25–30 мас.%. Показатели основных физико-химических свойств образцов плитки для внутренней облицовки стен находятся в следующих пределах: механическая прочность при изгибе 25–30 МПа; водопоглощение 16–20 %; температурный коэффициент линейного расширения $4,98–6,85 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Расхождения показателей свойств при использовании как магматических, так и осадочных пород незначительны.

С использованием каолина в комбинации с глинами месторождения «Городное» и «Осетки» получен керамический кирпич с улучшенными термомеханическими характеристиками, рекомендуемый для футеровки низкотемпературных тепловых установок периодического действия, кладки бытовых печей и каминов. После обжига при 1050 °С изделия обладают следующими показателями свойств: водопоглощение 9,5–21,0 %; открытая пористость 19,6–38,2 %; кажущаяся плотность 1710–2050 кг/м³; температурный коэффициент линейного расширения ТКЛР при 300 °С – $4,18–6,41 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; механическая прочность при сжатии 25,0–35,8 МПа.

Рецептуры керамических плиток для внутренней облицовки стен с использованием каолина «Ситница» или «Дедовка» (природного или обогащенного мокрым способом) включали новорайскую глину марки «ДНПК-1» (Украина), глину месторождения «Гайдукровка», доломитовую муку, кварцевый песок, полевой шпат. Образцы плиток, обожженные по заводским режимам, характеризовались следующими показателями свойств: водопоглощение 14–22 %; ТКЛР при 300 °С $4,8–6,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; механическая прочность при изгибе 9–16 МПа, термостойкость выше 125 °С.

Для получения керамогранита использованы керамические массы, включающие веселовскую глину марки «Керамик-Веско» (Украина), каолин «Ситница» или «Дедовка» (природный или обогащенный), кварцевый песок, полевой шпат. Обожженные при температуре 1160 °С образцы керамогранита обладали следующими показателями свойств: водопоглощение 0,3–0,5 %, прочность при изгибе 36–42 МПа, ТКЛР – $4,8–7,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработаны рецептуры сырьевых композиций на основе и с использованием отходов горнодобывающей промышленности и получены востребованные керамические материалы строительного назначения, обладающие комплексом требуемых эксплуатационных свойств. Удельная эффективная ак-

тивность естественных радионуклидов полученных материалов не превышает 150–180 Бк/кг.

Таким образом, рациональное использование отходов горнодобывающей промышленности имеет огромное значение, поскольку складированные отходы горных пород формируют зону интенсивного загрязнения полезных площадей и негативно влияют на атмосферу, гидросферу и почвенный покров окружающей местности, а через них – на состояние флоры, фауны и здоровье людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пап А. М. Химические анализы горных пород кристаллического фундамента Белоруссии: Справ. / А. М. Пап [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1988. – 243 с.

2 Кузьменкова О. Ф. Глауконитсодержащие породы поискового участка Пинский (Беларусь) / О. Ф. Кузьменкова [и др.] // Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования. – Минск : СтроймедиаПроект, 2017. – С. 172–176.

3 Сергеевич О. А. Особенности химико-минералогического состава и свойства каолинов белорусских месторождений / О. А. Сергеевич [и др.] // Стекло и керамика. – 2012. – № 3. – С. 25–31.

УДК 504.062.2

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ ПУТЕМ СЖИГАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИЧЕСКОГО МЕТОДА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Жакинова Айжаркын Талгатовна, магистрант, *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск, aika_zhakiinova00@mail.ru*

Середина Валентина Петровна, д-р биол. наук, профессор, *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск, seredina_v@mail.ru*

Косов Антон Владимирович, директор ООО «Дарвин-Сервис», *Россия, г. Томск, darwin.2014@mail.ru*

В статье рассматриваются результаты применения термического метода для утилизации нефтешламов в условиях Западной Сибири на основе анализа основных свойств вторичного продукта переработки. Представлен усредненный химический состав нефтешламов и оцениваются показатели количественного химического анализа продукта переработки нефтесодержащих отходов (нефтепродукты, подвижные формы тяжелых металлов, биотестирование, обменные Ca, Mg, подвижные P, K, удельная эффективная активность ЕРН, рН, гранулометрический состав). Предложены области применения вторичного сырья переработки нефтешламов.

Ключевые слова: нефтешламы, Западная Сибирь, накопление, утилизация, сжигание, вторичный продукт (GMT-1), применение.

SOME ASPECTS OF OIL SLUDGE UTILIZATION BY INCINERATION USING THE THERMAL METHOD (WESTERN SIBERIA)

Zhakiinova A. T., Seredina V. P., Kosov A. V.

The article discusses the results of the application of the thermal method for the disposal of oil sludge in Western Siberia based on the analysis of the main properties of the secondary product of processing. The average chemical composition of oil sludge is presented and the indicators of quantitative chemical analysis of the product of processing of oily waste (petroleum products, mobile forms of heavy metals, biotesting, exchange Ca, Mg, mobile P, K, specific effective activity of the product, pH, granulometric composition) are evaluated. The fields of application of secondary raw materials of oil sludge processing are proposed.

Keywords: oil sludge, Western Siberia, accumulation, utilization, incineration, secondary product (GMT-1), application.

Широкомасштабное развитие нефтегазовой промышленности на территории Западной Сибири, накопление нефтесодержащих отходов и строительство новых шламонакопителей,