(cc) BY

Галактионов Олег Николаевич
д-р техн. наук, заведующий кафедрой
ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
г. Петрозаводск, Республика Карелия
Будник Павел Владимирович
начальник отдела
ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
г. Петрозаводск, Республика Карелия
Баклагин Вячеслав Николаевич
канд. техн. наук, старший научный сотрудник
Институт водных проблем Севера
ФГБУ «Карельский научный центр
Российской академии наук»
г. Петрозаводск, Республика Карелия
Семенов Денис Сергеевич
генеральный директор
ООО «ТД «Балтик-Гранит»
г. Петрозаводск, Республика Карелия

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ АГЛОМЕРАТОВ ИЗ ОТХОДОВ КАМНЕОБРАБОТКИ

Аннотация: *в работе проведена оценка путей утилизации пылевидных отходов камнерезного производства. Для достижения цели проведено сопоставление химического состава отходов и требований трех групп технологических процессов переработки каменной пыли. Учитывались трудоемкость технологии, энергозатраты, потенциал сбыта. Анализ показал, что при небольших объемах производства целесообразно использовать метод прессования для производства продукции аналогичной тротуарной плитке.*

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

***Ключевые слова**: базальт, отходы, утилизация, прессование.*

Введение. Спрос со стороны строительных организаций на облегченные версии строительных материалов (бетонов, кирпича), особенно для неответственных конструкций остается достаточно высоким [2]. При этом повсеместное распространение газобетонов не решает полностью проблемы снижения массы конструкций [9].

Обзор состояния проблемы. Размерные и прочностные характеристики отходов камнеобработки не имеют принципиальных различий между месторождениями, а химический состав может варьировать, иногда существенно [2].

Распределение отходов в камнеобработке, в среднем, следующее [6]: карьеры – 80%, дробильные заводы – 14%, камнерезание – 6%. Отходы, получаемые в карьерах, могут быть оставлены на месте без всякой дополнительной обработки. Отходы дробления и выработки щебня практически полностью используются на производство материалов для формирования дорожных одежд, создания различных насыпей, например, фундаментов, организации водопроницаемого слоя.

Отходы камнерезного производства не находят такого же применения. Во-первых, сказываются затраты – сырьевые материалы уже доставлены на производство, как правило, расположенное вдалеке от карьера и скорее всего в населенном пункте. Во-вторых, большой разброс размерных характеристик отходов – от крупных обрезков до пылевидных фракций. В-третьих, необходимость гомогенизации отходов для более эффективного их использования. При этом предприятие просто должно куда-либо утилизировать данные отходы, чтобы они не парализовали производственный процесс.

Для Республики Карелия характерны все виды камнеобрабатывающих производств, все виды производств и все виды проблем. Не претендуя на решение всех задач, постараемся обосновать технологическое решение для утилизации мелкодисперсной фракции отходов камнерезного производства.

Методы.

Материалами для анализа послужили данные литературных источников, результаты ранее проведенных исследований, описания применяемых и пер-

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

спективных технологических процессов, основной метод – сопоставление и анализ данных, изучение характеристик продукции.

Результаты.

Пылевидная фракция требует специальных мер хранения или утилизации, так как склонна к пылению и размыванию, но имеет и положительные свойства – высокую гомогенность [1] и удобство использования в технологических процессах.

Наиболее распространенным материалом для камнерезного производства, на территории Республики Карелия, служат базальты и габбро-диабазы. Их химический состав аналогичен, характерный для базальта состав температура плавления компонентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав и типичные характеристики базальтов [4]

№	Минерал	Доля в составе, %	Температура плавления, °С
-	SiO_2	49,06	1710
-	TiO_2	1,36	1843
-	Al_2O_3	15,70	2072
-	Fe_2O_3	5,38	1565
-	FeO	6,37	1370
-	MgO	6,17	2800
-	CaO	8,95	2572
-	Na_2O	3,11	1132
-	K_2O	1,52	740
-	MnO	0,31	535
-	P_2O_5	0,45	569
-	H_2O.	1,62	0
	В целом		1300

Анализ данных Табл. 1 позволяет сделать вывод о необходимости применения достаточно высоких температур для формования окатышей. Общая достаточно низкая температура плавления объясняется взаимным шихтовым эффектом

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

минералов, например, оксид железа позволяет снизить температуру плавления на 70 °С [4]. Альтернативой может стать использование дополнительных легкоплавких присадок обеспечивающей сохранение формы окатышем.

Для формования мелкодисперсных базальтовых отходов используют три метода: прессование, спекание, грануляция.

Прессование позволяет получать продукцию заданных размеров и утилизировать существенные объемы пылевидных отходов. Этот способ обладает одним существенным с точки зрения поставленной задачи минусом – высокая плотность получаемой продукции, например, в патенте [7] экспериментальные образцы имели плотность от 0,9 до 2,1 т/м^3.

Грануляция позволяет получить, в среднем, менее плотный материал, используемый для создания наполнителей для бетонов. В статье [8] описывается способ получения безобжигового зольного гравия и исследование его характеристик. Для производства данного материала необходимы портландцемент, песок из отсевов дробления горной породы, доменный гранулированный шлак, известь строительная; сульфат натрия, вода. Для производства наполнителя сначала получают сухую смесь, а затем направляют в аппарат нагревания и окатывания. Готовая продукция имеет вид окатанной речной гальки размерами 5–20 мм и среднюю плотность 1,6 т/м^3. Гранулят получается плотным по структуре, малопористым.

Обжиговая грануляция позволяет получить пористый материал – керамзит. Для его производства используют монтмориллонитовые глины с долей кварцевых включений не более 30%. В готовой смеси содержание кремнезема не должно превышать 70%, содержание глинозема – не менее 12%, доля оксидов железа – до 10% [1]. Если сравнить данные требования с составом базальтов (Табл. 1), то можно сделать вывод о его пригодности для производства керамзита Непосредственно производство керамзита использует способности монтмориллонитовых и гидрослюд глин вспучиваться при нагреве – из-за газовыделения при обжиге происходит вспучивание глины. Кроме того, глина размягчается и становиться легкодеформируемой и газы выделяющиеся при реакции

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

компонентов смеси между собой вспучивают гранулы. Температура обжига не более 1250 °С. Готовый керамзит имеет плотностью гранулы 0,95 г/см^3.

Обсуждение и выводы.

Метод прессования прост в реализации, не требует значительных энергетических затрат, не предъявляет высоких требований к уровню подготовки персонала, может быть реализован на малых площадях. Продукция получаемая этим методом востребована и находит широкое поле для сбыта.

Получение гранулята безобжиговым методом позволяет использовать не самые энергоемкие производства, довольно много места занимают установки досушивания гранулята. Применение позволяет снизить вес бетонной смеси, однако в работе [8] отмечается, что организация такого производства целесообразна в регионах с дефицитом щебня из естественных материалов – базальтов, гранита, поэтому в Карелии организация такого производства нецелесообразна.

Метод обжиговой грануляции требует подвода энергоресурсов, организации отдельного, довольно сложного технологического процесса, высокой квалификации персонала. Все это экономически эффективно при работе с большими объемами пылевидных каменных отходов.

Таким образом, можно сделать вывод, что при организации технологических процессов утилизации пылевидных каменных отходов камнерезных предприятий, следует ориентироваться на метод прессования и рассматривать другие методы при существенном росте количества отходов.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: АСВ, 2007. – 528 с. EDN QNMWPB

2. Балыкин П.А. Геохимические особенности и петрогенезис пермских ультрамафит-мафитовых комплексов рифта Джинпинг-Шонгда (Юго-Восточная Азия) / П.А. Балыкин , Г.В. Поляков, А.Э. Изох [и др.] // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. №6. – С. 785–803. – EDN MQOSYZ

3. Вакалова Т.В. Управление качеством строительной и теплоизоляционной керамики путем проектирования состава массы / Т.В. Вакалова,

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

В.М. Погребенков // Строительные материалы. – 2007. – №2. – 27 с. EDN JVOHRL

4. Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mining-enc.ru/ (дата обращения: 10.09.2023).

5. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368 с.

6. Землянушнов Д.Ю. Использование тонкодисперсных отходов обработки мрамора в технологии облицовочной керамики / Д.Ю. Землянушнов, В.Н. Соков, Д.В. Орешкин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – №4. – С. 108–114. – EDN SMYGDB

7. Способ получения керамических изделий RU 23611844 C2. – 2007.

8. Капустин Ф.Л. Безобжиговый зольный гравий – эффективный заполнитель для конструкционных бетонов / Ф.Л. Капустин, И.В. Рыжкова // Construction materials. – 2012. – №8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/bezobzhigovyy-zolnyy-graviy-effektivnyy-zapolnitel-dlya-konstruktsionnyh-betonov (дата обращения: 03.10.2023).

9. Кишиневская Е.В. Перспективы применения нанобетона в монолитных большепролетных ребристых перекрытиях с постнапряжением / Е.В. Кишиневская, Н.И. Ватин, В.Д. Кузнецов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – №2. – С. 55–58. – EDN NBMYTP

10. Маматов Э.У. Определение дисперсионного состава порошков базальта и твердых отходов промышленности / Э.У. Маматов, Т.К. Ибраимов, Ы. Ташполотов // The Scientific Heritage. – 2022. – №88 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-dispersionnogo-sostava-poroshkov-bazalta-i-tverdyh-othodov-promyshlennosti (дата обращения: 10.09.2023). – DOI 10.5281/zenodo.6532715. – EDN BUVQMC

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)