

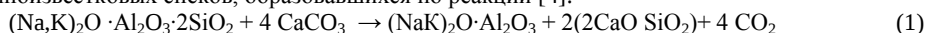
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК СОЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ ТВЕРДЕНИЯ НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА**А.Е. Ковязина**

Научный руководитель профессор В.А. Лотов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основная задача геологических исследований – поиск месторождений полезных ископаемых и добыча металлов. Но в результате переработки руд остаются побочные продукты. Отвалы занимают колоссальные площади, которые могли бы быть использованы для различных гражданских целей.

Ежегодно Ачинский глиноземный комбинат производит около 10 млн. тонн глинозема, путем выщелачивания нефелиноизвестковых спеков, образовавшихся по реакции [4]:



Основным отходом данного производства является нефелиновый шлам. Из общего количества шлама текущего производства лишь около четверти используется комбинатом для выпуска портландцемента, остальной шлам – свыше 6 млн. тонн в год – поступает в отвал. В настоящее время запасы нефелинового шлама в отвале комбината составляют около 35 млн. тонн.

Нефелиновый шлам – техногенный отход производства глинозема, продукт сложного и в тоже время хорошо регулируемого технологического процесса, достаточно стабилен. Он на 80-85% состоит из $\beta\text{-C}_2\text{S}$ (белита), и по своему химическому составу близок к портланд-цементу. Однако непосредственно нефелиновый шлам обладает слабыми гидравлическими свойствами, поскольку в процессе его получения, при выщелачивании глинозема в автоклавах, и в процессе гидрошламоудаления дисперсные составляющие нефелинового шлама частично гидратированы. Образующиеся при этом из продуктов гидратации пленки покрывают частицы нефелинового шлама и практически полностью исключают интенсивное проникновение воды к безводной части зерна. Кроме этого, в результате выщелачивания в шламе образуются также неактивные соединения гидрогранатов. Наиболее эффективный способ разрушения гидратационных пленок сушка и механический помол, после чего нефелиновый шлам по своим свойствам приближается к цементным вяжущим [2].

В большинстве своем нефелиновый шлам используется как в качестве сырьевого компонента при производстве портландцементного клинкера. В производстве бетонов шлам используют как в составе вяжущего, так и в роли заполнителя. Также известны технологии использования шлама при производстве керамического кирпича, огнеупоров, композиционных материалов. Перспективу имеет использование нефелинового шлама для производства стекла и ситаллов.

Несмотря на многообразие вариантов использования нефелинового шлама в керамической, вяжущей и стекольной областях промышленности, все еще остро стоит вопрос о способах утилизации отвалов нефелинового шлама Ачинского глиноземного комбината.

Известно, что нефелиновый шлам может быть основным компонентом сырьевых смесей, на основе которых синтезируются спеки как высокоосновные, так и низкоосновные. Эти спеки составляют основу силикатных материалов [3]. Кальциево–кремнеземистый состав шлама предопределяет возможность его использования в ряде отраслей силикатной промышленности в составе сырьевых смесей, как в качестве основного компонента, так и в качестве «кислого» компонента [1].

К специфическим особенностям химического состава нефелинового шлама следует также отнести отсутствие в нем водорастворимых соединений, кроме небольшого количества (~0,5%) растворимых щелочей, преимущественно в виде карбоната, гидроксида и алюмината натрия. Отсутствие нежелательных водорастворимых соединений, в том числе органического происхождения, делает возможным использование нефелинового шлама для приготовления растворов и бетонов в составе вяжущего вещества.

Также нефелиновый шлам обладает устойчивостью к некоторым агрессивным средам – слабым растворам щелочей, минерализованным водам, растворам некоторых солей.

Изучая различные исследовательские работы на тему использования нефелинового шлама, было выдвинуто предположение, что повышение гидравлической активности шлама возможно с помощью введения в состав сырьевой смеси нефелиновый шлам-песок минеральных солей (карбонатов и сульфатов).

Целью данной исследовательской работы является получение материалов строительного назначения с жесткой матрицей или пористой структурой.

Для проведения лабораторных исследований использовали нефелиновый шлам Ачинского глиноземного комбината с удельной поверхностью равной 3467 см²/г, кварцевый песок, вода и соли Na₂CO₃, Na₂SO₄, K₂SO₄, MgSO₄, Al₂(SO₄)₃, ZnSO₄, FeSO₄.

Нефелиновый шлам и песок дозировались в сырьевую смесь в соотношении 70:30, затем смесь затворялась водой, с растворенными в ней добавками солей карбоната натрия и одного из сульфатов. Из приготовленной таким образом сырьевой смеси формовались образцы методом полусухого прессования при давлении 15 МПа, которые твердели в течение 14 суток во влажных условиях. Результаты испытаний образцов на прочность при сжатии представлены на рисунке.

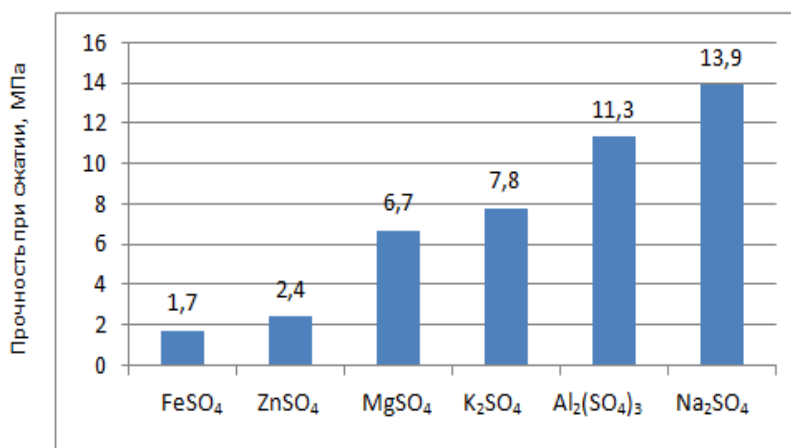


Рис. Прочность экспериментальных образцов при сжатии, МПа

На основании полученных результатов были сделаны выводы о том, что применение нефелинового шлама как самостоятельного высокоактивного вяжущего возможно после его помола и введения минеральных добавок. Добавление к сырьевой смеси добавок солей обеспечивает достижение лучших прочностных характеристик.

Высокие прочностные характеристики имеют образцы с добавкой Al₂(SO₄)₃ и Na₂SO₄. На втором этапе исследовательской работы было выявлено оптимальное соотношение сырьевых компонентов в смеси для формования литьевым методом. В качестве щелочных добавок были использованы только Al₂(SO₄)₃ и Na₂SO₄. Опытные образцы изготавливались из сырьевой смеси с соотношением шлам:песок 70:30, 60:40, 50:50. Навески нефелинового шлама и песка предварительно тщательно смешивались в отдельной емкости. Добавки солей затворялись теплой водой, и их растворение достигалось путем тщательного перемешивания. Затем вода затворения добавлялась к твердым компонентам. Для увеличения влажности и уменьшения вязкости образцов в состав дополнительно вводилось до 7 % воды от общей массы. Образцы формовались способом литья в силиконовые формы. Для удаления воздуха из сырьевой смеси, формы подвергались вибрации. После распалубки, твердение образцов проходило на воздухе в течение 14 суток. Затем образцы испытывали на прочность при сжатии. Испытания проводились согласно ГОСТ 10180-78. Результаты испытаний образцов на прочность при сжатии сведены в таблицу 1.

Таблица

Прочностные характеристики образцов, изготовленных литьевым методом

Состав	Прочность при сжатии, МПа		
	50:50	60:40	70:30
Образцы с добавкой Na ₂ SO ₄	2,11	3,15	4,72
Образцы с добавкой Al ₂ (SO ₄) ₃	1,78	2,15	2,91

Согласно полученным данным, оптимальным соотношением сырьевых компонентов является соотношение нефелиновый шлам:песок равное 70:30. Увеличение количества нефелинового шлама положительно влияет на прочность образцов. Недостатком данной смеси является то, что для достижения необходимой вязкости необходимо вводить воду сверх 100%. Избыток воды отрицательно влияет на прочностные свойства и увеличивает сроки схватывания образцов. В случае недостаточного количества воды сырьевая смесь получается очень жесткой, ухудшается ее удобоукладываемость, снижаются прочностные характеристики образцов за счет неполной гидратации нефелинового шлама.

В ходе дальнейших исследований будет изучен вопрос оптимального водо-шламового соотношения, обеспечивающего удобоукладываемость сырьевой смеси. Также возможно применение активаторов твердения, таких как жидкое стекло, так как, согласно результатам проведенных исследований, добавление жидкого стекла значительно снижает сроки схватывания образцов и улучшает их прочностные характеристики.

Литература

1. Абрамов В.Я., Алексеев А.И., Бадалянц Х.А. Комплексная переработка нефелино-апатитового сырья. – М.: Металлургия, 1990. – 392с.
2. Калашников В.И.; Кочетков А.Ю. и др. Вяжущее. Патент Российской Федерации. №2047576., 10.11.1995.
3. Катлер И.Н. Нефелины – комплексное сырье алюминиевой промышленности. – М.: Металлургия, 1962.– 237 с.
4. Корнеев В.И. Нестроительные вяжущие вещества. – Л.:ЛТИ им. Ленсовета, 1973.– 278с.