

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЕРПЕНТИНИТА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Чернышов А.О.

Научный руководитель доцент Н.А. Митина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Серпентинит представляет собой широко распространённую на территории России горную породу, имеющую ограниченную область применений. Его используют в качестве поделочного и декоративного камня, для производства щебня, в меньшей степени для получения форстеритовых огнеупоров и соединений магния. Основными минералами породы являются хризотил, антигорит и лизардит с общей формулой $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Такие гидросиликаты магния могут быть активированы различными способами, переходя в метастабильное состояние, в котором они проявляют вяжущие свойства [2]. Поэтому данные материалы представляют интерес для производства строительных вяжущих веществ.

Известны различные разработки по получению вяжущего вещества из серпентинитов [1]. Их недостатками является низкое качество вяжущего или дороговизна и сложность его получения, что затрудняет широкое распространение вяжущего. Целью настоящего исследования является поиск оптимального способа получения гидравлического вяжущего вещества из серпентинитов.

Для исследования были отобраны образцы серпентинитов Сахалина и Южного Урала. Фазовый состав, определённый методом рентгенофазового анализа и подтверждённый в результате синхронного термического анализа, показал содержание в обеих пробах антигорита и клинохризотила. В уральском серпентините также содержатся брусит и магнетит в небольшом количестве. Исследуемые серпентиниты были измельчены до полного прохождения через сито №01 и прокалены в интервале температур от 650 до 950 °С с целью дегидратации. Исследование продуктов обжига показало, что наименьшая истинная плотность и наибольшая удельная поверхность достигаются в интервале температур от 750 до 800 °С.

Судить о протекающих процессах гидратации можно по характеру тепловыделения гидратируемой смеси и максимально достигаемой ей температурой. Для уточнения оптимальной температуры обжига были проведены микрокалориметрические исследования. Их сущность заключалась в сравнении температуры гидратирующегося прокалённого образца серпентинита и эталона в течение определённого времени. В качестве жидкостей затворения использовались дистиллированная вода и растворы бикарбоната магния и хлорида магния для проверки возможности химической активации. Результаты исследования показали, что наибольшую активность проявляют образцы, полученные обжигом при 750 °С; также гидратация с растворами солей протекает более интенсивно. Повышение температуры обжига увеличивает степень кристалличности продуктов и снижает их активность, а понижение температуры не обеспечивает полное образование гидравлически активных метастабильных фаз.

Обожжённые при 750 °С серпентиниты были затворены различными жидкостями (водой, раствором бикарбоната магния и хлорида магния), по окончании твердения на 28 суток свойства полученного серпентинитового цементного камня были исследованы. Установлено, что результат гидратации и твердения представляет собой пористое (открытая пористость 22–32 %) камневидное тело низкой плотности (истинная плотность 1,40–1,51 г/см³). Отмечается высокая водостойкость всех полученных материалов, коэффициент размягчения составляет не менее 0,8. Также отмечается низкая усадка образцов, отсутствие усадочных трещин и деформаций. Прочность полученного цементного камня составляет 0,74–3,80 МПа, однако в условиях гидратационного твердения возрастает до 2,71–8,14 МПа. Наибольшая прочность достигается при применении Уральского серпентинита и бикарбоната магния в качестве жидкости затворения. Фазовый состав серпентинитового цементного камня представлен скрытокристаллическими и аморфными гидросиликатами и гидроксидом магния. Микроснимки цементного камня подтверждают наличие продуктов гидратации.

Таким образом, была установлена возможность получения гидравлического водостойкого вяжущего вещества умеренной прочности из серпентинитов. Оптимальный на сегодняшний момент установленный путь его получения заключается в измельчении породы до полного прохождения через сито № 01 и обжиге при 750 °С. Получаемый цементный камень имеет высокую пористость и малую плотность. Наибольшая прочность достигается при использовании раствора бикарбоната магния в качестве жидкости затворения и при проведении процесса гидратации в водонасыщенной среде. Дальнейшее повышение качества получаемого серпентинитового цемента может быть достигнуто применением активирующих добавок при обжиге или гидратации, поиском оптимального водотвёрдого отношения, длительным механическим измельчением и другими методами. Совершенствование способа получения вяжущего вещества из серпентинита значительно расширит материально-сырьевую базу производства строительных материалов.

Литература

1. Федоров Н. Ф. и др. Новые функциональные вяжущие материалы на основе серпентинита // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2022. – № 62 (88). – С. 45-49.
2. Худякова Л. И., Войлошников О. В., Нархинова Б. Л. Перспективы использования магнезиосиликатных горных пород в производстве строительных материалов // Строительные материалы. – 2006. – № 12. – С. 44-46.