

УДК 622Г17+691.54

## ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Лапенко А.П., Шаповалов В.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

*В работе рассмотрены основные положения возможности получения цементных вяжущих материалов на основе отходов угледобычи, поставлена цель проведения экспериментов для определения оптимальных условий получения цементного клинкера на основе породных отвалов угольных шахт.*

По различным данным к настоящему времени в отвалах угольных шахт Украины скопилось более 1 млрд. т отходов. Однако объем использования промышленных отходов незначителен — 6 % от их выхода. Экологический эффект, получаемый при утилизации отходов, складывается из многих факторов, часто специфических для того или иного вида отходов.

При этом известно, что использование отходов в 2 - 3 раза дешевле, чем природного сырья. Расход топлива при использовании отдельных видов отходов снижается на 10 - 40 %, а удельные капиталовложения на 30 - 50 %.

На территории Донецкой области насчитывается более 1,5 тыс. отвалов угольных шахт, в каждом из них в среднем 1144 м<sup>3</sup> породы. Терриконы разбросаны по всей территории области и занимают площадь около 800 га.

Выполненные исследования химического состава ряда породных отвалов шахт Донецкого региона дают представления о содержании в них различных соединений. Выяснилось, что в терриконах содержатся не только токсические, но и потенциально ценные химические элементы. Порода содержит повышенное количество угля - от 5 до 46 %, а также сырье для производства алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - до 15 % и германия - до 55 г/т. Основную массу составляют оксиды кремния и железа, щелочноземельные же компоненты (СаО и MgO) - не превышают 5 %.

Также следует обратить внимание на содержащийся в породе уголь, который в зависимости от его количества может позволить частично снизить расходы топлива на обжиг цементного сырья.

Анализ химического состава показал, что большинство горных пород, содержащихся в отвалах, пригодны для использования их в качестве глинистого сырья при производстве портландцемента и некоторых других цементных вяжущих материалов. На глинистое сырье для производства портландцемента нет установленных стандартом технических требований. Однако, на основании практического опыта установлены следующие ориентировочные требования к химическому составу глинистых пород, определяющие целесообразность их использования: количество СаО не ограничивается; допустимое содержание MgO зависит от содержания его в известковом компоненте и ограничивается условием получения клинкера для портландцемента с содержанием MgO не более 5 %, а для магнезиального портландцемента - не более 10 %; количество SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в сочетании с известковым компонентом должно обеспечивать получение необходимых значений коэффициента насыщения, кремнеземного и глиноземного модулей в сырьевой смеси и клинкере (с учетом возможности введения корректирующих добавок). Желательно, чтобы Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O в сумме не превышали 3 - 4 %, а SO<sub>3</sub> было не более 1 %. Увеличение содержания SiO<sub>2</sub> достигается добавкой высококремнеземистых веществ - трепела, опоки, диатомита. Недостаточное количество в сырьевой смеси окиси железа компенсируется добавкой колчеданистых огарков, железной руды; добавка высокоглиноземных глин (бокситов) позволяет повысить содержание в клинкере глинозема.

Карбонатные породы в природе встречаются в виде известняков, мела, известкового туфа, известняка-ракушечника и мрамора. Все приведенные разновидности карбонатных пород находят применение в портландцементном производстве, за исключением мрамора. Наиболее применимы известняки и мел, представляющие собой осадочные горные породы. Осадочное происхождение известняков и мела обуславливает разнообразие их химического состава и физических свойств.

Химически чистый углекислый кальций содержит 56 % (мае.) CaO и 44 % (мае.) CO<sub>2</sub>. Но таких известняков в природе нет. Наряду с CaCO<sub>3</sub> природные известняки содержат кремнезем, глинозем, окиси железа, окись магния и др. [1].

В качестве известкового компонента могут быть использованы различные горные породы с повышенным (в сравнении с классическим цементным сырьем) содержанием карбоната кальция. Такие горные породы широко распространены на территории Донецкой области и иногда представляют собой отходы: вскрышные породы при разработке различных полезных ископаемых.

Целью поставленных экспериментов являлось определение условий получения цементного клинкера при пониженных температурах (проведение процесса при температурах меньших, чем 1350 °C) без использования плавней (например, фторид и хлорид кальция), которые впоследствии будут вызывать коррозию арматуры железобетонных конструкций. Эта задача является наиболее важной, так как позволит значительно снизить расход топлива, а также в некоторых случаях позволит ускорить переход производств на более дешевое угольное сырье.

Анализ литературы показал: большинство ученых сходится во мнении, что отходы добычи угля можно использовать в качестве глинистого сырья при производстве цемента. Однако ссылки на разработанные технологии в литературе отсутствуют. Существуют патенты на технологию использования отходов угледобывающей промышленности в качестве минеральной добавки. Суть заключается в смешении измельченной породы с горячим клинкером.

Как известно, сырьевая смесь для получения цементного клинкера должна содержать: CaO - 60 ч 67 % (мае.); SiO<sub>2</sub>- 19 ч 25 % (мае.); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 4 ч 8 % (мае.); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 2 ч 6 % (мае.) [2]. В соответствии с этим был подобран оптимальный состав исходных компонентов и проведены теоретические расчеты состава исходной смеси для получения цементного клинкера, а также расчеты основных характеристик клинкера, который должен быть получен из исходной смеси. В ходе эксперимента был получен цемент, который должен пройти ряд испытаний на соответствие ДСТУ Б В.2.7-46-96.

Прочность при испытании стандартных образцов изготовленных из цемента на сжатие должна превышать 30 МПа (марка цемента 300 и более). Начинать схватываться полученный цемент должен не ранее, чем через 60 мин, а заканчивать не позднее, чем через 10 ч после затворения водой. Цемент должен равномерно изменять объем при испытании кипячением [3].

В дальнейшем, по полученным данным, можно будет сделать вывод о пригодности отходов угледобывающей промышленности для производства портландцементного клинкера, а также определить возможность получения качественного клинкера при низких температурах.

На кафедре Прикладной экологии и охраны окружающей среды Донецкого национального технического университета имеются разработки технологии извлечения оксида алюминия из отходов добычи угля. Ведутся работы по изучению возможности использования остатков от извлечения в качестве глинистого сырья при производстве цемента.

#### Список литературы:

1. Пашенко А. А. Мясникова Е. А. Теория цемента. - К.: Будівельник, 1991. - 168с.
2. Бутт Ю. М. Тимашев В. В. Портландцемент. - М.: Стройиздат, 1974. - 328с.
3. ДСТУ Б В.2.7-46-96. Будівельш матеріали. Цемент загальнобудівельного призначення. Технічні умови. - Кшв: Держкоммітобудування України, 1996. - 72 с.