

специалистов, хотя бы на начальном этапе привязки к местным сырьевым ресурсам. Однако если мы хотим, чтобы последующие поколения имели в плане экологии хотя бы то, что мы имеем сейчас, необходимо перейти от описания экологических проблем к их решению, причём, на самом начальном уровне любого строительного (и не только) производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC8FU-COMM-LE-HBCD-Recommend.Ru.pdf>
2. <http://www.allbeton.ru/wiki/Гексабромциклодекан+характеристика+рисков/>
3. ISO 14040 (2006): Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. International Organization for Standardization (ISO).
4. Ecoinvent (2010). Database. Ecoinvent version 2.1.
5. Guinée (2001): Life cycle assessment. An operational guide to the ISO standards. Part 1: LCA in perspective. Part 2a: Guide. Part 2b: Operational annex. Part 3: Scientific Background. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) and Centre of Environmental Science, Leiden, Niederlande
6. ТКП 45-2.04-43-2006: Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования.

УДК 666.941.3

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ОКСИДА МАГНИЯ ИЗ ДОЛОМИТОВОГО СЫРЬЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКИМ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

ПИСАРЕНКО Д.В., ЮХНЕВСКИЙ П.И.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Потребность строительного комплекса Республики Беларусь в магниезиальном вяжущем на сегодняшний день незначительна. В первую очередь из-за отсутствия в республике производств по вы-

пуску аналога. В этой связи рынок потребителей магнезиального вяжущего в стране не развит. Совершенно иная ситуация наблюдается за рубежом. В США, Канаде, КНР, Европе, Японии, России это вяжущее активно используется для изготовления стеновых и отделочных материалов, покрытий пола, огнезащитных покрытий и т.д. Лидером в использовании данного вяжущего является Китай, где имеются крупнейшие в мире запасы магнезиального сырья.

Нет никаких сомнений в том, что у магнезиального вяжущего в Республике Беларусь, где сосредоточено около 1 млрд. тонн магнезиального сырья, могут быть достойные перспективы. На начальном этапе, как экспортного товара, а в дальнейшем, как основы для развития внутриреспубликанских производств, использующих магнезиальное вяжущее вещество в качестве сырья.

Существующие в мире технологии производства магнезиальных вяжущих веществ предопределены обжиговым методом обработки сырья [2], что приводит к получению следующих недостатков в конечном продукте:

- наличие недожженных и пережженных частиц, ухудшающих свойства вяжущего;
- наличие нежелательных примесей (глинозем, кремнезем, оксиды железа, марганца, известь), являющихся естественными примесями сырья, и, в свою очередь, оказывающих значительное влияние на свойства вяжущего вещества;
- высокие энергозатраты на производство, в том числе из-за необходимости предварительного фракционирования сырья и последующего помола полученного продукта;
- наличие отходов производства в виде сырьевого отсева, пыли-уноса, продуктов сгорания топлива и диссоциации карбонатного сырья.

Перспективной альтернативой существующим в мире технологиям может быть предлагаемый нами способ производства магнезиального вяжущего вещества методом сверхкритической диоксид углеродной экстракции. Речь идет о флюидной обработке карбонатного сырья, основанной на принципах природного породообразующего процесса – доломитизации [3, 4, 5].

Основываясь на принципах процесса доломитизации, нами была сформулирована задача по выделению оксида магния из доломито-

вого сырья путем флюидной обработки доломитовой муки. В качестве флюида был выбран сверхкритический диоксид углерода.

Исходя из принципа, чем меньше обрабатываемое зерно сырьевого материала, тем меньше необходимые энергозатраты на его нагрев до температуры диссоциации карбоната магния, мы использовали в исследованиях доломитовое сырье в виде доломитовой муки, имеющей следующий гранулометрический состав: 90% частиц меньше 270 мкм, из них 50% частиц меньше 57 мкм и 10% частиц меньше 4 мкм (рис. 1).

Для обеспечения процесса флюидной обработки доломитовой муки была изготовлена экспериментальная установка (рис.2). Баллон 1, содержащий диоксид углерода, подогревался нагревателем 2 до достижения в баллоне и всем объеме экспериментальной установки давления в пределах 100 атм., но не менее 80 атм. Нагревателем 3 разогревался реактор 4 с содержащимся в нем сырьевым материалом. Поскольку нагреваемый реактор 4 с нагревателем 3 находится в теплоизолированном кожухе 5, в котором также располагалась труба 9, проходя по которой диоксид углерода до момента попадания в реактор предварительно разогревался, в процессе проведения экспериментов промывка доломитовой муки в реакторе осуществлялась предварительно разогретым флюидом заданной температуры. В реакторе 4 был установлен фильтроэлемент, который удерживал относительно крупнозернистую сырьевую массу от вымывания из реактора, при этом беспрепятственно пропуская флюид с вымываемыми частицами оксида магния, которые, по данным [1] должны были находиться в интервале 35 – 60 нм. В трубе 6, расположенной в охладителе 7, осуществлялось снижение температуры флюида до 40 °С. Труба 6 также использовалась для улавливания наночастиц оксида магния методом термофореза на внутреннюю охлажденную поверхность, в случае, если бы наночастицы оксида магния не коагулировались в агломераты. Игольчатым клапаном 8 регулировалась скорость флюидного потока. После клапана 8 давление резко сбрасывалось и диоксид углерода выпадал в виде снега внутрь матерчатого рукавного фильтра, который должен был улавливать крупные частицы извлеченного вещества, в том числе агломераты оксида магния.

Указанным способом доломитовая мука обрабатывалась при следующих параметрах сверхкритического диоксида углерода:

1. Температура – 550 °С; давление – 80 атм.; интенсивность промывки (V – объем) $V_{\text{сырья}}/V_{\text{CO}_2} = 1/62$; продолжительность обработки – 10 минут.

2. Температура – 360 °С; давление – 90 атм.; интенсивность промывки (V – объем) $V_{\text{сырья}}/V_{\text{CO}_2} = 1/20$; продолжительность обработки – 60 минут.

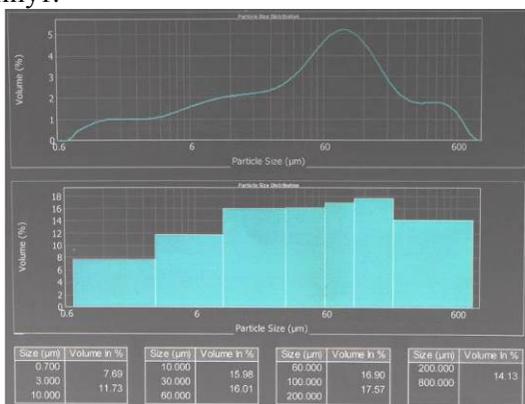


Рис. 1. Гранулометрический состав доломитовой муки

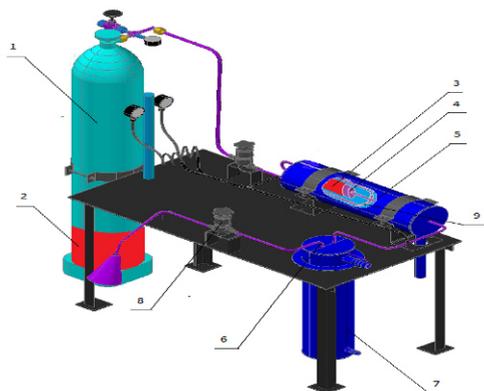


Рис. 2. Конструкция установки для экстракции оксида магния
 1 -Баллон с CO_2 ; 2-нагреватель баллона; 3-нагреватель реактора; 4-реактор; 5-теплоизолированный кожух; 6-трубопровод; 7-охладитель; 8-игольчатый клапан; 9-трубопровод

Для повышения интенсивности диссоциации карбоната магния в исходную сырьевую смесь добавляли порошкообразный хлорид

натрия следующего гранулометрического состава: 90% частиц размером меньше 523 мкм, из них 50% частиц меньше 272 мкм и 10% меньше 87 мкм.

В итоге были получены следующие результаты.

1. На холодных стенках трубы (6) оседали только частицы хлорида натрия. Оксид магния не оседал, так как коагулировался в крупные агломераты размерами до нескольких десятков микрометров (рис. 3).

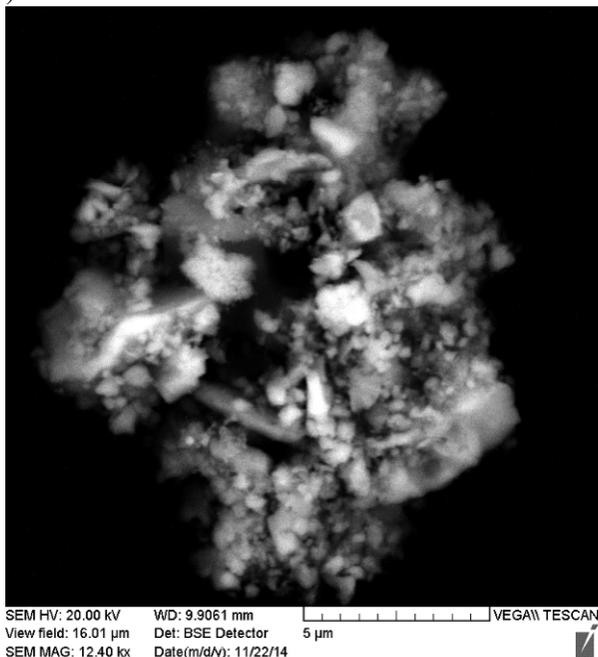


Рис. 3. Агломераты оксида магния

2. Оксид магния оседал только на поверхности более горячей по отношению к температуре флюида (стенки реактора (4), соприкасающиеся с нагревателем (3)). Здесь же имело место осаждение хлорида натрия и оксида кальция. При этом, оксид кальция осел в объеме более чем в 5 раз превышающем объем осевшего оксида магния, что свидетельствует о вымывании из сырьевого материала и оксида кальция тоже.

3. Установлено также, что из доломитовой муки кроме оксидов кальция и магния активно вымывались примесные сульфаты калия и натрия.

4. Наличие эффекта коагуляции вымываемых частиц оксида магния позволяет разработать недорогое и эффективное оборудование для их улавливания, что важно для целей разработки промышленной технологии производства оксида магния рассматриваемым способом.

5. Температура диссоциации карбоната магния в пределах 600 °С позволяет надеяться на возможность получения рассматриваемым способом активного оксида магния со свойствами магниезильного вяжущего вещества.

6. Фракционирование экстрагируемых веществ не осуществлялось, в связи с чем, полученный оксид магния фактически присутствовал в смеси с оксидом кальция, сульфатами натрия и калия (естественные примеси сырьевой породы), а так же с продуктами коррозии оборудования. Количество полученного оксида магния в указанной смеси составило долю более 50%, что свидетельствует о состоятельности предлагаемого способа получения магниезильного вяжущего и дает основания для продолжения дальнейших исследований вплоть до разработки технологии производства магниезильного вяжущего вещества указанным способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водяник, А.Р. [и др.] Сверхкритическая флюидная экстракция природного сырья: мировой опыт и ситуация в России/А.Р. Водяник, А.Ю. Шадрин, М.Ю. Синев /Сверхкритические флюиды: теория и практика, Том 3, №2, 2008

2. Кучур, Е. С. Исследование строительных свойств доломитового вяжущего вещества: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.23.05/ Е.С. Кучур; Бел. политехн. ин-т. - Мн., 1963. - 21с.;

3. Перцев, Н.Н. Высокотемпературный метаморфизм и метасоматизм карбонатных пород/ Н.Н. Перцев. АН СССР, Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии. – М.: Наука. 1977. – 256 с.;

4. Шабынин, Л.И. Рудные месторождения и формации магниезильных скарнов /Л.И. Шабынин. – М.: Недра, 1974. – 278 с.;

5. Шмулович, К.И. Двоокись углерода в высокотемпературных процессах минералообразования: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.02/К.И. Шмулович; – Черноголовка (Московская обл.), 1983. – 44 с.

УДК 624.012.4.35

ДЕФОРМАТИВНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА НА ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

ПОЛЕЙКО Н.Л., ЛЕОНОВИЧ С.Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Требования к бетонам по их эксплуатационным качествам, области применения, физико-техническим свойствам, условиям долговечности расширяют область экономического использования различных видов заполнителей. Если учесть, что заполнители занимают в бетоне до 80 % объема, а стоимость их достигает 50 % стоимости бетонных и железобетонных конструкций, то становится понятным, что правильный выбор заполнителей, наиболее рациональное их применение имеют большое влияние на свойства бетонной смеси, бетонных и железобетонных конструкций, технико-экономическую эффективность производства строительных изделий из сборного, монолитного бетона и железобетона в целом.

При проектировании составов бетонной смеси исходят из необходимости получения бетона заданной прочности, консистенции и долговечности при минимальном расходе цемента. Для тяжелых бетонов минимальный расход цемента обеспечивается максимальным насыщением объема бетона заполнителями и минимальной пустотностью смеси заполнителей.

В данной работе приводятся результаты исследований бетонов на щебне из флюсового известняка, который является вторичным продуктом металлургической промышленности. Изучены основные физико-механические и эксплуатационные характеристики бетонов на флюсовом известняке.