

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

**ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
СТАНДАРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 22–23.05.2013)

УДК 666.941.3

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА
МАГНЕЗИАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО
ИЗ ДОЛОМИТОВОГО СЫРЬЯ**

ПИСАРЕНКО Д.В., ЮХНЕВСКИЙ П.И.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Традиционным способом производства магнезиальных вяжущих является обжиг магнезиального сырья в печных установках различной конструкции. При нагреве доломита в печной установке до температуры 700 – 750 °С начинается разложение $MgCO_3$ на MgO и CO_2 , при 900 °С и выше разлагается $CaCO_3$ на CaO и CO_2 .

Для получения магнезиальных вяжущих используют печные установки различных конструкций: напольные, кольцевые, шахтные, вращающиеся печи, печи кипящего слоя, циклонные печи [1]. Наиболее широко используются шахтные печи, обладающие недостатками:

- не приспособленность для обжига мелкофракционного сырья;
- неравномерный обжиг сырья;
- большая длительность пребывания материала в печи;
- высокий удельный расход топлива на обжиг сырья;

- обжигу подвергается сырьё фракции от 30-40 до 150 мм. Полученный продукт подлежит дальнейшему размалыванию, что влечет за собой существенные дополнительные энергозатраты.

Расход условного топлива в шахтных печах составляет от 15 до 20 % от массы сырья, а производительность составляет 25 – 120 тонн конечного продукта в сутки.

Вращающиеся печи используют для обжига дробленых материалов и шламов. Они также не лишены недостатков:

- большой удельный расход топлива;
- значительный унос пыли из печи и из холодильника;
- большой процент пережога при применении жидкого топлива;
- загрязнение конечного продукта золой при применении пылевидного топлива;
- относительная неравномерность обжига при вращении печи.

Производительность вращающейся печи составляет 150 – 600 т/сутки, а расход тепла на 40 – 50% больше, чем в шахтной. Причина кроется в передаче тепла сырью главным образом излучением и в меньшей степени конвекцией.

Наиболее тесный контакт между газами и всей поверхностью твердых зерен обжигаемого материала обеспечивается при продувании через слой мелкозернистого материала газового потока с такой скоростью, чтобы основная масса частиц материала находилась в вихревом движении. Указанные условия соблюдаются в циклонных печах и печах кипящего слоя.

Циклонные печи не нашли пока широкого применения из-за большой сложности настройки режима термообработки материала, осуществляемого в течение короткого времени: от нескольких сотых долей секунды до нескольких десятков секунд, и по причине большого расхода топлива (меньше чем во вращающихся печах, но выше чем в шахтных печах и печах кипящего слоя).

Печи кипящего слоя имеют чаще всего компоновку, сходную с шахтными печами и производительность, совпадающую с производительностью шахтных печей – до 150 т/сут. В печах кипящего слоя обработка сырья происходит в 4 – 6 раз быстрее, чем в шахтных печах, а обжиг более равномерный благодаря применению значи-

тельно более мелкой фракции материала (3 – 12 мм). Недостатками печи кипящего слоя являются:

- обжиг относительно крупной фракции сырья, не позволяющей добиться получения конечного продукта самого высокого качества. Как и в случае с шахтной и вращающейся печами, конечный продукт включает как недожег, так и пережог. Причина кроется в неравномерной диссоциации кускового карбоната из-за наличия 100% атмосферы CO_2 и более высокого давления внутри разогретого куска материала, которые препятствуют равномерному проникновению тепла по всему объему кускового материала. Чем крупнее фракция, тем существеннее эффект недожога внутри кускового материала и пережога (рекристаллизации оксида магния) на его поверхности;

- как и в случае с шахтной и вращающейся печами, необходимо фракционирование сырья и помол полученного продукта;

- также имеет место образование значительного количества пыли-уноса (до 25% от объема получаемого продукта).

В качестве способа получения магнезиального вяжущего, по нашему мнению, не заслуженно упускаются из виду возможности технологий, максимально приближенных по условиям диссоциации магнезиального сырья к природным. Речь идет о флюидной обработке карбонатного сырья, основанной на принципах природных породообразующих процессов: метаморфизма, скарнообразования, доломитизации [4, 5, 7]. Указанные геологические процессы – результат движения флюидных потоков (преимущественно воды и углекислого газа в сверхкритических состояниях) из недр земли к её поверхности сквозь толщу горных пород. Сверхкритическое состояние вещества называют флюидом. Сверхкритические флюидные технологии (СКФТ) – это технологии использования флюида в качестве растворителя для углубленной переработки исходного сырья.

Сверхкритическая экстракция – наиболее приемлемый для целей получения магнезиального вяжущего технологический прием флюидной обработки магнезиального сырья. Использование сверхкритических флюидов в процессах экстракции основано на высокой растворяющей способности различных сжатых газов, в частности воды или диоксида углерода, а также на том факте, что растворяю-

шая способность флюида в близкритической области претерпевает значительные изменения при малых изменениях температуры и давления. Это, в свою очередь, позволяет проводить углубленное фракционирование исходного сырья и регенерацию растворителя без дополнительных энергетических затрат путем дросселирования флюида до давления, при котором растворимость пренебрежимо мала [3].

Большое количество научных трудов в области изучения процессов метаморфизма карбонатных пород указывают на возможность установления оптимальных технологических параметров флюидной обработки магнезиального сырья при относительно не высоких показателях давления и температуры флюида [4,5,6]. Это позволяет создать относительно недорогое оборудование для флюидной экстракции оксида магния, при температуре диссоциации карбоната магния значительно меньшей, чем в случае обжиговых технологий. Следовательно, можно ожидать получение продукта высокого заданного качества, без примесей и в виде готового продукта, не требующего дальнейшей доработки в виде помола. СКФТ перед обжиговыми методами имеет ряд преимуществ [6,7]:

- низкие энергозатраты, так как экстрагент разогревается от исходной температуры до заданного параметра лишь однажды, а затем лишь догревается в процессе технологической циркуляции в оборудовании.

- возможность использования в качестве сырья доломитовой муки, обеспечивая тем самым безотходность горнодобывающей промышленности, так как имеется возможность обработки отсевов после помола в муку.

- экологичность производства. Флюидные технологии также называют «зеленой химией» из-за отсутствия отходов в виде выделения продуктов сжигания топлива и иных побочных продуктов химической реакции. Возможные утечки флюида из оборудования в атмосферу также безопасны, так как вода или углекислый газ являются естественными составляющими окружающей среды.

- высокая точность управления процессами экстракции ввиду легкости изменения основных параметров: давления и температуры до десятых долей единицы измерения. Это позволяет с относительной легкостью добиваться получения продукта заданных параметров.

- возможность полной автоматизации и компьютеризации технологического процесса от этапа отбора сырья со склада и до этапа пополнения склада готовой продукции, поскольку технологический процесс выполняется в замкнутых объемах технологического оборудования, не предполагающих вмешательства персонала в качестве технологического звена.

- последовательная флюидная обработка доломитового сырья при разных параметрах флюида позволяет последовательно из доломита выделить оксид магния, затем оксид кальция, так же необходимый продукт в индустрии строительных материалов. В результате в реакторе останутся естественные примеси породы (FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2), за вычетом органических, которые растворяются во флюиде разлагаясь на составляющие компоненты – воду и диоксид углерода. Получаемые примесные компоненты, находясь в микросостоянии, могут быть использованы в технологии производства вяжущих веществ, строительных материалов и т.д.

- компактность производства, обусловленная значительно меньшими габаритами технологической линии в сравнении с обжиговыми технологическими линиями,

Все перечисленные технологические комплексы при использовании СКФТ заменяются компактной установкой, перерабатывающей товарную доломитовую муку в химически чистое вяжущее вещество с размером частиц в несколько десятков нанометров, что в полной мере удовлетворяет предъявляемым к вяжущему веществу требованиям.

Как видно из вышеизложенного, величина капиталовложений в создание и эксплуатацию СКФТ-производства магнезиального вяжущего, будет ниже по сравнению с традиционными обжиговыми технологиями.

Недостатком флюидных технологий можно считать высокую коррозионную активность флюида к технологическому оборудованию, влекущую за собой использование дорогостоящих сплавов в конструкции реакторов и иных контактирующих с флюидом частей оборудования. Но, как показывает практика, за последние 20 лет развития флюидных технологий в мире, стоимость указанных деталей оборудования уменьшилась на порядок и эта тенденция будет

наблюдаться по мере расширения области применения флюидных технологий в мире.

Принципиальная технологическая схема сверхкритической флюидной CO_2 -экстракции магниального вязущего вещества из доломитового сырья приведена на рисунке.

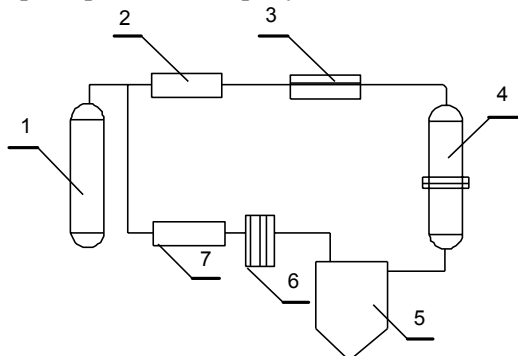


Рисунок 1. Принципиальная схема сверхкритической флюидной CO_2 -экстракции магниального вязущего вещества: 1 – питающий баллон с CO_2 ; 2 – компрессор; 3 – проточный нагреватель; 4 – реактор; 5 – осадитель; 6 – охладитель; 7 – компрессор.

Диоксид углерода из питающего баллона (1) подается в систему и поступает в компрессор (2), где сжимается до заданного давления. Далее CO_2 поступает в проточный нагреватель (3), где разогревается до заданной температуры. Из нагревателя (3) CO_2 -флюид следует в реактор (4), где расположена сырьевая масса, подвергаемая флюидному экстрагированию. Двигаясь через реактор (4) на проток с заданной интенсивностью CO_2 -флюид увлекает за собой частицы экстрагированного (растворенного в флюиде) оксида магния. Флюид с растворенным в нем заданным веществом поступает в осадитель (5), выполненный в виде блока циклонов, в котором при заданных параметрах растворенный оксид магния выпадает в виде осадка из флюида. Из блока циклонов (5) очищенный флюид отправляется в охладитель (6), где его температуру понижают до температуры диоксида углерода в питающем баллоне (1). Из охладителя CO_2 -флюид направляется в компрессор (7), где его давление понижается до соответствующего давлению CO_2 в питающем баллоне (1). После этого диоксид углерода возвращается повторно в процесс флюидной экстракции в направлении к компрессору (2). Учитывая, что в

процессе декарбонизации доломита во флюид выделяется дополнительное количество диоксида углерода, перед компрессором (2) из поступающего диоксида углерода отбирается лишний объем CO_2 , а в случае наличия существенных потерь CO_2 по системе флюидной экстракции, недостающий объем CO_2 пополняется из питающего баллона (1).

Способ сверхкритической флюидной экстракции предполагается использовать для получения магнезиального вяжущего из доломитового сырья месторождения «Руба».

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение извести обжигом мелких фракций в установках скоростной термообработки/ В.С. Русол. - Кишинев: Изд-во ЦК КП Молдавии, 1973. -128 с.;
2. Физико-химические условия метаморфизма карбонатных пород докембрия/ Ю.П. Мельник, Р.И. Сироштан, В.В. Радчук, Л.И. Иванова; [Отв. Ред. Р.Я. Белевцев]. – Киев: Наук. Думка, 1984. -135 с.;
3. 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. Рудные месторождения и формации магнезиальных скарнов./ Шабынин Л.И. – М.: Недра, 1974. – 278 с.;
5. Двуокись углерода в высокотемпературных процессах минералообразования: (04.00.02)/ Шмулович К.И.: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра геол.-минерал. наук – Черногловка (Московская обл.), 1983. – 44 с.
6. 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;
7. Сверхкритическое состояние воды/ Ю.Е. Горбатый, Г.В. Бондаренко, «Сверхкритические флюиды: теория и практика», Ин-т экспериментальной минералогии РАН, Черногловка, Моск. обл., Том 2, №2, 2007.