



УДК666.9.022.3:681.3

В.И. Колобердин, В.А. Ковалёв (Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, г. Иваново)

ПРОИЗВОДСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИХ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ

В технологии производства строительной извести одним из основных процессов является обжиг известняка в шахтных, вращающихся печах или в печах кипящего (фонтанирующего) слоя. Процесс обжига есть результат тепломассообмена между реакционной зоной обжигаемой частицы известняка и омывающим её высокотемпературным потоком теплоносителя, при этом на поверхности обжигаемой частицы появляется растущий по толщине слой твёрдого продукта реакции, препятствующий тепломассообмену, тормозящий процесс термической диссоциации известняка. В результате этого часть неиспользованной теплоты уходит с газовым потоком из печи в окружающую среду. Кроме того, печи обжига отличаются громоздкостью, большой поверхностью внешнего теплообмена, что приводит к значительным теплотерям. Выбрасываемый в атмосферу отработанный газовый поток, содержащий в себе, ввиду несовершенства очистных сооружений, пылевидные частицы оксида кальция, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Таким образом, современная технология производства строительной извести характеризуется значительными удельными энергозатратами и отрицательным воздействием на окружающую среду. Поэтому исследования и разработки, направленные на совершенствование технологии получения минеральных вяжущих материалов являются несомненно актуальными и значимыми для дальнейшего развития теории и практики их производства. В целях минимизации указанных недостатков необходимо исследование и моделирование процессов получения строительной извести термомеханической обработкой известняка в пресс-сдвиговой установке интенсивного действия, где происходит его измельчение (истирание), механическое активирование, нагрев за счёт теплоты трения до температуры обжига и сама термическая диссоциация. Практическая ценность работы состоит в следующем:

1) экспериментально показана возможность получения строительной извести термомеханической обработкой известняка в пресс-сдвиговой установке (модуле) интенсивного действия, приводящей к снижению удельных энергозатрат на 28–32%, снижению удельных капитальных вложений на 18–24%, к улучшению экологической обстановки, ввиду сокращения выбросов газов в атмосферу в 3,2 раза;

2) представлены математические зависимости для инженерных расчётов параметров ведения процессов термомеханической обработки известняка и прогнозирования качественных показателей получаемой извести;

3) разработана методика расчёта рабочих и конструктивных параметров промышленного термомеханического модуля обжига известняка;

4) представленные технические решения являются привлекательными для малого и среднего бизнеса, поскольку использование этих разработок позволит:

- отказаться от громоздких, трудноуправляемых обжиговых печей и организовать производство строительной извести заданной активности на базе малогабаритных, энергосберегающих термомеханических модулей;

- организовать выпуск передвижных минизаводов, способных производить вяжущие материалы из местного сырья непосредственно в районе потребления и по мере выработки его без особых затрат передислоцироваться на новое место.

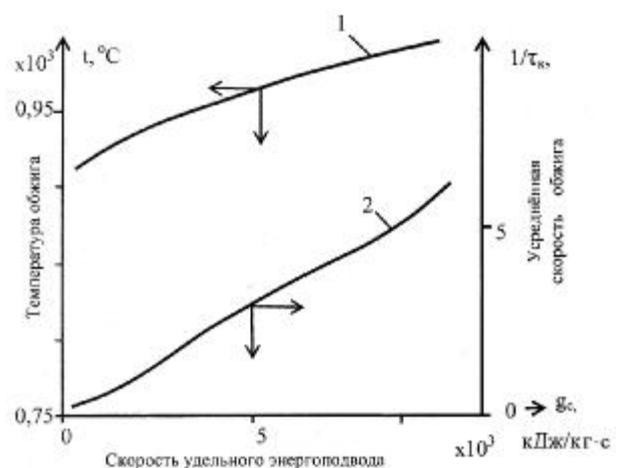


Рис.1. Зависимость температуры (1) и усреднённой скорости (2) обжига от скорости удельного энергоподвода ($\varphi=1$)

В данной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов термомеханической обработки известняков в пресс-сдвиговом (истирающем) измельчителе

интенсивного действия с выходом из него известковой массы с заданной дисперсностью и активностью. Термическая диссоциация (обжиг) известняков относится к высокотемпературным эндотермическим процессам, что требует глубокого исследования закономерностей теплоподвода к обжигаемому материалу, разработки энергосберегающей технологии получения извести. Термомеханическая обработка известняка представляет собой его нагрев за счёт теплоты трения до температуры термической диссоциации, одновременное диспергирование, механическое активирование и частичный или полный обжиг. В этом случае теплообмен внутри измельчаемой и диссоциирующей частицы рассматривали как температурное поле с непрерывно действующими отрицательными постоянными источниками энергии.

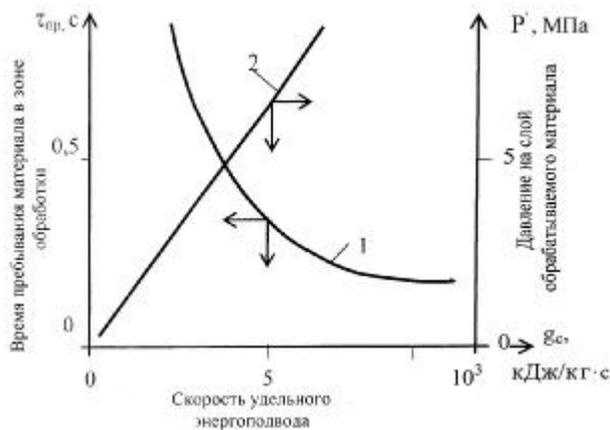


Рис. 2. Зависимость времени пребывания материала (1) и давления на него (2) от скорости удельного энергоподвода ($\varphi=1$)

В результате решения дифференциального уравнения теплопроводности при начальном и граничных условиях второго рода получена математическая зависимость, позволяющая рассчитать температуру обрабатываемого материала как функцию скорости удельного энергоподвода. Механические воздействия на частицу приводят к образованию системы дефектов структуры материала, к снижению механической прочности частицы; к повышению её химической активности, ввиду механической активации. Одновременно с образованием дефектов в частице происходит процесс релаксации напряжений, «самозаживления» дефектов, причём степень измельчения и уровень механической активации определяются их плотностью. Изменение концентрации дефектов в процессе термомеханической обработки материала подчиняется закону их «рождения» и «гибели». На основании этого нами получены кинетические уравнения процессов измельчения, механической активации и обжига материалов при их термомеханической обработке в пресс-сдвиговой установке интенсивного действия [4, 5].

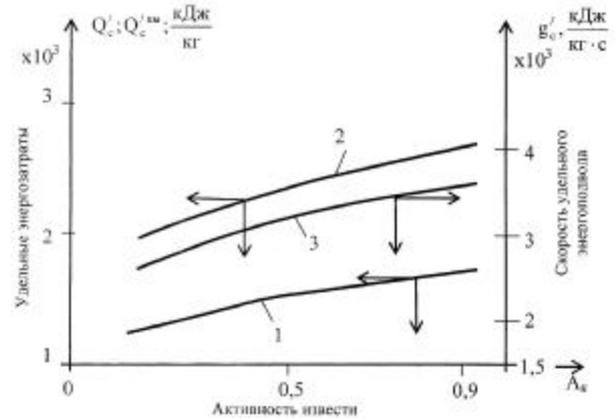


Рис. 3. Зависимость общих энергозатрат (1), промышленных энергозатрат (2) и скорости удельного энергоподвода (3) от активности извести ($g'_c = 3672.9$ кДж/кг · с)

На рисунках 1-3 представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, где показаны значения параметров ведения процессов термомеханической обработки известняка при изменении скорости удельного энергоподвода и активности получаемой извести. Отклонения расчётных данных от опытных значений не превышают 9%.

Литература

1. Колобердин В.И., Боброва Н.С. Термомеханическая обработка сырьевых компонентов в производстве вяжущих материалов. // В сб.: “Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов”: Материалы Международной научной конференции / Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2003. – С. 155-158.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Колобердин В.И., Боброва Н.С. Особенности термической диссоциации карбонатов в процессе термомеханической обработки высокой интенсивности. // Известия вузов. Химия и химтехнология. – Т. 48, вып. 1, 2005. – С. 81-83.
4. Колобердин В.И. Влияние релаксации внутренних напряжений в процессе измельчения материалов. // Известия вузов. Химия и химтехнология. – Т. 45, вып. 2, 2002. – С. 67-68.
5. Колобердин В.И. Особенности термомеханической обработки известняка в производстве строительной извести. // Научное издание “Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова”. Научно-теоретический журнал. Спецвыпуск: Материалы международной научно-практической конференции “Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии”, 2005, №10. – С. 121-123.