

на. Сила давления, которое создаёт вода, воспринимается внешними разборными стальными решётчатыми стойками. Верхняя часть ёмкости закрыта крышкой из обтянутой плёнкой высококачественной фанеры. Благодаря трубопроводу создается уплотнение. Внутри может быть установлено 4 теплообменника с большой поверхностью, состоящей из медных трубок, служащих для подачи и забора тепла. А также для приготовления горячей воды методом прогонки, а также для нагрева солнечной энергией, тепла из ночного тока, тепловых насосов, утилизации тепла. Теплоаккумуляторы могут нагреваться до 90 °С, что позволяет использовать данные баки не только с низкотемпературными газогенераторными установками, а также с газовыми, дизельными и пеллетными котлами.

**Список литературы**

1. Зорина Г.И. Современные тенденции развития технологии газификации твердого топлива. // Химия твердого топлива. – 1986. – №3. – с.82-93.
2. Альтшулер В.С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива // Химическая технология. – 1985. – №1. – с.309-314
3. Гамбург Д.Ю. Производство генераторного газа на базе твердого топлива /Семёнов, В.П. .Химическая промышленность. – 1983. – 152 с.
4. Журнал Леспроектинформ, выпуск № 1-10, 2010.
5. Головкин С.И. Энергетическое использование древесных отходов /Коперин И.Ф., Найденов В.И., Изд-во «Лесная промышленность», 1987. – 216 с.
6. Сергеев В.В. Научно-технические предпосылки для газификации растительной биомассы / В.В.Сергеев // Научные исследования и инновационная деятельность: материалы науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 213 с.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Дресвянникова Е.А., Готулева Ю.В.

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, e-mail: lisena2002@yandex.ru*

В энергетике существуют две важнейшие проблемы, решению которых уделяется большое внимание во всем мире: экономия топливно-энергетических ресурсов и охрана окружающей среды. Доля природного газа в мировом топливно-энергетическом балансе неуклонно повышается и по расчетам специалистов к 2030 г. увеличится вдвое. Наша страна обладает большими запасами топлива, но и они не бесконечны, поэтому необходимо стремиться к снижению топливных затрат за счет проведения на промышленных предприятиях, потребляющих 35% всего добываемого газа, эффективных энергосберегающих мероприятий.

Промышленность строительных материалов является одним из крупнейших потребителей природного газа. Предприятия этой отрасли имеют весьма разнообразную структуру потребления энергии ввиду разнообразия выпускаемых изделий и материалов.

Анализ себестоимости извести показывает, что основные затраты (≈70%) приходятся на сырье и топливо, 15–20% составляют амортизационные отчисления и затраты на ремонт оборудования, все остальные расходы не превышают 10–15% себестоимости [1]. Отсюда видно, что для снижения себестоимости необходимо сокращать расходы сырья и топлива, уменьшать капитальные вложения при строительстве новых печей. Говоря об экономии сырья, прежде всего, необходимо иметь в виду наиболее полное использование добытого полезного ископаемого, т.к. известь применяется не только в строительной, но и во многих других отраслях промышленности. Например, 75% всей извести, потребляемой химической промышленностью, используется для производства соды. Хорошее качество углекислого газа, образую-

щегося при обжиге извести, т.е. высокое содержание его в газах, отходящих из печи, имеет для содового производства даже большее значение, чем качество жженой извести.

Чтобы достичь практических результатов, необходимо хорошо знать теорию процессов и накопленный практический опыт повышения эффективности использования топлива. В основе рационального теплового процесса должен лежать только рациональный технологический процесс.

При обжиге известняка требуется соблюдение ряда условий: высокое содержание CO<sub>2</sub> в отходящих газах; чистота, цвет и другие качества жженой извести, при одновременном соблюдении высоких технико-экономических показателей. При производстве извести практически на всех стадиях можно уменьшить расход топлива.

Существуют несколько направлений по энергосбережению при производстве извести во вращающихся печах:

1. Экономия топлива за счет уменьшения всех видов тепловых потерь при эксплуатации вращающихся печей. Например, поддержание оптимального режима сжигания топлива с коэффициентом избытка воздуха, близким к единице. Правильная дозировка воздуха и топлива при обжиге извести имеет большое значение. С увеличением избытка воздуха резко уменьшается температура зоны обжига, а при большом избытке воздуха – может настолько снизиться, что процесс разложения CaCO<sub>3</sub> вообще прекратится, и возрастут потери тепла в отходящих газах. Поэтому ни в коем случае не следует подавать в печь больше воздуха, чем это необходимо для обеспечения нормального горения топлива. Недостаток же воздуха приводит к неполноте сгорания, т.е. повышению содержания СО в газе, что в свою очередь обуславливает значительное увеличение расхода топлива.

Обжиг известняка во вращающихся печах с применением в качестве топлива смеси коксовой пыли и природного газа, в результате чего утилизируются отходы коксового производства, экономится природный газ и повышается качество обожженной извести.

3. Экономия топлива за счет полноты использования всех «побочных продуктов» производства извести (углекислого газа, выделяющегося не только при горении топлива, но и при обжиге известняка; тепла дымовых газов и горячего воздуха, выходящего из холодильника извести). В настоящее время жидкую углекислоту, или «сухой» лед, получают из продуктов сгорания, отводимых, как правило, от котельных установок. Содержание углекислого газа в уходящих газах котлов составляет 5-6%. При использовании продуктов сгорания, отводимых от известеобжигательных печей, где содержание углекислого газа составляет 20-25%, можно получить крупный экономический эффект.

4. Применение контактного экономайзера за известеобжигательной печью позволит получить еще большие преимущества:

- свести до минимума запыленность уходящих газов за печью;
- получить горячую воду, содержащую растворенный CO<sub>2</sub>, на замес силикатного кирпича, что даст увеличение прочности кирпича на 2-3%;
- получить охлажденные, очищенные продукты сгорания с содержанием до 25% CO<sub>2</sub>, что в несколько раз повысит производительность аналогичной углекислотной установки, работающей на продуктах сгорания, отводимых от котлов.

Для предотвращения быстрого забивания контактной камеры экономайзера можно предусмотреть установку перед ним гидrocиклона.

5. Увеличение КПД печи – один из путей экономии топлива и повышение содержание  $\text{CO}_2$  в отходящих газах. Значительного повышения содержания  $\text{CO}_2$  в отходящих газах можно достигнуть уменьшением количества азота, поступающего в печь с воздухом. Уменьшение количества воздуха, необходимого для процесса горения, невозможно. Поэтому единственным мероприятием, обеспечивающим уменьшение количества азота, поступающего в печь, является подача в нее воздуха, обогащенного кислородом. Содержание кислорода в этом обогащенном воздухе доходит до 42%, при этом содержание  $\text{CO}_2$  в газах, отходящих из печи, доходит до 60%.

6. Для обеспечения непрерывности процесса разложения необходимо в течение всего периода обжига поддерживать температуру, требуемую для начала разложения, т.к. в противном случае процесс разложения прекратится. В самом деле, при нагреве известняка до температуры разложения углекислого кальция постепенно будет образовываться некоторое количество  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ . Процесс разложения  $\text{CaCO}_3$  сопровождается расходом некоторого количества тепла, и если известь не будет подводиться тепло в количестве, необходимом для покрытия расхода, связанного с разложением  $\text{CaCO}_3$ , то температура куска известняка понизится, и реакция разложения прекратится, т.е. прекратится и процесс обжига известняка.

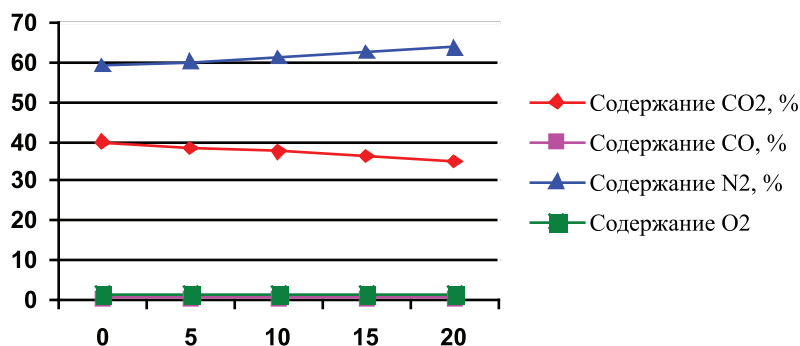
Объем выделяющегося при разложении известняка  $\text{CO}_2$  во много раз больше объема углекислого кальция. По теоретическим расчетам 1 кг известняка выделяет такое количество  $\text{CO}_2$ , объем которого при  $900^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении составляет 962 л, а при температуре  $1200^\circ\text{C}$  – 1200 л [2].

Таким образом, нужно стремиться к поддержанию температур, необходимых для процесса раз-

ложения. Температура обжига является основным фактором, определяющим производительность известково-обжигательной печи.

Если на сжигание топлива подавать подогретый воздух, то физическая теплота его вносится в процесс горения и в результате уменьшается расход топлива. Следует обратить внимание также на то, что каждая единица теплоты, вносимая с подогретым воздухом, идущим на сжигание топлива, более ценна, чем полученная от горения топлива, поскольку только часть последней используется в рабочем пространстве агрегата, а другая часть (нередко большая) уходит с отходящими газами. Скорость горения газозвуш-ных смесей растет с повышением их температуры; пределы воспламенения также расширяются, что улучшает процесс выгорания горючих составляющих и уменьшает необходимые расходы воздуха. Даже при сжигании такого высококалорийного газа, как природный, для создания интенсивного нагрева необходимо подавать нагретый до  $300\text{--}400^\circ\text{C}$  воздух; подогрев газа большей частью нецелесообразен ввиду его меньшего объема по сравнению с объемом воздуха.

7. Наличие влаги в пределах, в каких она обычно бывает в известняке, практически не влияет на процесс обжига, но присутствуя в больших количествах, она вызывает увеличение расхода топлива и снижает концентрацию  $\text{CO}_2$  в отходящих газах, что очень важно для ряда отраслей промышленности, использующих  $\text{CO}_2$ . Установлено, что каждый процент влаги снижает концентрацию  $\text{CO}_2$  в отходящих газах на 0,24%. В зимнее время влияние влажности сырья становится еще более неблагоприятным, так что может возникнуть необходимость сушки мела с использованием при этом тепла отходящих печных газов.



Изменение состава отходящих газов в зависимости от содержания влаги в известняке

Проанализировав данные диаграммы, видим, что с увеличением влажности известняка содержание  $\text{CO}_2$ , необходимого для других производств (например, содового производства) падает, а содержание  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$  увеличивается, что неблагоприятно сказывается на окружающей среде. Следовательно, необходимо стремиться к уменьшению содержания влаги в известняке.

Из ранее изложенного можно сделать вывод, что существует большое количество способов по снижению энерго- и топливозатрат при производстве извести, имеющих свои сильные и слабые стороны. Однако, наибольший экономический эффект даст способ, основанный на комплексном (ступенчатом) использовании теплоты продуктов сгорания и полном использовании всех «побочных продуктов» производства извести.

#### Список литературы

1. Донцов Д.П., Кочева М.А. Исследование работы газогенераторов на базе вузовской установки / Д.П. Донцов, Кочева М.А. // Международный журнал экспериментального образования. – 2012, № 9. с. 43-44.
2. Шанин Б.В., Новгородский Е.Е., Широков В.А. Энергосберегающие установки в промышленности и защита воздушного бассейна. – Н.Новгород: Волго-Вятское кн. изд-во, 1991. – 256 с.

#### ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ГРУНТА ОТ ТЕПЛОТЫ, ТЕРЯЕМОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Козлов С.С., Козлов Е.С.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, e-mail: sskozlov@mail.ru

Существующие методы расчета мощностей систем отопления подземных и обсыпных сооружений