

С.Сейфуллиннің 125 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 15: Жастар, ғылым, технологиялар: жаңа идеялар мен перспективалар» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 15: Молодежь, наука, технологии – новые идеи и перспективы», приуроченной к 125 - летию С.Сейфуллина. - 2019. - Т.1, Ч.2 - С.220-222

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВТУ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ

*Абжекеева А.З., магистрант, Мерғалимова А.К.*

Технологические процессы, реализуемые в высокотемпературных тепло-технологических установках, отличаются большим многообразием и в основном определяются:

- интенсивностью подвода теплоты к поверхности обрабатываемого материала (интенсивностью внешнего теплообмена) и переноса теплоты внутри обрабатываемого материала;
- интенсивностью подвода массы извне к реагирующей поверхности обрабатываемого материала (интенсивностью внешнего массообмена) и интенсивностью молекулярного переноса массы внутри обрабатываемого материала;
- интенсивностью перемешивания фаз (твердых, жидких) в зоне их термической обработки;
- скоростью собственно химического реагирования и разделения целевых и сопутствующих продуктов;
- совокупностью двух или более из перечисленных факторов.

Такая классификация позволяет рассматривать и анализировать целые классы технологических процессов с единых позиций и едиными методами, облегчает заимствование результатов исследования одних видов технологических процессов для организации других, используя физические и математические аналогии.

Все технологические процессы в таких областях промышленности, как энергетика, металлургия, машиностроения, нефтепереработка, химия – это нагрев и охлаждение рабочей среды. Чтобы контролировать точность этих процессов, необходимы высокотемпературные установки. Долговечность и экономичность работы всех этих установок зависят от их защиты от высоких температур.

Надежность и эффективность работы высокотемпературных агрегатов и устройств в значительной степени определяются функционированием элементов ограждений – огнеупорной футеровки, теплоизоляционного слоя, устройств компенсации термических напряжений. Управление потоками теплоты в элементах ограждения, и в первую очередь в теплоизоляционном слое, позволяет осуществлять рациональные температурно-тепловые режимы, организацию тепловых потоков в определенном месте в необходимом направлении с целью снижения тепловых потерь.

В котельных агрегатах используются различные теплоизоляционные материалы. Скорость прогрева и охлаждения всех этих материалов различна. При этом, несоблюдение временных рамок разогрева котла может привести к

возникновению температурных напряжений, превышающих допустимые, и, как следствие, появлению микротрещин с дальнейшим разрушением материала. Например, слишком быстрый рост температуры при холодном старте чаще всего повреждает теплоизоляцию котла. Теплоизоляция имеет низкую теплопроводность и поэтому прогревается медленнее, чем металл.

Кроме того, пока топка еще не прогрета, материал обмуровки поглощает влагу из воздуха. Медленный прогрев необходим для того, чтобы постепенно просушить обмуровку и не допустить вскипание влаги, вызывающее растрескивание кирпичей. Стандартный график разогрева типового котла (рисунок 1) предусматривает повышение температуры воды, в среднем, не более чем на 55°C в час [2].

Также скорость разогрева котлоагрегата при пуске его в работу для различных котлов регламентируется по другим параметрам. Так, при эксплуатации модульных котельных с котлами малой и средней мощности [3] предлагается растопку котла вести согласно графика, опирающегося на два параметра: давления в барабане и скорости подъема температуры насыщения пара. Кроме того вводится ещё один ограничивающий фактор - температура труб настенного пароперегревателя, огибающих амбразуры в районе работающих горелок, которая не должна превышать 560 °С.

В «Инструкции по сушке обмуровок стационарных котлов» при сушке обмуровок стационарных паровых котлов ТЭС, выполняемых из жаростойких бетонов или огнеупорной кладки, максимальная измеренная скорость роста температуры обмуровки при нагреве до 150 °С не должна превышать 20 °С/ч, при нагреве от 150 до 500 °С - не более 30 °С/ч, при дальнейшем нагреве - не более 60 °С/ч во избежание образования трещин и снижения прочности [4].

Оптимизация факторов, влияющих на возникающие температурные напряжения в обмуровке, позволяет увеличить рабочую кампанию агрегатов и избежать увеличения потерь теплоты через обмуровку. Даже не меняя вид используемых материалов в футеровке, совершенствуя лишь условия эксплуатации (температурные режимы), можно добиться значительного результата.

Таким образом, процесс разогрева необходимо вести с максимально возможными скоростями, обеспечивающими возникновение температурных напряжений, не превышающих предел прочности материалов обмуровки при данной температуре. Таким образом, необходимо знать величину предела прочности материала, с которой происходит сравнение возникающих при разогреве температурных напряжений.

Значительный выбор огнеупорных и теплоизоляционных материалов не позволяет найти в технической литературе точные данные о зависимости предела прочности конкретного материала от температуры, что делает опытный метод – единственным источником получения данных для дальнейших расчётов.

Проведённый литературный обзор показал, что вопросам изучения зависимости предела прочности от температуры уделяется недостаточное внимание. Между тем, полученные нами экспериментальные данные для периклазоуглеродистых материалов позволяют говорить об увеличении значения предела прочности на сжатие в интервале температур 150 – 300 °С (до 20 %), что даёт дополнительный резерв для повышения скорости разогрева и снижения времени и энергозатрат на процесс разогрева [5].

В связи с этим была поставлена задача исследования – определение зависимости предела прочности от температуры для диатомитовых теплоизоляционных материалов в диапазоне рабочих температур.

В качестве исследуемых образцов использовался пенодиатомитовый материал состав по [6]. При этом заявляемый предел прочности на сжатие не менее 6 кгс/см<sup>2</sup>.

Результатом исследований явилось следующее:

- предел прочности материала при температуре 20 °С чуть ниже заявленного - 5 кгс/см<sup>2</sup>;
- при 100 °С предел прочности достигает 6 кгс/см<sup>2</sup>;
- максимум значения предел прочности достигается при температуре (13 кгс/см<sup>2</sup>).

Таким образом, полученная зависимость подтверждает актуальность данных исследований. Предел прочности при повышенной температуре (по максимальному значению) превышает значение прочности при нормальных условиях более чем в два раза, что даёт возможность не только вести процесс разогрева со скоростями, при которых не будет разрушаться обмуровка, но и сократить времена и энергоресурсы на процесс разогрева.

### Список литературы

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник /Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. 2–е изд. М.: Энерго–атомиздат, 1991. 588 с.
2. William L. Reeves Avoiding Boiler Problems. ASHRAE Journal, vol. 43, no. 9, p. 36-42
2. Инструкции - Эксплуатация модульных котельных. Режим доступа - <http://tvbcom.ru/documents/module/207.htm>
3. Временная инструкция по сушке обмуровок стационарных котлов ТЭС Москва 1980.
4. Никифоров А.С., Приходько Е.В., Кинжибекова А.К., Карманов А.Е. Исследование предела прочности периклазоуглеродистых огнеупорных материалов и анализ их прочностных характеристик при повышенных температурах. Стекло и керамика, №4. 2014. С. 32-35.
5. Маневич В.Е., Субботин Р.К., Никифоров Е.А., Сеник Н.А., Мешков А.В. Диатомит – кремнеземосодержащий материал для стекольной промышленности Стекло и керамика, №5. 2012.