

Новые технологии - новые возможности повышения экономичности термического оборудования.

Ильичев Е.В.
Шабурова Т.А.

Вопросы энергосбережения чрезвычайно актуальны для нагревательных и термических цехов предприятий, как России, так и других стран СНГ, где наряду с современными механизированными печами используются физически и морально устаревшие печи, работающие с очень высокими энергозатратами. Наибольший эффект сокращения энергозатрат дает применение энергосберегающих технологий, отвечающих современным требованиям как по количеству потребляемой энергии, так и по качеству выпускаемой продукции.

Существует большое количество деталей, к свойству поверхностного слоя металла которых предъявляются иные требования, чем к свойству внутреннего слоя. Для изменения химического состава и структуры поверхностного слоя необходимо провести термическую обработку этих деталей в химически активной среде, так называемую химико-термическую обработку. Наиболее широко используемые методы химико-термической обработки – это цементация и азотирование. Осуществление этих процессов в печах оставшихся на производстве еще с середины прошлого века процесс длительный и весьма энергоемкий, но жизнь не стоит на месте, в результате научно-исследовательских, проектных и опытно-конструкторских работ в указанных направлениях ЗАО «Научно-производственной компанией «Накал» были созданы электропечи нового поколения, промышленная и опытно-промышленная эксплуатация, которых подтвердила их эффективность, как по технологическим показателям, так и по энергозатратам.

Сравним энергозатраты и продолжительность процесса газовой цементации на примере электропечи СШЦМ 8.20/9,5 старой конструкции и современной производства ЗАО «НПК «Накал», которые представляют собой шахтные электропечи с ретортами, в которые производится подача газовой смеси и размещаются корзины с деталями. Собственно этим их схожесть и заканчивается, а теперь давайте подробно посмотрим на их отличия.

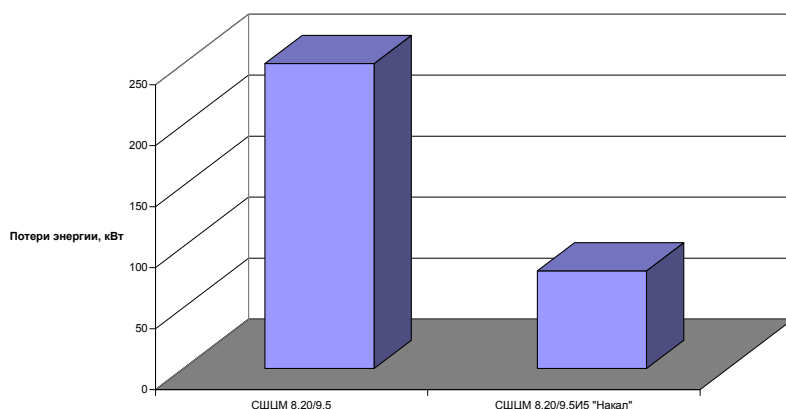
Футеровка нагревательных электропечей являющаяся важнейшим элементом конструкции и в значительной степени определяет энергопотребление всей электропечи в целом. Каждый раз, производя нагрев электропечи после отключения в ночную смену, на выходные или просто после перерыва в работе, одновременно с нагревом металла происходит и нагрев футеровки. Поэтому наибольший эффект сокращения энергопотребления дает применение в футеровке термических печей современных волокнистых теплоизоляционных материалов, которые в отличие от традиционных кирпичных огнеупоров характеризуются: низкой теплопроводностью, малой плотностью и, как следствие, небольшой объемной теплоемкостью, а так же высокой стойкостью к термическим ударам и вибрации.

В футеровках своих электропечей ЗАО «НПК «НАКАЛ» применяет как волокнистые блоки собственного производства, так и модули Fiberfrax Prismo-Block производства фирмы UNIFRAX, являющейся одним из мировых лидеров в производстве волокнистых теплоизоляционных материалов.

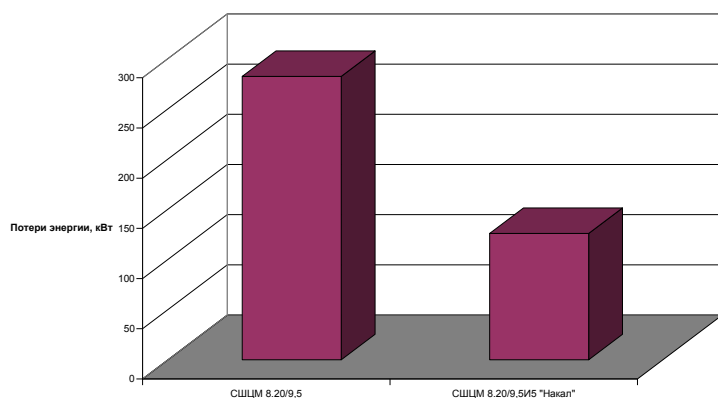


Волокнистые блоки представляют собой модуль из наборных элементов, с системой крепления, что определяет удобство их применения в печах различной конструкции. Размер и толщина блока выбирается исходя из рабочей температуры и размеров рабочего пространства печи.

Как правило, в электропечи, футеровка которой сделана из огнеупорных кирпичей количество энергии, затрачиваемой на полезный нагрев металла меньше того объема энергии, который затрачивается на первичный нагрев футеровки печи. С учетом того, что в производстве размеры рабочего объема печи выбираются обычно исходя из размеров максимальной детали, которую предполагается термообрабатывать и максимальной желаемой производительности, что не всегда соответствует частным задачам, возникающим ежедневно, разница между затратами энергии на нагрев деталей и нагрев конструкции печи может быть десятикратной. На приведенной диаграмме показаны потери тепла на нагрев футеровки из огнеупорных кирпичных материалов в старой электропечи и футеровки из волокнистых блоков в электропечах новой конструкции.



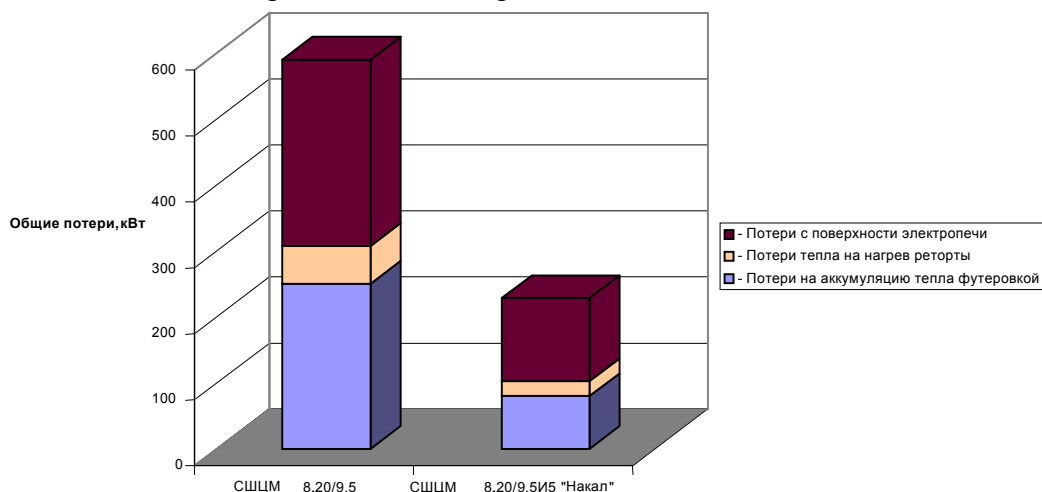
Помимо низкой теплоемкости волокнистые футеровочные материалы обладают еще и прекрасными теплоизоляционными качествами. Для снижения температуры с 1000°C в рабочем пространстве печи до 60°C на поверхности корпуса необходимая толщина футеровки из волокнистой теплоизоляции в два раза меньше, чем толщина футеровки из комбинации кирпичных слоёв. Более толстая футеровка приводит к увеличению общего габарита электропечи, что в свою очередь приводит и к увеличению потерь тепла с внешней поверхности корпуса электропечи. В результате потери тепла с поверхности электропечи при одинаковом размере рабочего пространства, но с волокнистой и кирпичной футеровкой, как видно из представленной диаграммы, заметно отличаются.



Еще одной неизбежной, но также весьма затратной статьёй расхода является энергия, потраченная на нагрев реторты. В печах старой конструкции применяются литые реторты с толщиной стенки не менее 20 мм. Это хорошо сказывается на эксплуатационной стойкости реторты в условиях постоянного пересыщения внутренней поверхности углеродом, которое вызывалось отсутствием систем регулировки углеродного потенциала, но в современных условиях бесполезный нагрев такой массы металла нельзя не назвать расточительством.

Современные печи каталитической газовой цементации, выпускаемые ЗАО «НПК «НАКАЛ» оснащаются системами управления углеродным потенциалом, что практически исключает эффект пересыщения реторты углеродом и позволяет использовать реторты с гораздо меньшими толщинами стенки не теряя в их ресурсе работы. Таким образом, сокращение толщины стенки реторты с 20мм до 8мм позволило уменьшить количество тепла, необходимого на нагрев реторты в 2,5 раза.

Соотношение общих потерь энергии электропечи СШЦМ 8.20/9,5 старой и новой конструкции показано на приведенной диаграмме.



Помимо изменения конструкции электропечи произошло и качественное изменение технологии цементации.

Система управления электродным потенциалом, установленная на новых электропечах, позволила решить целый комплекс проблем возникавших при газовой цементации, что привело к уменьшению количества немартенситных составляющих в микроструктуре цементированного слоя, исключило грубые дефекты типа цементитной сетки, упорядочило распределение микротвердости по толщине цементованного слоя, обеспечило высокую стабильность технологических процессов в реальных условиях и значительно снизило дисперсию свойств термообрабатываемых деталей.

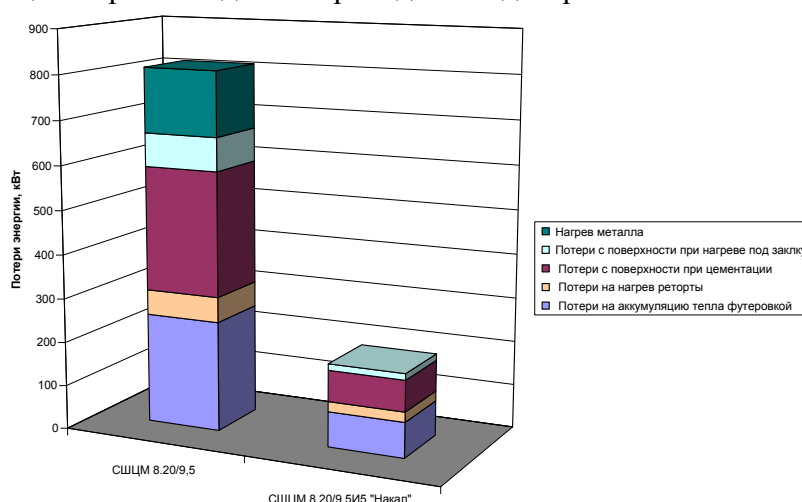
Важной особенностью цементационных электропечей, выпускаемых ЗАО «НПК «Накал» является наличие в их конструкции катализатора нового поколения на носителях имеющих

высокую рабочую температуру, малое сопротивление потоку и развитую поверхность катализа. Наличие катализатора обеспечивает более высокую производительность печей, за счет увеличения скорости процесса цементации.

Применение новой технологии – каталитической газовой цементации, а также управление процессом насыщения по углеродному потенциалу, позволяет исключить образование карбидной сетки, образующихся при неуправляемом насыщении, и необходимость повторного нагрева под закалку для её устранения, что дает возможность закалки деталей непосредственно из цементационной печи с предварительным подстуживанием до 840-860°C. Подстуживание позволяет уменьшить коробление и количество остаточного аустенита, за счет чего повышается поверхностная твердость. Такой способ закалки исключает возможность окисления и обезуглероживания поверхностных слоев. Исключение повторного нагрева под закалку на 54% снижает потери энергии, что обусловлено отсутствием необходимости повторного нагрева самих деталей, все это существенно снижает стоимость термообработки.

Таким образом, снижение потерь энергии за счет применения цементационных печей современной конструкции составляет 50%, а с учетом сокращения затрат на закалку может достигать и 77%.

Соотношение потерь энергии за технологический цикл в печи старой и новой конструкции хорошо видно из приведенной диаграммы.



В условиях роста объемов производства, когда возникает необходимость в выделении дополнительных мощностей, а во многих случаях и строительства дополнительных подстанций, возможность поднять производительность участка термообработки за значительно меньшие средства – то есть путем повышения производительности и экономичности единицы оборудования нельзя недооценивать.

Меньшие размеры печей за счет применения современных футеровочных материалов позволяют сэкономить на площади термического участка или сэкономить на строительстве нового, поскольку позволит установить на той же площади больше оборудования, имеющего большую производительность.

Футеровка блоками из волокнистой теплоизоляции обладает еще одним важным преимуществом – это высокая ремонтпригодность. Так как каждый блок представляет собой законченный конструктивный элемент, закрепленный на корпусе печи, то в случае возникновения необходимости ремонтных работ блоки, подлежащие замене, демонтируются и на их место производится монтаж новых блоков. Таким образом, вместо полной перефутеровки кирпичной кладки, которая занимает довольно продолжительное время, проводится только локальный ремонт по замене блоков, который можно провести в короткий срок. Это значительно экономит как часовые затраты на ремонт печи, так и стоимость футеровочных материалов для ремонта. Кроме того, нельзя забывать об упущенной выгоде, связанной с простоем печи во время ремонта. Эту характеристику можно рассчитать только на каждом конкретном предприятии, но ее нельзя недооценивать при выборе оборудования.

Сопоставив все приведенные цифры, Вы можете сами оценить преимущество электропечей нового поколения с футеровкой из волокнистых блоков, которые характеризуются:

- Меньшей установленной мощностью и при этом более высоким коэффициентом полезного использования тепла;
- Повышенной производительностью, за счет усовершенствования технологического процесса;
- Высокой ремонтпригодностью, что позволяет значительно сократить время простоя оборудования и уменьшить затраты на ремонтные работы в целом;
- Меньшими габаритами печи, за счет уменьшения толщины футеровки, что позволяет более рационально использовать производственные площади;
- Более быстрой окупаемостью, за счет сокращения эксплуатационных затрат и платежей за электроэнергию.

Нашей компанией было выпущено несколько тысяч электропечей с футеровкой частично или полностью состоящей из волокнистых блоков, которые в настоящее время успешно эксплуатируются на различных предприятиях России и СНГ.