



УДК 621.74

Поступила 10.04.2017

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ENERGY SAVING HEATING UNITS OF NEW GENERATION

В. В. КОРОБЕЙНИКОВ, С. С. ТКАЧЕНКО, Ассоциация литейщиков Санкт-Петербурга и Ленинградской области, г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: tachtech@tachtech.ru

V. V. KOROBAYNIKOV, S. S. TKACHENKO, Foundry Association of St. Petersburg and Leningrad Region, Sankt-Petersburg, Russia. E-mail: tachtech@tachtech.ru

Современное термическое оборудование может и должно быть энергосберегающим, эффективным, безопасным, экологически чистым.

Компания «ТАХТЕХ-РУС» (г. Санкт-Петербург) является современным научно-производственным предприятием, разрабатывающим и выпускающим энергосберегающие термические агрегаты широкого спектра применения.

Modern thermal equipment could and should be energy saving, efficient, safe and environmentally friendly one.

The company «TAKHTEH-RUS» LLC (Saint Petersburg) is a modern scientific and production enterprise which develops and produces energy-saving thermal units for wide range of applications.

Ключевые слова. Энергосбережение, эффективность, экология, безопасность, термическое и нагревательное оборудование.

Keywords. Energy saving, efficiency, ecology, safety, thermal and heating equipment.

В современных международных экономических отношениях проблемы импортозамещения и экономии энергоносителей приобретают особо серьезное значение для всего народного хозяйства. Это особенно важно для России, которая по уровню производительности труда отстает от США и Евросоюза в 4 раза, при этом имеет в 3 раза выше ресурсоемкость продукции и технологий в основных отраслях промышленности и в среднем в 2,5 раза большую энергоемкость [1].

Общим для любых промышленных предприятий потенциалом в сокращении расходов являются, главным образом, затраты на тепловую и электрическую энергию, а также на другие расходуемые ресурсы в зависимости от технологии производства (воды, топлива, материалов).

Оптимизация процессов позволяет сократить потребление энергии и ресурсов, уменьшить расходы на обслуживание, высвободить дополнительные площади, а также повысить надежность и качество работы инженерных и технологических систем.

Затраты энергии при нагреве металла в пламенных печах складываются из затрат топлива, расходуемого на отопление печи, и затрат электроэнергии для обеспечения работы механического оборудования печей. Расчет затрат электроэнергии является задачей механических и энергетических служб. Удельные затраты энергии на отопление печи могут быть рассчитаны по формуле:

$$y_{\text{зт}} = \frac{BQ_{\text{рн}}T}{G},$$

где B – расход топлива в единицу времени; T – время нагрева металла в печи периодического действия; $Q_{\text{рн}}$ – низшая рабочая теплота сгорания топлива; G – масса садки в печи периодического действия или количество металла, нагреваемого в проходной печи за время T .

Расход топлива на отопление нагревательной печи рассчитывается по известной методике путем составления теплового баланса печи. Анализ статей теплового баланса дает возможность оценить влияние различных факторов на величину удельной энергоемкости процесса нагрева металла.

Важнейшие факторы, влияющие на расход топлива при нагреве металла, – характеристики садки печи и режим ее нагрева. Характеристиками садки являются характерный размер нагреваемых заготовок, теплофизические свойства металла, масса садки и ее начальная температура. От характерного размера заготовки и его теплофизических свойств зависит режим нагрева, что прямым (главным) образом влияет на качество термообработки (или ведение процесса), энергосбережение и рентабельность работы оборудования [2].

Это в полной мере касается предприятий литейно-металлургического комплекса, где большая доля затрат приходится на термические агрегаты, служащие для термической обработки слитков и отливок, нагрева слитков, разогрева ковшей, сушки форм, стержней и других задач [3].

Ожидаемое повышение цен на топливо вынуждает предприятия внедрять мероприятия, обеспечивающие большую эффективность нагревательных устройств и более высокий КПД всего агрегата. На КПД энергетического оборудования, кроме всего прочего, большое влияние оказывают технологические температуры. В связи с этим задача повышения КПД всегда связана с материаловедческой проблемой. При модернизации нагревательных печей кузнечных цехов необходимо, в первую очередь, учитывать экономические и экологические аспекты. Успех в этих вопросах достигается за счет применения в печах кузнечно-термических производств традиционных конструктивных элементов: высокопроизводительных радиационных воздушных рекуператоров, автоматизированных систем зонного регулирования, высокоэффективных горелок и огнеупоров нового поколения с теплопроводностью на порядок ниже шамотных.

С точки зрения применения огнеупорных материалов наиболее важным их свойством является теплопроводность. Что же такое теплопроводность?

Теплопроводность представляет собой способность материала проводить тепло. Проводимость осуществляется посредством передачи тепловой кинетической энергии между элементарными частицами как внутри самого материала, так и при соприкосновении с другими телами (предметами).

Определение теплопроводности материалов осуществляется через коэффициент теплопроводности, который представляет собой меру способности пропускать тепловой поток. Чем ниже значение этого показателя, тем выше изоляционные свойства материала. При этом теплопроводность зависит от плотности материала. Численно величина теплопроводности равна количеству тепловой энергии, которая проходит через участок материала толщиной 1 м, площадью 1 кв. м за 1 с. При этом разность температур на противоположных поверхностях принимается равной 1 К. Формула теплопроводности выглядит следующим образом:

$$Q = \lambda(dT/dX)SdT \text{ закон Фурье,}$$

где Q – теплопроводность; λ – коэффициент теплопроводности; dT/dX – градиент температуры; S – площадь поперечного сечения образца.

Количество теплоты, проходящей через огнеупорные материалы («стену»), зависит от коэффициента теплопроводности материала (λ), чем он больше, тем больше теплоты проходит через материал и тем хуже его теплоизоляционные свойства.

Плотный материал имеет больший коэффициент теплопроводности по сравнению с пористым. Увеличение плотности способствует повышению коэффициента теплопроводности (λ), уменьшение плотности приводит к обратному показателю. Чем больше пор в материале, тем меньше его плотность и теплопроводность.

Современное термическое оборудование может и должно быть энергосберегающим, эффективным, безопасным, экологически чистым и соответствовать следующим требованиям:

- низкие удельные теплоемкость и теплопроводность огнеупорных и теплоизолирующих материалов, применяемых при строительстве (реконструкции);
- эффективные системы нагрева (охлаждения);
- высокая степень автоматизации режимов работы, исключая ошибки персонала и гарантирующая предотвращение аварий при возникновении нештатных ситуаций;
- применение систем предварительного нагрева и рекуперации;
- высокие экологические показатели;
- использование систем очистки и дожигания отходящих газов;
- конструктивная технологичность, позволяющая минимизировать взаимодействие внутренней и внешней атмосферы на всех режимах;



Рис. 1. Стенд для сушки и разогрева ковшей

Большую долю в деятельности компании занимают производство, реконструкция и восстановление термических печей различного назначения, установок нагрева штампов непосредственно в прессах, стенов сушки и нагрева ковшей, сушильных печей, горелок для нагрева кромок перед сваркой и других агрегатов для металлургического, кузнечного и литейного производств.

Современный стенд для сушки и разогрева ковшей с системой герметизации и дожигания отходящих газов показан на рис. 1.

В основной перечень продукции и услуг входят:

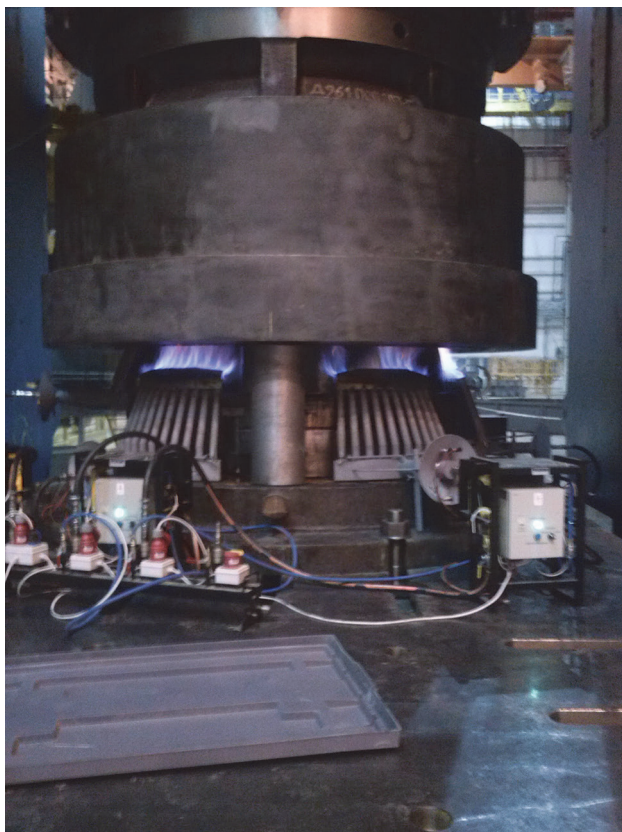


Рис. 3. Установка нагрева штампов



Рис. 2. Печь с выкатным подом для разогрева слитков

- большие межремонтные интервалы в процессе эксплуатации и ремонтпригодность.

Компания «ТАХТЕХ-РУС» (г. Санкт-Петербург) является современным научно-производственным предприятием, разрабатывающим и выпускающим энергосберегающие термические агрегаты широкого спектра применения.

- печи с выкатным подом (рис. 2), камерные, проходные, колпаковые, карусельные, круговые, передвижные и другие печи объемом от 0,5 м³ и температурой до 1800 °С с рекуперацией воздуха до 700 °С или с регенерацией воздуха до 1100 °С, с автоматическим управлением, подключенным к центральной системе управления, в том числе печи с защитной атмосферой;

- нагревательные стенды для ковшей (см. рис. 1);
- установки нагрева штампов непосредственно в прессе (рис. 3) и нагрева кромок перед сваркой;
- нагревательные системы, газовые горелки, рекуператоры, регенераторы, нагреватели воды и воздуха;
- сушила различного назначения;
- огнеупорные и теплоизолирующие материалы;
- шеф-монтаж, гарантийное и сервисное обслуживание термического оборудования;
- реконструкция, ремонт и восстановление термических агрегатов, их перевод на другие виды энергоносителей.

Имея собственный научно-технический потенциал, компания ТАХТЕХ-РУС разрабатывает и производит высококачественные керамоволокнистые огнеупорные и теплоизоляционные материалы, которые используются при строительстве и реконструкции термических агрегатов.



Рис. 4. Маты из керамоволокнистого полотна



Рис. 5. Керамоволокнистые модули

К таким материалам относятся керамоволокнистые сборные футеровки в виде плит, матов (рис. 4) или модульных блоков (рис. 5) с температурой применения до 1400 °С. Легковесные футеровки достаточно просто монтируются, обладают низкой плотностью, малой инерционностью и теплопроводностью. Они абсолютно устойчивы к тепловому удару при резких колебаниях температуры.

Теплоизоляционные материалы выпускаются на температуры 350, 750, 900 °С в виде плит и матов толщиной до 100 мм, имеющих плотность от 60 до 230 кг/м³. Керамоволокнистые маты толщиной от 13 до 50 мм с плотностью от 70 до 200 кг/м³, а также плиты плотностью до 300 кг/м³ поставляются на температуры 1260, 1425 и 1600 °С.

Для температур 1260 и 1425 °С производятся специальные керамоволокнистые модули – блоки с плотностью от 160 до 240 кг/м³. Стандартные размеры модулей – 300×300 и 300×600 мм, толщина – от 150 до 350 мм. По желанию заказчика могут выпускаться модули не стандартных размеров, в том числе угловые, трапециевидные и др. Также изготавливаются сформованные изделия на керамоволокнистой основе

самой различной конфигурации и размеров.

Все виды футеровок и тепловой изоляции оснащены специальными креплениями.

Материалы имеют необходимое сертификационное обеспечение. Гарантийный срок службы не менее 5 лет при работе в области высоких температур (1300 °С) и не менее 10 лет при работе с температурой до 1200 °С. Стоимость сборных керамоволокнистых футеровок не выше эквивалентной по площади традиционной кирпичной кладки. Их высокая эффективность определяется значительной долговечностью и большой экономией энергоносителей.

Еще одно важное направление научно-технической деятельности ТХТЕХ-РУС – разработка комплексных систем нагрева для любых энергоносителей с использованием газовых и топливных горелок собственного производства.

Применение в термических агрегатах огнеупорных и теплоизоляционных материалов нового поколения, современных систем нагрева, рекуперации, регенерации в комплексе с системами контроля и автоматизации позволяет снизить энергоемкость оборудования более чем на 50%. Окупаемость таких агрегатов составляет 6–12 мес в зависимости от их размера.

Высокие энергоэкономичные показатели печей нового поколения обеспечены за счет внедрения следующих технических решений:

- использования эффективной импульсной системы нагрева и охлаждения металла на базе современных скоростных газовых горелок, оборудованных электророзжигом и контролем факела и встроенных в фурмы подачи охлаждающего воздуха;
- футеровки печи современными керамоволокнистыми малоинерционными огнеупорными и теплоизоляционными материалами;
- отвода продуктов сгорания из печи, осуществляемого через верхнюю часть каркаса футерованным надземным дымопроводом в дымовую трубу, это позволяет обеспечить надежное регулирование давления в рабочем пространстве печи;
- утилизации тепла уходящих продуктов сгорания путем подогрева воздуха, идущего на горение, в рекуператоре, устанавливаемом в дымопроводе;
- обеспечения герметизации рабочего пространства печи за счет специальной конструкции заслонки и водоохлаждаемой рамы загрузочного окна;
- применения импульсного сжигания топлива и аэродинамического регулирования разрежения, обеспечивающего стабилизацию давления в рабочем пространстве печи и интенсивную циркуляцию газов при всех тепловых нагрузках;
- специальной конструкции выкатного пода малой высоты для улучшения эксплуатационных условий; с целью обеспечения надежного уплотнения в створе между подом и неподвижной частью печи применены специальные затворы;

- футеровки пода печи с применением плотных легковесных огнеупорных жаропрочных бетонов, обеспечивающих существенное снижение теплоемкости пода и повышение надежности его работы;
- системы тепловой автоматики, обеспечивающей автоматическое ведение режимов нагрева и охлаждения по заданной программе, стабилизацию теплового режима печи по энергосберегающим алгоритмам, управление автоматическим розжигом и контроль наличия факела горелок, предоставление информации о работе печи в естественной для оператора форме, возможность включения системы управления печью в цеховую информационную сеть.

Системы контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации управления тепловым режимом учитывают требования газовой безопасности и высокие требования по уровню автоматизации. На печах производится контроль, управление и регулирование более двух десятков параметров. Данное обстоятельство дает возможность автоматического выполнения тепловых режимов с точностью до ± 5 °С, а при необходимости $\pm 2,5$ °С в предельно широком интервале температур 100–1100 °С.

Внедрение новых технических решений позволило обеспечить экономичную работу печей со значительным снижением вредных выбросов в атмосферу, что заметно улучшает экологическую ситуацию промышленного региона.

Тепловое ограждение печей предусматривает отказ от традиционной кирпичной кладки. В этих печах применена сборная многослойная составная футеровка керамоволокнистыми материалами различной плотности. Футеровка из современных волокнистых огнеупоров для термических печей открывает ряд преимуществ:

- быстрый разогрев и охлаждение печи вследствие малой теплоинерционности, что позволяет увеличить производительность и универсальность печного оборудования;
- устойчивость футеровки к резким колебаниям температуры;
- сокращение потерь тепла на аккумуляцию в кладке.

Отличительная особенность компании TAXTEX-РУС заключается в том, что у нее практически нет номенклатуры стандартного оборудования. При работе с заказчиком специалисты фирмы не стремятся привязать техническое предложение к стандартному решению или проекту. Во всех случаях разрабатывается наиболее выгодное и оптимальное решение для заказчика.

Компания TAXTEX-РУС сотрудничает и входит в состав объединения чешских производителей огнеупоров и может осуществлять комплексную поставку огнеупорных материалов, торкрет-масс, набивных масс, жароупорных бетонов, фасонных изделий, в том числе огнеупорного кирпича на основе магнетита.

В интересах заказчика компания TAXTEX-РУС может разработать и поставить широкий спектр огнеупорных материалов и оборудования различных тепловых агрегатов совместного производства с Чешской Республикой. Кроме того, компания располагает обширной базой данных о деятельности передовых фирм Центральной и Западной Европы и может оказывать различные услуги в области разработки и поставки различных футеровочных материалов и оборудования.

Литература

1. Сидоренков С. И. Сокращение расходов как разумная альтернатива сокращению штатов // Индустрия, 2009. № 1.
2. Иванцова Н., Хатрутдинов Р. Ресурсосбережение и экологическая политика в металлургическом комплексе // Вопросы экономики. 1990. № 11.
3. Цуканов В. В., Милуц В. Г., Нигматулин О. Э. Совершенствование режимов предварительной термической обработки заготовок из высокопрочных низколегированных судостроительных сталей // Сб. тез. выступлений участников конф. «Проблемы разливки и кристаллизации стали, сварки, термообработки и математическое моделирование технологических процессов». М.: ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», 2012.

References

1. Sidorenkov S. I. Sokrashhenie rashodov kak razumnaja al'ternativa sokrashheniju shtatov [Cutting costs as a reasonable alternative to staff reduction]. *Industrija = Industry*, 2009, no. 1.
2. Ivantsova N., Hatrutdinov R. Resursosberezhenie i jekologicheskaja politika v metallurgicheskom komplekse [Resource conservation and environmental policy in the metallurgical complex]. *Voprosy jekonomiki = Issues of economics*, 1990, no. 11.
3. Tsukanov V. V., Milyuts V. G., Nigmatulin O. E. Sovershenstvovanie rezhimov predvaritel'noj termicheskoj obrabotki zagotovok iz vysokoprechnyh nizkolegированных sudostroitel'nyh stalej [Perfection of the modes of preliminary heat treatment of blanks from high-strength low-alloy shipbuilding steels]. *Sbornik tezisov vystuplenij uchastnikov konferencii «Problemy razlivki i kristallizacii stali, svarki, termoobrabotki i matematicheskoe modelirovanie tehnologicheskix processov»*, Moskva, OAO NPO «CNIITMASH», 2012 g. [Proceedings of the conference «Problems of casting and crystallization of steel, welding, heat treatment and mathematical modeling of technological processes»]. Moscow, 2012.