

К вопросу о модернизации и создания кузнечно-термического оборудования нового поколения

Ткаченко С. С., Коробейников В. В.

Россия, Ассоциация литейщиков Санкт-Петербурга и Ленинградской области

В современных международных отношениях проблема экономии энергоносителей приобретает особо серьёзное значение для экономики и, в первую очередь, для металлургического, литейного, кузнечного и термического производств. Большая доля затрат в этих производствах приходится на содержание и обслуживание плавильных, нагревательных агрегатов и разливочных ковшей.

Растущие затраты на энергоресурсы подвергают серьёзному испытанию именно энергоёмкие отрасли. По этой причине растёт готовность больших и малых руководителей реального сектора экономики к скорейшему принятию мер по оптимизации расходов на энергоносители. При этом серьёзным вызовом времени и возможностью для дальнейшего развития производства является создание системы управления энергопотреблением как предпосылки для начала внутрипроизводственного перехода к новой эре энергопотребления. Общую схему успешного построения системы управления энергосбережением даёт международный стандарт DIN EN ISO 50001.

Это особенно важно для России, которая по уровню производительности труда отстаёт от США и Евросоюза в 4 раза, при этом имеет в 3-7 раз выше ресурсоёмкость продукции и технологий в основных отраслях промышленности и почти в 3 раза большую энергоёмкость [1].

Международные события последнего времени с одной стороны показали зависимость российской экономики от импортного оборудования, изделий и комплектующих, с другой стороны, теперь ни у кого не осталось сомнений в важности восстановления, модернизации и развития отечественной индустрии.

Восстановление и модернизация существующих производств, равно как и создание новых, возможно только на основе трёх основополагающих принципах:

- ресурсосбережение;
- экологичность;
- безопасность.

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 надёжность и качество работы инженерных и технологических систем. Сокращаются аварийность и простои на ремонт [2].

Важнейшей составляющей промышленных ресурсов являются энергоресурсы. Это особенно наглядно видно на примере термического и нагревательного оборудования металлургических, заготовительных и других производств, использующих такое оборудование в своих технологических переделах.

Поэтому, при реконструкции, перевооружении, модер-

низации и создании нового термического оборудования, необходимо выбирать агрегаты и технологии, обеспечивающие большую эффективность и более высокий КПД оборудования, с обязательным соблюдением норм экологии и безопасности.

Это в полной мере касается предприятий литейно-металлургического комплекса. Большая доля затрат в металлургическом, кузнечном, литейном производстве приходится на термические агрегаты, служащие для термической обработки слитков и отливок, нагрева слитков, нагрева ковшей, сушки форм и других задач.

При строительстве новых, ремонте, реконструкции, перевооружении существующих термических агрегатов в современных условиях необходимо внедрять:

- теплоизолирующие материалы с низкой удельной теплоёмкостью и низкой удельной теплопроводностью;
- высокоэффективные газогорелочные системы в газовых агрегатах и нагревательные системы в электроагрегатах;
- системы подогрева воздуха сгорания;
- системы дожигания загрязняющих вредных веществ или другой их утилизации, если таковые выделяются в технологическом процессе;
- автоматизированные системы управления и контроля, позволяющие эффективно вести технологические процессы и расходовать энергию только в необходимом количестве.

Постоянно возрастающие требования к эффективному использованию энергоносителей привели к тому, что в последние годы КПД энергетических установок значительно возросло. На КПД энергетического оборудования, кроме всего прочего, большое влияние оказывают технологические температуры. В связи с этим задача повышения КПД всегда связана с материаловедческой проблемой.

Очень высокие требования предъявляются к стабильности технологического процесса и воспроизводимости результатов [3].

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 секунду. При этом, разность температур на противоположных поверхностях принимается равной 1 Кельвину. Формула теплопроводности выглядит следующим образом:

$$Q = \lambda (dT/dX)Sdt \quad \text{Закон Фурье.}$$

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 – 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 отвечать следующим требованиям:

- низкие удельные теплоёмкость и теплопроводность огнеупорных и теплоизолирующих материалов, применяемых при строительстве (реконструкции);
- эффективные системы нагрева (охлаждения);
- высокая степень автоматизации режимов работы, исключающая 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;
- большие межремонтные интервалы в процессе эксплуатации и ремонтпригодность.

и теплоизоляционные материалы, которые имеют низкие удельную теплоёмкость и теплопроводность..

К таким материалам относятся керамоволокнистые сборные футеровки в виде плит, матов (рисунок 1) или модульных блоков (рис. 2) с классификационной температурой до 1600°C. Легковесные футеровки достаточно просто монтируются, обладают низкой плотностью, малой инерционностью и теплопроводностью (в 8-10 раз меньше шамотного кирпича). Они абсолютно устойчивы к тепловому удару при резких колебаниях температуры.

Теплоизоляционные материалы выпускаются на температуры 350, 750, 900°C 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 температуру 1260, 1425 и 1600°C.

Для температур 1260 и 1425°C используются специальные керамоволокнистые модули – блоки с плотностью от 160 до 240 кг/м³. Стандартные размеры блоков 300x300 и 300x600 мм, толщина от 150 до 350 мм. Компания проектирует футеровки для любых тепловых агрегатов, собственное производство позволяет выпускать модули других геометрических параметров, в том числе трапециевидные и угловые.

Все виды футеровок и тепловой изоляции должны быть оснащены специальными креплениями.

Материалы должны иметь необходимое сертификационное обеспечение. Гарантийный срок службы не менее 5 лет при работе в области высоких температур (1400°C) и не менее 10 лет при работе с температурой до 1200°C. Их высокая эффективность определяется значительной долговечностью и большой экономией энергоносителей.

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

Высокие энергосберегающие 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;
- утилизация 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 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;



5) Рис. 1. Маты из керамоволокнистого полотна



Рис. 2. Керамоволокнистые модули

Для футеровки термических агрегатов необходимо применять высококачественные керамоволокнистые огнеупорные



Рис. 3. Печь с выкатным подом 3,4*2*5,7 м с предварительным нагревом воздуха

Печь с выкатным подом 3,4*2*5,7 м с предварительным нагревом воздуха

- 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 $\pm 5^\circ\text{C}$, а при необходимости $\pm 2,5^\circ\text{C}$ в предельно широком интервале температур 100–1100 $^\circ\text{C}$.

Внедрение новых технических решений позволило обеспечить экономичную работу печей со значительным снижением вредных выбросов в атмосферу, что значительно отразилось на улучшении окружающей экологии.

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..



Рис. 4. Стенд нагрева ковшей

Для более наглядного понимания экономической целесообразности применения в современных печах новых технологий, была проведена работа на печах одного размера, результаты которой приведены в таблице 1.

За базовую принята распространённая в странах Таможенного союза электропечь с выкатным подом СДО 28, размер рабочего пространства: длина (глубина) – 5800 мм; ширина – 3200 мм; высота – 2600 мм

В столбце 1 даны показатели для стандартной электропечи СДО 28.

В столбце 2 даны показатели для модернизированной электропечи СДО 28 с заменой футеровки на керамоволокнистую, замены систем нагрева, управления и контроля на современные.

В столбце 3 даны показатели для электропечи СДО 28, переведённой на природный газ.

Масса садки без веса подкладок под садку во всех случаях составляет 16 тонн.

Нормы расхода энергоносителей на 1 тонну садки на печах одного размера

Таблица

Электропечь СДО 28	Модернизированная электропечь СДО 28	Электропечь СДО 28, переведённая на газ
Электроэнергия		Природный газ
1200 кВт	950 кВт	100 м ³
Стоимость, руб		
5 244,00	4 151,50	552,50

Более подробную информацию о деятельности компании можно получить по тел. +7 (812) 554-48-26, e-mail: tachtech@tachtech.ru, сайт <http://tachtech.ru/> <http://tachtech.pф/>

1. Сидоренков С. И. «Сокращение расходов как разумная альтернатива сокращению штатов» («Индустрия», №1, 2009 г.)
2. Иванцова Н., Хатрутдинов Р. «Ресурсосбережение и экологическая политика в металлургическом комплексе» («Вопросы экономики», №11, 1990 г.)
3. Реч Р., «Покровки для энергомашиностроения – технологии XXI века» («Черные металлы», немецкий оригинал № 3, 2008 г., русское издание август 2008 г.)