

Инновационные разработки ОАО «ВНИИМТ» для энергосбережения и экологии в металлургии

Зайнуллин Л.А., Дружинин Г.М., Буткарев А.А.

*ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»
(ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург.*

Ключевые слова: горн, агломерационная машина, обжиговая конвейерная машина, оптимизация, доменные воздухонагреватели, сушка чугуновозных и сталеразливочных ковшей, доменная печь, припечная грануляция доменного шлака, окалина, контролируемое охлаждение проката.

ОАО «ВНИИМТ», образованный в 1930 году, за более чем 80-летнюю историю превратился в известную научную организацию, ориентированную на разработку высокоэффективных теплотехнических агрегатов, экономичных и экологически чистых технологий в металлургии, машиностроении и других топливотребляющих отраслях промышленности.

При этом институт выполняет полный комплекс работ, включая разработку технологии (технологического задания на новую или модернизируемую технологию или установку), разработку проекта и рабочей документации, поставку оборудования, авторский надзор и пуско-наладочные работы с отработкой технологических режимов и выводом технологии на проектные показатели.

В последние годы ОАО «ВНИИМТ» реализовал десятки инновационных проектов по совершенствованию различных металлургических технологий для крупнейших производств. К наиболее значимым следует отнести:

Строительство участка производства железнодорожных накладок, включая оборудование по резке и прошивке полосы, нагревательную печь и закалочное устройство для ОАО «Евраз-НТМК». При этом впервые применена технология закалки водой (против технологии закалки в масле) на основе устройства регулируемого охлаждения конструкции ОАО «ВНИИМТ». Это позволило снизить себестоимость продукции, улучшить экологию и исключить пожароопасность производства.

Модернизация проходной печи для термообработки (отпуск и нормализация) насосных штанг, с применением новой схемы их транспортировки с помощью шнековых транспортеров для ОАО «Очёрский машиностроительный завод» (г. Очёр, Пермский Край). При модернизации печи использованы рекуперативные горелки, позволившие снизить температуру отходящих газов и экономить топливо, применена футеровка на основе волокнистых огнеупорных материалов.

Эффективные и экологичные технологии ОАО «ВНИИМТ» **припечной грануляции доменного шлака** нашли свое применение не только в России, но и на металлургических заводах Китая. Институтом в последние годы выполнен базисный инжиниринг, изготовление и поставка части оборудования и пуско-наладочные работы для двух доменных печей Тяньцзиньского металлургического завода объемом 1260 м³ и двух печей объемом 4150 м³ Баотоуского металлургического комбината. ВНИИМТ владеет запатентованными разработками для сухой грануляции шлака с использованием его физического тепла.

В ОАО «ВНИИМТ» разработан экономичный **горн для зажигания агломерационной шихты** и схемы утилизации тепла, обеспечивающие снижение выбросов в атмосферу аглогаза и пыли на 20 %, оксида углерода на 23% и окислов азота на 12%. Агломерационные горны ВНИИМТ работают на ОАО «Высокогорский ГОК», ОАО «Челябинский металлургический комбинат», ОАО «Магнитогорский

металлургический комбинат», ОАО «Металлургический завод Запорожсталь», Украина, Metallurgical завод, г. Визакхпатнам, Индия.

Методология разработки оптимальных теплотехнических схем **обжиговых конвейерных машин** использована при модернизации действующих обжиговых машин и разработке новых агрегатов по заказу ОАО «Уралмашзавод». Модернизация обжиговой машины № 12 АО «ССГПО», г. Рудный, Республика Казахстан, выполненная по технологическому заданию и проекту ОАО «ВНИИМТ» обеспечила увеличение производительности обжиговой машины на 11%.

Эффективные и экологичные **горелочные устройства** конструкции ОАО «ВНИИМТ» для сжигания различных видов топлива используются на различных металлургических агрегатах (обжиговые конвейерные машины, агломерационные машины, вращающиеся печи, нагревательные печи и др.).

Высокотемпературные (до 900 °С) вентиляторы конструкции ОАО «ВНИИМТ» находят широкое применение для интенсификации конвективного теплообмена в нагревательных печах различного типа и внедрены на ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», ОАО «Синарский трубный завод» и др. За последние пять лет на предприятиях черной и цветной металлургии поставлено более 350 промышленных жаропрочных, печных вентиляторов конструкции ОАО «ВНИИМТ» для печей различного типа и назначения.

Инновационный стенд сушки чугуновозных ковшей, разработанный и изготовленный ОАО «ВНИИМТ», обеспечивает увеличение более чем в два раза срок эксплуатации футеровки и снижение расхода топлива в 5 раз на их сушку, внедрен в ОАО «Евраз-НТМК» (г. Нижний Тагил, Свердловской области) и подтвердил свою высокую эффективность.

Основные преимущества стенда ОАО «ВНИИМТ», в сравнении с традиционными:

- эффективные горелочные устройства, обеспечивают устойчивое сжигание топлива (природный газ) в широком диапазоне изменения температур (от 30-400 °С в режиме сушки и от 400-900 °С в режиме нагрева) и расходов продуктов сгорания;
- эффективная автоматическая система управления, построенная с использованием математических моделей и алгоритмов оптимизации, обеспечивает высокую точность поддержания требуемого графика изменения температур (отклонение от графика не более 1%) (рис. 1);
- эффективное управление динамическими характеристиками факела обеспечивает равномерное обтекание поверхности ковша и высокую равномерность термообработки в различных зонах ковша (разница температур днища и под крышкой не превышает 1,5%);
- эффективная система автоматического управления температурой и расходом теплоносителя с использованием математических моделей.

Это позволило исключить неравномерность термообработки ковша, высокие колебания температур, снизить потери тепла в окружающую среду.

Технология переработки маслосодержащей прокатной окалины позволяет эффективно и экономически оправдано решить экологическую проблему. Замасленная окалина, скопившаяся в больших количествах в отвалах металлургических предприятий с содержанием масла 8 - 16% , влаги 6 - 18% после переработки по технологии ОАО «ВНИИМТ» может быть использована в агломерационном производстве, что дополнительно позволит снизить себестоимость конечной продукции и сырьевую зависимость металлургических предприятий.

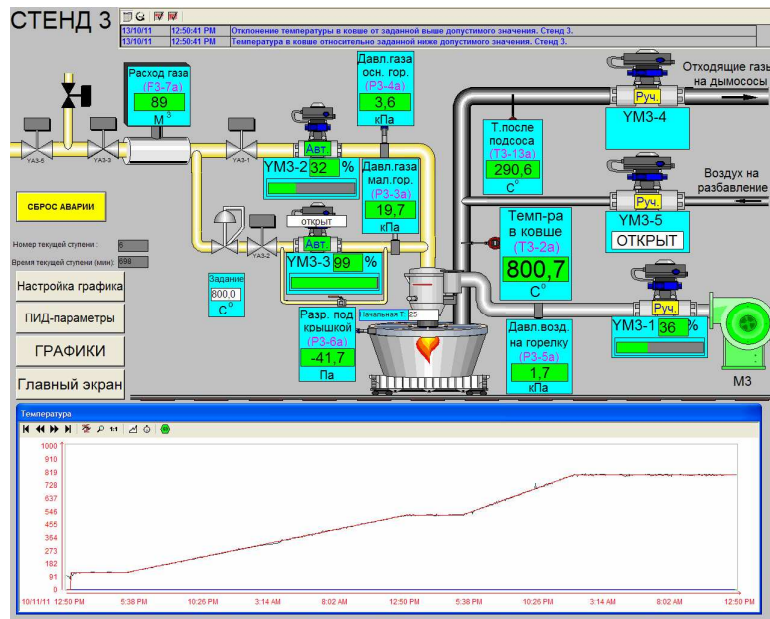


Рисунок 1. Стенд сушки чугуновозных и сталелитейных ковшей

Основными проблемами, затрудняющими эффективную термическую переработку окалины известными способами (например, во вращающихся печах), являются: образование настывей при повышении температуры процесса; спекание обрабатываемого материала; низкая стойкость огнеупорной футеровки печей; интенсивное сажевыделение; необходимость дожигания горючих компонентов, концентрация которых в отходящих газах не превышает 5...7%; значительный пылевывнос; низкая удельная производительность; повышенные капитальные затраты. Перечисленные недостатки усугубляются колебаниями содержания масла и влаги.

Технология ОАО «ВНИИМТ», свободна от указанных недостатков и основывается на низкотемпературной обработке замасленной окалины высокоскоростным потоком продуктов полного сжигания топлива в установке вихревого (циклонного типа). При этом обезмасливание достигается путем возгонки масел при нагреве материалов до температуры 400...450 °С без доступа кислорода. Поток теплоносителя, необходимый для тепловой обработки, образуется в результате факельного сжигания топлива и пиролизных газов при минимуме избытка воздуха в топке циклонной печи. В результате в используемых отходящих газах отсутствует свободный кислород или его концентрация минимальна, что предотвращает воспламенение паров масла в рабочем пространстве реактора.

Разработанная технология успешно используется на ОАО «Синарский трубный завод» (г. Каменск-Уральский Свердловской области) и подтвердила свою эффективность и экологичность на других промышленных предприятиях.

На основе опыта внедрения высокоэффективных систем управления технологическими процессами с решением задач оптимального управления с использованием математических моделей была разработана **подсистема оптимального управления работой блока доменных воздухонагревателей**, позволяющая увеличить температуру горячего дутья более чем на 30 °С, что эквивалентно экономии кокса более 1% без дорогостоящей модернизации и капитальных затрат.

Технологический процесс получения горячего дутья в доменных воздухонагревателях характеризуется:

- большими колебаниями калорийности доменного газа (до 40 %);
- различным износом и повреждениями воздухонагревателей, работающих в блоке, включая («короткие замыкания», оплавление, засорение насадки и пр.);

- сезонными колебаниями температуры воздуха на горение и температуры холодного дутья.

Это приводит к следующим недостаткам, ухудшающим технико-экономические показатели работы блока:

- неполное сгорание газа;
- пониженная температура купола в газовый период;
- недогрев или перегрев насадки воздухонагревателя к концу газового периода, что приводит к большим колебаниям максимальных (до 70 °С) температур в поднасадочном пространстве и др.

Разработанная подсистема оптимального управления, включающая в себя детерминированную математическую модель, алгоритмы идентификации параметров модели и алгоритмы оптимизации позволяют значительно снизить влияние перечисленных недостатков и обеспечить решение следующих важных задач:

- максимизация температуры купола в газовый период;
- максимизация температуры горячего дутья путем определения оптимальных температурно-временных режимов работы каждого воздухонагревателя;
- определение оптимального расхода продуктов сгорания и его корректировка с целью достижения предельной температуры в поднасадочном пространстве к концу газового периода;
- косвенные измерения параметров, включая непрерывный контроль: температурных полей воздухонагревателя в различных режимах работы (рис. 2); КПД каждого воздухонагревателя и блока в целом; теплового баланса блока и отдельных воздухонагревателей; доли вредных перетоков «камера горения-насадка»;
- диагностика состояния воздухонагревателей.

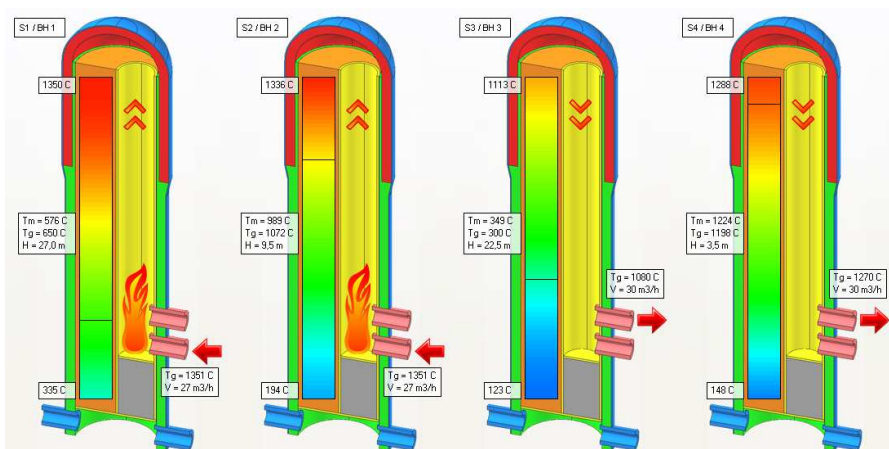


Рисунок 2. Оптимизация работы блока доменных воздухонагревателей

Более подробную информацию о приведенных разработках можно посмотреть в журнале Сталь № 3, 2010 г., посвященном 80-летию ОАО «ВНИИМТ», также на сайте www.vniimt.ru 26.03.2014 г.

Наши координаты

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ») 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, д. 16

Буткарев Алексей Анатольевич

Тел./факс: +7 343 383 75 81

Skype: ButkarevAlexey

butkarev@yandex.ru