

# Методы оптимизации энергетических затрат на сталелитейном заводе

**В** комплексной оптимизации производственных процессов при производстве стали существенное значение имеет оптимальное с энергетической точки зрения планирование режимов работы агрегатов с учетом доступных мощностей и обусловленных технологией температур плавок. Компанией PSI для разработки температурно-зависимого планирования производственных линий сталелитейного завода в систему оперативного управления металлургическим производством *PSImetals* интегрирована аналитико-математическая температурная модель, разработанная дюссельдорфским Институтом исследования производства (BFI). В зависимости от цели оптимизации (максимальная производительность или минимальные энергозатраты) такой принцип обеспечивает подачу расплава на машину непрерывной разливки вовремя и с нужной температурой.

## Проблема энергетических буферов в системе управления

Процесс производства стали – от производства черновой ста-

ли в конвертере или электродуговой печи и комплексной вторичной обработки до разливки стальной плавки на машине непрерывной разливки стали (МНРС) – сопряжен с высокими энергозатратами. Исходя из температуры, необходимой для бесперебойной работы МНРС, обычно используют энергетические буфера для всех предшествующих в технологической цепочке агрегатов, которые служат для компенсации тепловых потерь при выпуске металла, его обработке и технологических паузах, а также при сбоях в производстве.

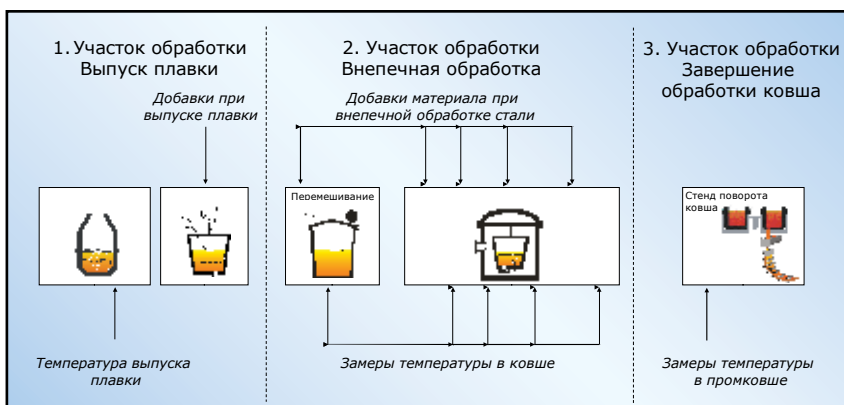
В частности, на сталелитейных заводах без установок “печь-ковш” энергетический буфер для достижения целевой температуры из соображений безопасности часто рассчитывают с запасом, в результате чего для бесперебойной эксплуатации приходится учитывать увеличенное время продувки и возможную подачу холодного скрапа для регулирования температуры в момент передачи. Если задержки в процессе производства ведут к тепловым потерям, то (в случае если энергетический буфер оказался недостаточным)

оставший расплав для разливки необходимо снова нагревать на установке “печь-ковш”, затрачивая много энергии, или, если установка “печь-ковш” отсутствует, даже возвращать в первичный агрегат. Здесь возникает большой потенциал для использования оптимального планирования с целью снижения энергетических затрат.

## Температура как важная плановая величина

Существующие на рынке проектные решения для планирования плавок на сталелитейных заводах используют такие параметры, как время, мощность и последовательность плавок. Температура же, а также ее изменение в процессе производства в сравнении с необходимой заданной величиной не учитывается как важный технологический показатель. В частности, на производстве без установок “печь-ковш” оценка того, будет ли достигнута температура плавления в конце процесса или существует ли опасность прерывания разливки, зависит от опыта операторов и к тому же требует внутренних согласований для правильной оценки влияния на другие задания и агрегаты, участвующие в последующих стадиях производственного процесса.

Температурная модель BFI, интегрированная в *PSImetals*, восполняет этот пробел, определяя температуру как важное рамочное условие процесса планирования. Все критичные для температуры параметры заложены в технологических инструкциях *PSImetals*. Наряду с тепловыми потерями в процессе



Измерение температуры при добавлении материала в отдельных технологических процессах при производстве стали

обработки рассчитываются и учитываются температурные изменения при добавлении шихты и легирующих компонентов. Влияние ковша на динамику изменения температуры также отражается в системе оптимизации благодаря логистическому отслеживанию состояния каждого отдельного ковша на сталелитейном заводе, которое выполняется с помощью интегрированных в температурную модель BFI функций определения и оценки теплового состояния.

### **Динамическое прогнозирование изменения температуры**

Температурная модель BFI в режиме онлайн рассчитывает текущую температуру плавки в установках с учетом всех добавляемых материалов и процессов обработки. Кроме того, данная модель следит за тем, чтобы жидкая сталь достигла заданной температуры при передаче из агрегата по производству черновой стали на машину непрерывной разливки. Входными

параметрами для этой модели являются, во-первых, рассчитанные в PSImetals установочные значения температуры расплава на этапе обработки и транспортировки, а также при добавлении материалов, подаче электроэнергии и т.д.; во-вторых – коэффициенты тепловых потерь ковшей и этапа обработки, а также коэффициенты охлаждения при подаче материалов. Для достижения целевой температуры модель прогнозирует температуру плавки для следующих ступеней обработки и при этом отслеживает текущее состояние в режиме онлайн. Прогноз обновляется циклически и событийно, когда поступают анализы из лаборатории и новые измеренные значения температуры, добавляются дополнительные компоненты и завершаются технологические стадии.

### **Температурно-зависимое планирование с PSImetals**

Заводская система планирования, исходя из заданного времени выполнения задания, а также це-

левой температуры температурной модели, поэтапно планирует обработку плавки с оптимизированными тепловыми буферами для всех установок до непрерывной разливки. При возникновении изменений в процессе температурная модель создает новые прогнозы, а PSImetals их визуализирует. Это очень важно, так как любое временное изменение в процессе оказывает прямое воздействие на температуру. Температурно-зависимое планирование позволяет учитывать изменения температуры и оптимизировать всю временную схему обработки плавки.

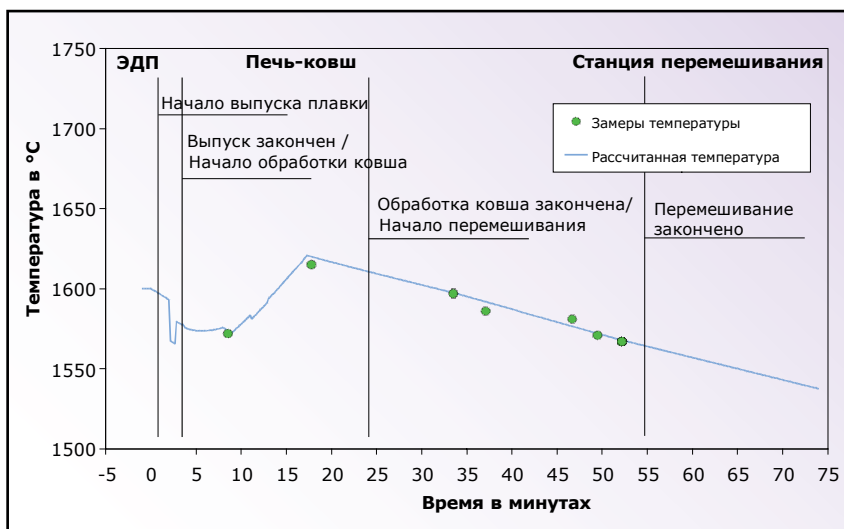
Кроме того, важную роль играет планирование оборота ковшей, поскольку пустые ковши, простаивающие длительное время, не только остывают, но и обуславливают более высокие тепловые потери жидкой стали. PSImetals оптимизирует оборот ковшей, чтобы обеспечить постоянную работу всех ковшей (с учетом их истории) и таким образом сократить среднее время обогрева и оборота.

### **Возможности для рационализации**

Система PSImetals позволяет оптимизировать с учетом характера и особенностей производства (конвертерный завод, электрометаллургический завод, наличие/отсутствие установки "печь-ковш") различные параметры производственных процессов: качество, расходы, время и производительность. Например, задача оптимизации производительности в разных случаях требует разных подходов. Для обработки максимального количества плавки, как правило, требуются более высокие энергозатраты с целью достижения большой проходимости установки, но на это имеет смысл идти при наличии большого портфеля заказов, выручка от реализации которых компенсирует дополнительные затраты. В условиях же сниженного спроса достижение оптимальной производительности, а также минимизацию энергетических издержек обеспечит режим непрерывной замедленной эксплуатации установки.



Подача жидкой стали в электропечь



Сравнение расчетного изменения температуры и результатов измерения температуры в процессе производства с применением температурной модели BFI (Источник: PSI/BFI)

В зависимости от цели оптимизации PSI*metals* предлагает рекомендации относительно того, на каких участках и каким образом оператор может произвести необходимое вмешательство в технологический процесс; можно ли

использовать существующие буфера или следует выпускать металл с более низкой температурой; нужно ли увеличить скорость разливки и т.д. PSI*metals* рассчитывает, какое воздействие окажет изменение скорости разливки, где

и какие буферные интервалы и буферные температуры можно использовать.

Прямая интеграция температурной модели BFI в систему PSI*metals* позволяет при планировании учитывать изменение температуры в любой производственной ситуации. Благодаря этому обычно рассчитываемые для безопасности с большим запасом энергетические буфера могут быть уменьшены, а интервалы обработки и общие энергозатраты на обработку сокращены без риска простоя производства.

**Бернд Кляйнт, д. т. н.,  
начальник отдела**

**автоматизации процессов  
в сталелитейном производстве,  
VDEh-Betriebsforschungsinstitut  
GmbH,**

**Хайнц-Йозеф Понтен, менеджер  
отдела сталелитейного  
производства, PSI BT GmbH**



## ФОРУМ-ВЫСТАВКА INTELLIGENT BUILDING 2011: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, СЕРВИС, УПРАВЛЕНИЕ

7-8 апреля 2011, г. Москва, Swissotel Красные Холмы

В Форуме примут участие руководители девелоперских и строительных компаний, брокерские подразделения, специалисты управляющих и сервисных компаний, поставщики ИТ-оборудования и решений для зданий, систем безопасности и кондиционирования, а также компании, реализующие «зеленые» технологии в строительстве.

За два дня Форума Вы сможете посетить более 15 различных мероприятий, провести индивидуальные встречи с руководителями, эффективно использовать свое время для налаживания контактов, получения необходимой информации и проведения первичного тендера по выбору будущих подрядчиков.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА:**  
Юлия Куварзина  
Руководитель отдела организации выставок  
тел.: (495) 790-7815, доб.123  
julia\_kuvarzina@ahconferences.com

**ПО ВОПРОСАМ ПАРТНЕРСТВА,  
СПОНСОРСТВА И УЧАСТИЯ В ВЫСТАВКЕ:**  
Екатерина Куракаева,  
Руководитель отдела продаж  
тел.: (495) 790-7815, доб. 108  
kurakaeva@ahconferences.com

Узнайте больше о мероприятии и зарегистрируйтесь на сайте:  
**WWW.INBUILDFORUM.RU**