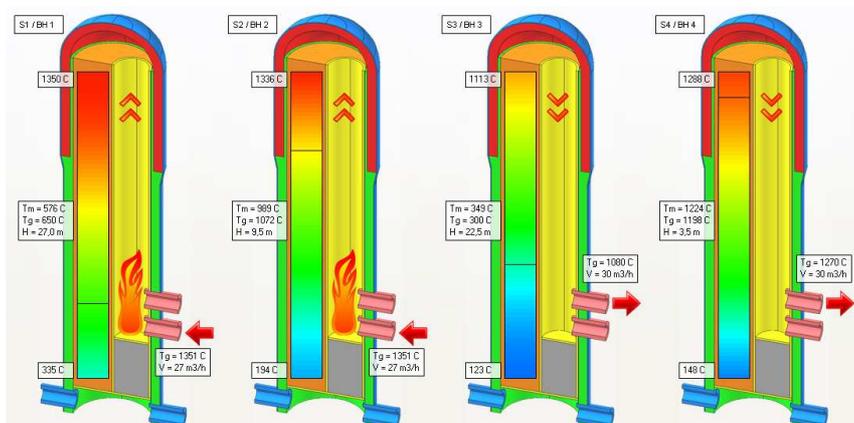




**Повышение эффективности работы  
доменных воздухонагревателей**  
*за счет внедрения высокоэффективной*  
**Автоматизированной системы оптимального  
управления технологическим процессом с  
подсистемой «Верхний имитационно-  
оптимизирующий уровень  
воздухонагревателей»  
(АСОУ ТП ВНОУ-ВН)**



### Задача:

Увеличение температуры горячего дутья блока доменных воздухонагревателей более чем на 20-30 °С, что эквивалентно экономии кокса более чем 0,65-1% без дорогостоящей модернизации.

### Проблема

Технологический процесс получения горячего дутья в доменных воздухонагревателях характеризуется:

- большими колебаниями калорийности доменного газа (до 40 %) (рис. 1);
- 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.

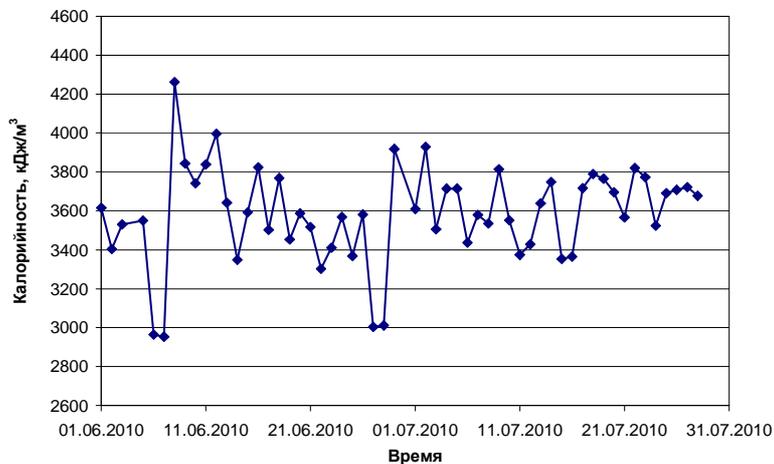


Рис. 1. Колебания калорийности доменного газа

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

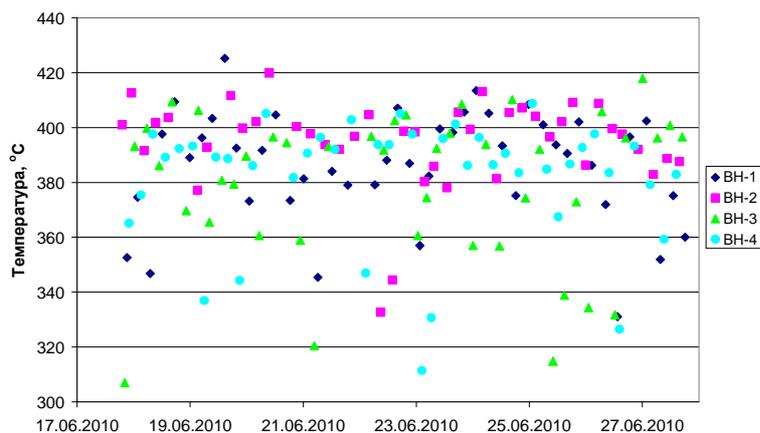


Рис. 2. Колебания максимальной температуры в поднасадочном пространстве

- 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 (рис. 2) и др.

**В результате доменные воздухонагреватели имеют пониженную температуру горячего дутья, а доменный процесс - перерасход кокса.**

Технологический процесс ведет квалифицированный персонал, который довольно грамотно осуществляет управление. Однако человек физически не в состоянии воспринять и проанализировать всю информацию о процессе, поступающую к нему и на ее основе определить оптимальные значения управляющих параметров.

Поэтому основные резервы увеличения температуры горячего дутья при управлении человеком уже исчерпаны.

### Идея

Возложить эту трудную, кропотливую, требующую большого внимания работу по управлению работой доменных воздухонагревателей на **АСОУ ТП ВНОУ-ВН**, которая в реальном масштабе времени, учитывая текущую технологическую ситуацию на объекте управления, определит такие значения управляющих параметров, при которых достигается максимальная температура горячего дутья при минимальном расходе газа и технологических ограничениях на значения управляющих параметров.

## **Принципы функционирования АСОУ ТП ВИОУ-ВН**

Ядром АСОУ ТП является подсистема ВИОУ-ВН, которая включает в себя:

- детерминированную математическую модель;
- алгоритмы идентификации параметров модели;
- алгоритмы оптимизации.

Подсистема ВИОУ-ВН функционирует следующим образом (рис. 3).



Рис. 3. Структура ВИОУ-ВН

Измеряемые значения параметров технологического процесса поступают в прогнозирующую детерминированную математическую модель. Параметры модели постоянно корректируются алгоритмом идентификации. Такая корректировка осуществляется путем минимизации отклонений величин показателей, рассчитанных по модели и соответствующих измеренных величин, с целью обеспечения высокой точности прогнозирования показателей и максимальной адекватности модели реальному процессу.

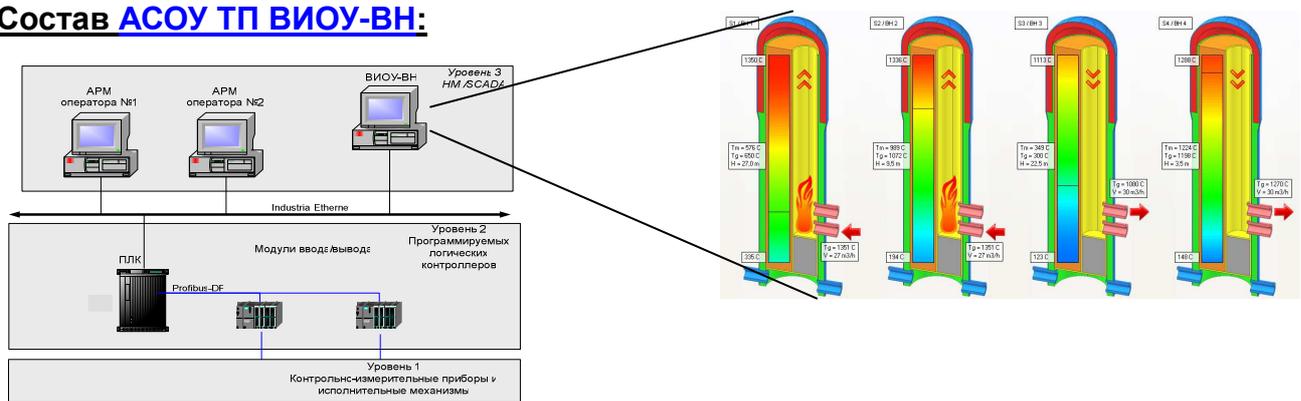
Адекватная процессу математическая модель рассчитывает и выдает оператору значения параметров процесса, недоступных для прямого измерения (например, температурные поля в насадке, КПД воздухонагревателя, доля вредных перетоков и пр.).

Это так называемые «косвенные измерения», которые позволяют оператору более эффективно управлять технологическим процессом.

С использованием алгоритма оптимизации и обращением к математической модели рассчитываются в режиме реального времени оптимальные температурно-временные параметры работы ВН в соответствии с заданным критерием оптимизации (максимум температуры горячего дутья), которые, поступая в контуры регулирования, автоматически воздействуют на процесс, оптимизируя работу блока воздухонагревателей (режим работы on-line), либо выдаются в качестве информации (совета) оператору (режим работы off-line).

## **Перечень решаемых АСОУ ТП ВИОУ-ВН задач**

- максимизация температуры купола в газовый период;
- максимизация температуры горячего дутья путем определение 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;
  - КПД каждого воздухонагревателя и блока в целом;
  - теплового баланса блока и отдельных воздухонагревателей;
  - доли вредных перетоков «камера горения-насадка»;
- диагностика состояния воздухонагревателей.

**Состав АСОУ ТП ВИОУ-ВН:**

1. контрольно-измерительные приборы и исполнительные механизмы;
2. программируемые логические контроллеры (ПЛК) с программным обеспечением;
3. станции визуализации и управления технологическим процессом с программным обеспечением (SCADA системы);
4. комплект лицензированной компьютерной системы (технические средства) и лицензированное специальное программное обеспечение ВИОУ-ВН.

**Срок окупаемости АСОУ ТП ВИОУ-ВН:**

**Годовой экономический эффект** для доменной печи объемом 2038 м<sup>3</sup> только за счет экономии кокса составит более **1 800 000 USD**.

**Срок окупаемости не превышает 0,5-1,0 года.**

**Выполняемые работы «под ключ»:**

- обследование особенностей работы существующего блока доменных воздухонагревателей и определение объемов проектирования и экономической эффективности внедрения **АСОУ ТП ВИОУ-ВН**;
- комплексное проектирование **АСОУ ТП ВИОУ-ВН** и интеграция с существующей системой автоматизации;
- разработка, инсталляция и отладка прикладного программного обеспечения для программируемых логических контроллеров и SCADA-систем;
- поставка дополнительного оборудования и программного обеспечения, включая программный продукт ВИОУ-ВН;
- ввод в действие **АСОУ ТП ВИОУ-ВН**, включая монтажные, пуско-наладочные работы, подготовку (обучение) персонала, сдачу в промышленную эксплуатацию;
- гарантийное и сервисное обслуживание.

Все работы выполняются без остановки доменной печи.

Срок внедрения системы – не более 12 мес.

**Результат внедрения АСОУ ТП ВИОУ-ВН**

- Увеличение температуры горячего дутья не менее чем на 20-30 °С.
- Снижение удельного расхода кокса на 0,65-1,0%.
- Снижение удельного расхода газа на получение горячего дутья.
- Увеличение срока службы огнеупоров за счет непрерывного контроля температурных полей ВН.
- Увеличение производительности доменной печи и качества чугуна.

**АСОУ ТП ВИОУ-ВН – это реальная экономия****Контактная информация**

Руководитель направления математического моделирования и АСОУ ТП ОАО «ВНИИМТ»

Буткарев Алексей Анатольевич  
+7 343 383 75 81  
butkarev@yandex.ru