European Commission  
**TEMPUS**

*The example of the modern control system of melting process in an electric-arc melting furnace is given.*

А. Г. МИЗГИР, Р. Е. АЛАДЬЕВ, БНТУ

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент В. Ф. ОДИНОЧКО, БНТУ

УДК 621.74

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЛАВКИ СТАЛИ В ИНДУКЦИОННЫХ И ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧАХ

В условиях быстрого роста рынка металлопродукции и ужесточения требований к качеству стали производители сталкиваются с проблемой недостатка мощностей. В автомобилестроении стали наивысшего качества пользуются большим спросом и играют ключевую роль при выходе на высокодоходные сегменты рынка. Для выпуска продукции в требуемом количестве сталеплавильные цехи должны работать чрезвычайно эффективно, с высокой степенью автоматизации.

Для плавки стали широко применяются индукционные и электродуговые печи.

Тепло в индукционных электропечах выделяется в результате преобразования электроэнергии в тепловую за счет возбуждения в шихте вихревых токов. Технические решения в области индукционных тигельных печей средней частоты в последние годы позволили резко увеличить скорость плавки металла. Развитие статических преобразователей частоты дало им ряд преимуществ, включая высокую эффективность, надежность и минимальные затраты на обслуживание и низкие капитальные затраты.

Системы управления индукционными тигельными печами используют современные средства автоматизации и информационной техники. Системы управления печами осуществляют непрерывный автоматический контроль плавильной системы и гарантируют ее надежность. При этом возможно управление процессом плавки как в ручном, так и автоматическом режиме с постоянным контролем и регистрацией всех необходимых параметров.

Так, например, система автоматизированного управления индукционной тигельной печью фирмы ABP Induction Systems GmbH [1] основана на

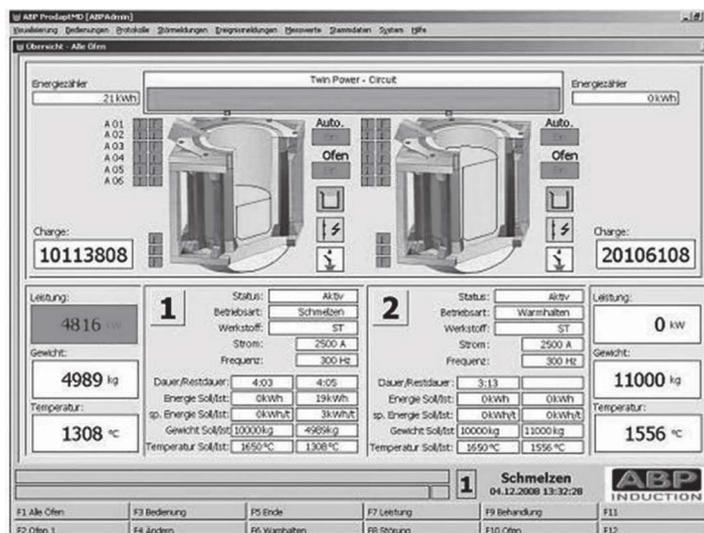
использовании промышленного компьютера и программ для осуществления автоматической плавки металла, автоматического ввода печи в эксплуатацию после перерыва в работе (холодный старт) и автоматического режима выдержки металла в печи при постоянстве его температуры.

В процессе работы печи контролируются, отображаются на экране промышленного компьютера и фиксируются количество металла в печи; электрические параметры режима работы; температура воды в каждом контуре охлаждения; состояние футеровки печи (см. рисунок).

При отклонении контролируемых параметров от допустимых значений подаются звуковой и визуальный сигналы. Система управления осуществляет мониторинг электрических параметров установки, параметров системы охлаждения и состояния футеровки индуктора [2].

Электродуговые печи применяются для получения стали как в литейном, так и металлургическом производстве [3]. Тепло в электродуговых печах выделяется при горении электрической дуги, возникающей между расплавом и электродами.

Примером современной системы управления процессом плавки в дуговой сталеплавильной печи является система управления фирмы Industry Siemens, которая обеспечивает высокую надежность и эксплуатационную готовность, создавая условия для бесперебойного проведения процесса плавки. Для удовлетворения особых требований металлургического производства используются специальные программные модули и типовые программные решения. В базовой системе автоматизации Siemens VAI для технологического регулирования и последовательного управления исполь-



Экранное окно промышленного компьютера индукционной тигельной печи

зуются системы на основе высокоскоростных микропроцессоров.

Система автоматизации делится на несколько блоков, работа которых скоординирована и направлена на выполнение требуемых задач. Каждый блок подключен (как правило, с использованием дистанционных вводов/выводов) к соответствующему периферийному электрооборудованию, обеспечивающему работу датчиков и приводов. Задачей системы управления и текущего контроля (человеко-машинного интерфейса) является обработка информации процесса (объем которой постоянно возрастает) для того, чтобы оператор мог получать ясное и четкое представление о работе агрегата. Система интерфейса способствует упрощению и систематизации управления дуговой сталеплавильной печью. Полностью автоматическая система осуществляет регулирование и динамическую коррекцию электрической дуги, обеспечивая наиболее эффективное использование электродов. Кроме того, в систему входит дополнительный модуль управления плавкой с программами, обеспечивающими точность и воспроизводимость процесса плавки, а также достижение максимальной производительности печи.

Управление печами осуществляется с использованием динамических моделей процессов.

1. Прогностическая модель Steel Expert Prediction для ДСП осуществляет предварительный расчет для

плавки в целом, а также следит за соблюдением определенного режима плавки. Она дает первоначальное представление о процессе плавки и состоянии стали в момент выпуска, кроме того, она автоматически подстраивает параметры мощности и введения добавок с целью оптимизации процесса.

2. Steel Expert Charge – это модель, предназначенная для управления завалкой лома с помощью бады. В ходе расчета, целью которого является оптимизация затрат, производится выбор типа и требуемого количества лома.

3. Модель Steel Expert Slag служит для определения количества шлакообразующих с учетом заданной минимальной массы шлака и его целевой основности.

4. Модель Steel Expert Alloy производит расчет количества легирующих добавок для печи или разливочного ковша.

5. Модель Steel Expert Temp определяет количество электроэнергии, необходимое для плавления подготовленных и загруженных шихтовых материалов.

6. Для производства нержавеющей стали предусмотрена модель Steel Expert Reduction, которая рассчитывает количество ферросилиция, необходимое для восстановления оксидов из шлака.

7. Модель регулирования потребляемой мощности Power Demand Control обеспечивает оперативный мониторинг потребляемой мощности и передачу прогнозируемых показателей [3].

### Литература

1. Н о в и к о в В. Л. Автоматизация литейного производства. Ч. 1. Управление литейными процессами: учеб. пособ. / М.: МГИУ, 2005.
2. Комплексное решение проблем автоматизации индукционной плавки и нагрева металла. <http://www.ruscastings.ru/work/168/5615/5621/6363>.
3. Автоматизация дуговых электропечей. Оптимизация процессов в дуговой электропечи. <http://www.industry.siemens.com/datapool/industry/industrysolutions/metals/simetal/ru/Steelmaking-Automation-ru.pdf>.