

УДК 621.745.5.06./07:536.5

Л. Ф. Жуков, А. Л. Корниенко, Д. А. Петренко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

ОСНОВАННАЯ НА НЕПРЕРЫВНОМ КОНТРОЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АСУТП ПЛАВКИ, ОБРАБОТКИ И РАЗЛИВКИ ЧУГУНА

На основе непрерывного световодного термоконтроля установлены закономерности влияния контролируемых определяющих параметров, в том числе массы зумпфа, мощности, состава и массы загружаемых доз шихты, режимов загрузки шихтовых материалов, температур и режимов наплавления тигля металлом, перегрева и термостатирования расплава и ошлакования футеровки на ресурсо- и энергозатраты, а также производительность процессов плавки, выдержки и миксирования металла в индукционных печах.

С использованием полученных математических моделей, установленных закономерностей влияния определяющих параметров и световодного термоконтроля разработана автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП) плавки, обработки и разлива жидкого чугуна (Рис.1), в том числе на литейных предприятиях автомобиле-, тракторо- и двигателестроения.

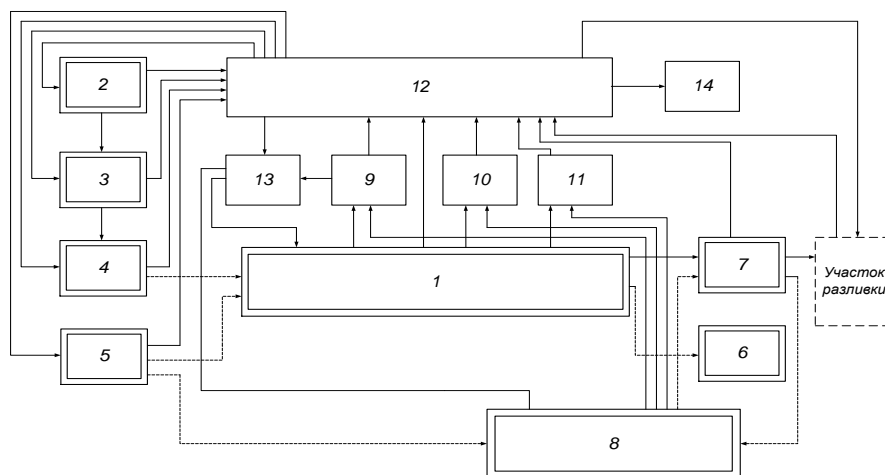


Рис.1. Функциональная схема АСУТП плавки, обработки и разлива жидкого чугуна.

АСУТП включает вспомогательное оборудование для:

- дозирования шихтовых материалов (ОДШ) 2;
- подогрева шихтовых материалов (ОПШ) 3;
- взвешивания и загрузки шихтовых материалов (ОВЗШ) 4;

- дозирования и загрузки подшихтовочных материалов (ОДЗПМ) 5;
- скачивания шлака (ОСШ) 6;
- взвешивания, внепечной обработки и транспортировки расплава (ОВВОТР) 7.

Контроль температуры, химического состава и массы позволяет стабильно получать жидкий металл с заданными свойствами, поэтому индукционные плавильные (ИПП) 1 и миксерные (ИПМ) 8 печи должны оснащаться средствами непрерывного контроля температуры (СНКТ) 9, экспрессного контроля химического состава (СКХС) 10 и печными взвешивающими устройствами (ПВУ) 11.

Для достижения указанной цели также необходима ритмичная в оптимальных режимах работа металлургического оборудования. Эту задачу можно решить с помощью перечисленных средств контроля, вычислительного управляющего комплекса (ВУК) 12, средств позиционного термостатирования расплава в печах (СТМ) 13 и средств регистрации, индикации и сигнализации (СРИС) 14.

Известные решения в области управления технологическими процессами плавильного оборудования основаны на периодических измерениях температуры расплава термоэлектрическими термометрами с последующим прогнозированием теплового состояния металла. Они имеют ряд принципиальных недостатков. Такой термоконтроль возможен только на II этапе плавки (перегрев), поэтому, определяющий основные ресурсозатраты, I этап (наплавление) остается бесконтрольным и неуправляемым. На температуру расплава влияют многие не учтенные моделями, случайные факторы, которые после требуемых, как минимум двух, измерений могут изменяться. Прогнозирование дает только приближенную оценку температуры. В случае выключения (переключения) печи на II этапе прогнозирование резко усложняется или исключается и требует новой серии измерений температуры.

По технологическим алгоритмам АСУТП в ИПП выплавляется металл нескольких базовых составов, при этом в каждой печи получают чугун постоянного состава. Из печей расплав сливается в ковши ОВВОТР, с целью получения требуемых марок обрабатывается присадками и подается на разливку. При необходимости металл базовых составов из ИПП переливается в ИМП, а затем подается на разливку. Требуемые марки чугуна получают внепечной обработкой сливаемого из ИМП расплава. Из металлошихты с помощью ОДШ набираются дозы заданных базовых составов и подаются для подогрева в печь. Подогретая шихта засыпается в бадью ОЗШ, которая после загрузки подается на соответствующую печь. После загрузки в печь бадья подается обратно к печи подогрева. Дозирование карбюризатора, ферросплавов и присадок для получения (поддержания) базовых составов в ИПП и ИМП

и внепечной обработки расплава выполняется дозатором подшихтовочных материалов ОДЗПМ. Предварительный, окончательный и паспортный анализ химического состава выполняется СКХС при плавке.

Температура расплава в плавильных и миксерных печах непрерывно контролируется СНКТ и поддерживается на заданных уровнях температуры слива (t_c) и температуры хранения (t_x) с помощью позиционных СТМ. Значения регулируемых температур t_c и t_x и ширина зоны нечувствительности задаются ВУК и вручную. Заданный температурный режим обеспечивается загрузкой шихты и СТМ, которые выдерживают печи на максимальной мощности при температурах ниже зоны нечувствительности. С момента, когда температура расплава в печи попадает в зону нечувствительности позиционного задания, СТМ обеспечивают термостатирование металла в пределах этой зоны. После нагрева до температуры t_c и термовременной обработки расплав в заданном количестве сливается в ковши ОБВОТР. Слитый расплав взвешивается крановыми весами в составе ОБВОТР.

Информация о температуре металла в ИПП и ИМП непрерывно поступает в ВУК, где сравнивается с заданными температурными режимами. В результате сравнения в требуемые моменты времени ВУК вырабатывает и выдает на автоматическое оборудование и, с помощью СРИС, плавильщику соответствующие команды. На ВУК ведется учет в режиме «on-line» шихтовых материалов, жидкого чугуна, энергозатрат и т. д.

АСУТП снижает энергозатраты (20%-80%), брак «по температуре» (40%-100%), угар шихтовых материалов (20%-30%), а также повышает срок службы футеровки (50%-140%) и производительность печей (40%-80%) и исключает аварии, связанные с перегревом или переохлаждением металла. Например, на промышленных печах типа ИЧТ-10 (емкостью 10 т и мощностью 2,2 МВт) достигнуто рекордное, практически двукратное, снижение расхода электроэнергии до 434 кВт·ч на выплавку и перегрев до 1400 °С 1 т чугуна.

Технологии в составе АСУТП защищены авторскими свидетельствами и патентами в Украине и России, а также 29 зарубежными патентами в Австралии, Болгарии, Германии, Великобритании, Канаде, США, Швеции и Японии, внедрены на отечественных и зарубежных предприятиях.