

Мониторинг технологического процесса выплавки стали в ДСП

*М. В. Самборский, С. А. Храпко, А. Г. Пономаренко, А. А. Троянский
Донецкий Государственный Технический Университет, г. Донецк*

А. В. Старосоцкий, ООО "ИБМТ", г. Москва

А. К. Бабичев, Ю. Ф. Керейник, ЗАО "Молдавский металлургический завод", г. Рыбница

При достигнутых в настоящее время темпах всех технологических операций условия, определяющие рациональный режим, изменяются по ходу плавки практически непрерывно. Для наиболее эффективной работы системы автоматического ведения плавки (САВП) в ДСП необходимо определять моменты (состояния) ТП, при которых выполняются соответствующие операции управления. К ним относятся: моменты осуществления подвалок; моменты переключения режимов работы топливно-кислородных горелок; поддержание шлакового режима, обеспечивающего минимальную облученность стен печи; слежение за интенсивностью окисления углерода, что дает возможность осуществить выпуск плавки на заданном его содержании без взятия пробы. Кроме того, своевременное определение фаз процесса позволит корректно поставить задачу об оптимальном управлении.

В настоящее время для контроля и управления дуговой плавкой, в основном, применяют учет расхода электроэнергии и времени работы печи под током. Эти показатели, как правило, взяты с определенным запасом и не отражают особенностей конкретной плавки и работы оборудования. Замеры температуры и отбор проб металла осуществляются только во второй половине плавки и исправление возможных отклонений хода технологического процесса может представлять значительную трудность. Кроме того, эти показатели не позволяют получать непрерывную информацию о процессе.

Сложность приборного контроля факторов, определяющих состояние ТП, диктует необходимость разработки методов контроля по всей совокупности косвенной информации, что позволяет в реальном масштабе времени осуществлять динамическое управление.

Процесс выплавки стали в ДСП сопровождается звуковыми и электрическими колебаниями. Дуговой разряд чрезвычайно чувствителен к малейшему изменению физических и химических свойств металла и шлака, кроме того, легко осуществимо получение значений тока и напряжения дуги. Таким образом, гармонический состав тока и напряжения дуги, является наиболее надежным источником косвенной информации и отражает особенности каждой конкретной плавки, что и обусловило его выбор в качестве основного источника для системы мониторинга ТП. В дальнейшем предполагается контролировать положение и характер движения электродов, использовать характеристики шума и вибрации печи, температуру охлаждающей воды. Комплекс источников информации обеспечивает надежность мониторинга.

Исследования гармонического состава тока и напряжения дуги проводились на ММЗ на ДСП-2. Все обработка осуществлялась с помощью ЭВМ. Сигнал тока или напряжения дуги оцифровывался, из секундных выборок с помощью быстрого преобразования Фурье вычислялся

спектр сигнала. Далее спектр обрабатывался по оригинальной методике, учитывающей отклонение и непостоянство частоты питающей сети, и вычислялись амплитуды гармонических составляющих. Так, для условий ММЗ, частота питающей сети отлична от 50 Гц и колеблется в диапазоне 49.2-49.3 Гц.

Одновременно проводились хронометражи плавков для изучения поведения гармонических составляющих по ходу технологического процесса. Наибольшие значения амплитуд гармоник имеют место при горении дуги на твердую шихту, минимальные при горении дуги на жидкую ванну, покрытую шлаком. Промежуточные значения наблюдаются в течение плавки при различных режимах работы печи.

Анализ показал, что наиболее информативны для анализа амплитуды 1, 2, 3 и 5 гармоники. Для четных гармонических составляющих характерен высокий коэффициент корреляции.

Информация о характере поведения и значениях амплитуд гармонических составляющих используется в системе мониторинга ТП, позволяющей определять момент осуществления подвалки и сигнализирующей САВП о необходимости вспенивания шлака. По предварительным оценкам, экономия электроэнергии составит 2-4%, сокращение длительности плавки под током – 1-3%.