



The methods of determination of the electroconsumption parameters with using of probable statistical way of standardization are given.

Н. В. АНДРИАНОВ, Д. И. СОЩЕНКО, РУП «БМЗ»

УДК 669

МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕРОЯТНО-СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА НОРМИРОВАНИЯ

Проблема снижения энергетических затрат становится все более актуальной. Эта проблема еще более обостряется в связи с постоянным увеличением стоимости энергоносителей: природного газа, нефтепродуктов, электроэнергии. Таким образом, конкурентоспособность продукции все больше зависит от экономного расходования энергетических ресурсов. При решении проблем энергосбережения важно определить основные стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов. Среди таких наиболее общих подходов можно было бы отметить применение ресурсосберегающих технологий и использование методов математического моделирования и оптимизации в управлении процессами энергопотребления.

Общепринятые нормы расхода электроэнергии на производство электростали в дуговых печах опираются на нормирование от достигнутых показателей. Поэтому в нашей стране, несмотря на сеть нормирования энергопотребления, сотни и тысячи индивидуальных, групповых, технологических и других видов норм не дают желаемого конечного результата.

Удельный расход электроэнергии на единицу продукции по отрасли в целом — величина относительно устойчивая. Она представляет интерес не только для Министерства промышленности при общегосударственной (отраслевой) оценке и сравнении с мировым уровнем потребности в электроэнергии, но и для субъектов хозяйствования. Этот показатель должен быть рассчитываемым в режиме реального времени как технологическая норма при мониторинге процесса. Для отдельной плавки требуется учитывать энергозатраты на основные и вспомогательные технологические процессы, на потери механические, тепловые, электрические.

Но для планирования и оценки электроэффективности необходим переход от технологической нормы к общецеховой, которая включает в себя все расходы электрической энергии как на

основные и вспомогательные процессы, так и на обеспечение работы цеха в целом как технической и территориально выделенной единицы (крановое хозяйство и транспорт, освещение, обслуживание и текущий ремонт) с учетом потерь во внутренних установках, сетях и трансформаторах. Таким образом, для нормирования расхода электроэнергии при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах необходимо учитывать многие факторы

Экспертно были выбраны технологические и энергетические факторы, наиболее существенно влияющие на расход электроэнергии. Опираясь на вероятностно-статистический метод технологического и регрессионного анализа, на корреляционные и многофакторные модели, как теоретически главное в настоящее время, формализовано модель для нормирования расхода электроэнергии была представлена в виде корреляционного уравнения

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + a_6 X_6, \quad (1)$$

где Y — удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т; a_i — постоянные коэффициенты статистической модели на нормируемый период времени; X_1 — средневзвешенная установленная мощность печного трансформатора, МВА; X_2 — горячие простои, %; X_3 — удельный расход кислорода при плавке, м³/т; X_4 — средняя длительность плавки, ч; X_5 — средняя масса одной плавки, т; X_6 — доля углеродистой стали в сортаменте, %.

Практическая проверка показала, что при условии изменения входящих в данное уравнение параметров в пределах, близких к средним значениям факторов, обеспечивается достаточная степень точности (до 3%) в процессе непрерывного нормирования.

Например, полученное уравнение на базе статистики 2004 г. для расчета удельной технологической нормы при плавке в дуговой сталеплавильной печи №2 РУП «БМЗ» на 2005 г. в виде

$$Y = 713,767 + 0,000403X_1 - 0,125X_2 - 2,057X_3 + 124,729X_4 - 3,25X_5 + 0,00000767X_6 \quad (2)$$

было успешно использовано на практике.

В процессе обычного нормирования от достигнутого ряд параметров объекта, необходимых для управления плавкой в дуговой сталеплавильной печи, невозможно ввести заранее, поскольку они индивидуальны для каждого агрегата и непрерывно изменяются во времени. Их значения могут быть найдены лишь статистически посредством обработки данных массива прошлых плавов, относящихся к определенному плавильному агрегату.

Возможность мониторинга расхода электроэнергии в процессе плавки появляется только с использованием уравнения (2). В итоге стало возможным принимать корректирующие действия.

Система управления плавкой, построенная на основе статистической модели в режиме реального времени, генерирует технологические решения с принципиальной возможностью выполнения поставленного задания. Получение металла заданного состава и температуры, не превышая планируемый удельный расход электроэнергии, стало реальностью.

Таким образом, вероятно-статистический метод определения параметров электропотребления на примере дуговой сталеплавильной печи №2 РУП «БМЗ» позволил решить проблему мониторинга процесса путем внедрения динамического

нормирования расхода электроэнергии в режиме реального времени с использованием уравнения регрессии. Приведенная методика позволяет, ограничившись фактом существующего состояния производства электростали, просто зафиксировать и описать параметрами каждую печь (цех), каждую плавку на данной печи как единицу, каждое предприятие и, наконец, нечто индивидуальное и особенное. Тогда можно говорить о сообществе субъектов, производящих электросталь или другую продукцию, в которых проявляются ценологические законы, в том числе действие закона информационного отбора с несколько деформированными параметрами гиперболического H -распределения. Эти законы, характеризующие разнообразие, распространяются на все объекты технической реальности, все стадии созидания, эксплуатации и ликвидации технического объекта.

Успех применения изложенной методики заключается в использовании вероятно-статистического подхода, который обеспечивает объективность расчета норматива в динамическом процессе и, опираясь на норматив, принятие правильного управленческого решения при проведении корректирующих действий, обеспечивающих оптимальный расход электроэнергии.