

УДК 621.365.22

К.Л.Сулягин (асп., каф. СиС), В.П.Карасев, к.т.н., доц.

РАСЧЕТНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

Для прогнозирования показателей работы дуговых сталеплавильных печей (ДСП) с использованием расчета электрических и рабочих характеристик должна быть известна или рассчитана мощность тепловых потерь $P_{ТП}$.

ДСП теряет тепло теплопроводностью через футеровку, в виде конвективной теплоотдачи с теплоотдающей поверхности корпуса и свода РКТО, и в водоохлаждаемых элементах РВ, излучением через открытое рабочее окно и открытым рабочим пространством (во время механизированной заправки подины, загрузки и возможной “подвалки” металлошихты) $P_{И}$, теплопроводностью через графитированные электроды $P_{ЭД}$, на изменение энтальпии газов, проходящих через рабочее пространство $P_{Г}$.

Среднюю мощность тепловых потерь $P_{ТП\Sigma}$ (МВт) ДСП за период плавки, длительностью τ (ч), для проектируемой печи рекомендуется [1] определять по формуле:

$$P_{ТП\Sigma} = P_{\phi} + 2,78 \cdot 10^{-4} (W_{O} + W_{И}) / \tau + P_{РАБ} + P_{ЭД} + P_{Г} \quad (1)$$

где P_{ϕ} - мощность тепловых потерь через футеровку, МВт; W_{O} - тепловые потери излучением через открытое рабочее окно, кДж; $W_{И}$ - тепловые потери излучением открытым рабочим пространством ДСП (если это имело место за время τ), кДж; $P_{РАБ}$ - тепловые потери теплопроводностью через закрытое рабочее окно, МВт.

Для действующих электропечей $P_{ТП}$ может быть определена с учетом фактических параметров теплового процесса (температура кожуха и рабочего пространства, расход и степень нагрева воды в водоохлаждаемых элементах, расход и температура отходящих газов и др.). Такого рода расчеты представляют определенные сложности и не вполне точны.

Для ДСП, оборудованных современной информационной системой [2], нами предложена методика определения мощности тепловых потерь в период рафинировки. В ходе обработки массива информационных данных об энергетических и технологических параметрах плавки было замечено, что за 5 минут до окончания плавки (период ожидания выпуска) температура металла была стабильной, в печь не вводилось никаких ферросплавов и шлакообразующих. В этот период мощность электрических дуг $P_{д}$ фактически тратилась на покрытие тепловых потерь, а полезная мощность $P_{пол}$ равнялась нулю. Тогда мощность тепловых потерь можно найти из выражения:

$$P_{ТП} = P_{д} \quad (2)$$

а в свою очередь мощность дуг равна:

$$P_{д} = P_{пол} + P_{ТП} \quad (3)$$

с учетом того, что полезная мощность равна нулю, можно записать:

$$P_{ТП} = P - P_{ЭП} \quad (4)$$

где P – активная мощность печной установки, МВт; $P_{ЭП}$ – мощность на покрытие электрических потерь печной установки.

Расчеты по формуле (4) для ДСП-50 ОМЗ “Спецсталь” были сделаны за пять и три минуты до конца плавки для всех ступеней напряжения трансформатора, используемых во время рафинировки. Полученные значения, рассчитанные при разных значениях активной мощности (среднее значение для трех электрических дуг по датчику мощности РТП и мощность, рассчитанная по показаниям счетчика израсходованной электроэнергии $P_{ТП}$ (СЧ), за три и пять минут соответственно) представлены на рис. 1 и рис. 2. Из этих рисунков видно, что РТП колеблется в пределах от 5 до 20 МВт, а значения мощности тепловых потерь, взятые по счетчику лежат ниже, чем по датчику мощности.

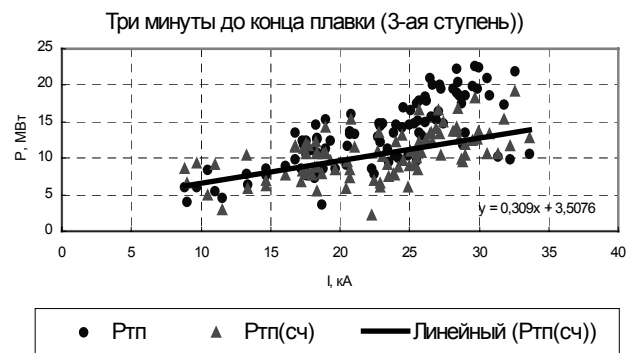
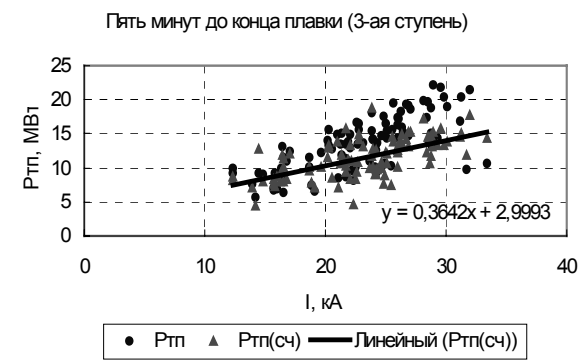


Рис. 1. Зависимость $P_{ТП}$ от силы тока для пяти минут до конца плавки.

Рис. 2. Зависимость $P_{ТП}$ от силы тока для трех минут до конца плавки.

Расчет по формуле (1) с учетом некоторых фактических параметров, измеренных на ДСП-50, показал, что значения $P_{ТП}$ в период рафинировки составляют примерно 10,32 МВт. Одновременно с этим, в условиях электроплавки можно определить $P_{ТП}$ по следующей эмпирической формуле для дуговой печи с водоохлаждаемым сводом и стенами, выполненными на 70% из водоохлаждаемых панелей в период рафинировки:

$$P_{ТП} = 1,09 \cdot G^{0,5}, \quad (5)$$

где G – вместимость печи в тоннах.

Для ДСП-50 расчет по формуле (5) показал, что $P_{ТП} = 7,71$ МВт.

Значения, полученные по формулам (1) и (5) укладываются в ту область значений, которую мы получили по формуле (4). Предложенный нами метод заслуживает доверия, и найденные значения могут быть использованы для прогнозирования показателей работы ДСП. Если принять среднюю мощность тепловых потерь равной 10 МВт, то потери тепла за 10 минут простоя в период рафинировки составит 1670 кВт-ч.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.В. Егоров. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей: Учеб.пособие для вузов. – М.:МИСИС, 2000. 272 с.
2. Гираев Р.Г., Сутягин К.Л., Карасев В.П. Прогнозирование энергетических режимов работы печи ДСП-50. // XXXII Неделя науки СПбГТУ: Материалы межвузовской научной конференции. Ч.III. – СПб: Изд-во СПбГТУ, 2004. с. 151-153.