

Пример
алгоритма расчета
тепловой мощности и коэффициента полезного действия оборудования
в производстве цветных металлов и сплавов

Исходные данные для расчета:

№ п/п	Параметр	Значение
1	Металл / сплав	медь
2	Масса металла, кг	5000
3	Начальная температура, °С	20
4	Температура плавления, °С	1085
5	Температура расплава, °С	1150
6	Удельная теплоемкость твердой меди, кДж/(кг·°С)	0,385
7	Удельная теплоемкость расплава меди, кДж/(кг·°С)	0,495
8	Удельная теплота плавления, кДж/кг	205
9	Время плавки, час	2
10	Потери мощности через футеровку, кВт	180
11	Потери мощности с отходящими газами, кВт	120
12	Потери мощности на охлаждение элементов, кВт	40
13	Прочие потери мощности, кВт	20

1. Определение количества тепловой энергии, необходимой для выплавки металла или сплава

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Где Q_1 , Q_2 , Q_3 – количество тепловой энергии, необходимой для осуществления технологического процесса разогрева металла до температуры плавления, перевода металла из твердого в жидкое состояние и перегрева металла до температуры разливки

2. Определение количества тепловой энергии, необходимой для разогрева металла до температуры плавления

$$Q_1 = m \cdot c_{\text{тв}} \cdot (T_{\text{пл}} - T_{\text{нач}})$$

Где m – масса металла, кг

$c_{\text{тв}}$ – удельная теплоемкость твердой меди, кДж/(кг·°С)

$T_{\text{пл}}$ – температура плавления, °С

$T_{\text{нач}}$ – начальная температура, °С

$$Q_1 = 5000 \cdot 0,385 \cdot (1085 - 20) = 2\,050\,125 \text{ кДж}$$

3. Определение количества тепловой энергии, необходимой для перевода сплава определенной массы при температуре плавления в расплавленное состояние при удельной теплоте плавления

$$Q_2 = m \cdot \lambda_{\text{пл}}$$

Где m – масса металла, кг

$\lambda_{\text{пл}}$ – удельная теплота плавления, кДж/кг

$$Q_2 = 5000 \cdot 205 = 1\,025\,000 \text{ кДж}$$

4. Определение количества тепловой энергии, необходимой для доведения сплава определенной массы при заданной теплоемкости от температуры плавления до температуры разливки

$$Q_3 = m \cdot c_{\text{жид}} \cdot (T_{\text{разл}} - T_{\text{пл}})$$

Где m – масса металла, кг

$c_{\text{жид}}$ – удельная теплоемкость жидкой меди, кДж/(кг·°C)

$T_{\text{пл}}$ – температура плавления, °C

$T_{\text{разл}}$ – температура разливки, °C

$$Q_3 = 5000 \cdot 0,495 \cdot (1150 - 1085) = 160\,875 \text{ кДж}$$

5. Определение количества тепловой энергии, необходимой для выплавки металла или сплава

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = 2\,050\,125 + 1\,025\,000 + 160\,875 = 3\,236\,000 \text{ кДж}$$

6. Определение полезной мощности

$$P_{\text{пол}} = \frac{Q}{\tau}$$

Где Q – количество тепловой энергии, необходимой для выплавки металла или сплава, кДж

τ – время выплавки, сек.

$$P_{\text{пол}} = \frac{3\,236\,000}{7200} = 449,44 \text{ кВт}$$

7. Определение общей тепловой мощности плавильного агрегата

$$P = P_{\text{пол}} + P_{\text{пот}}$$

где $P_{\text{пот}}$ – сумма потерь мощности, кВт

$$P = 449,44 + 180 + 120 + 40 + 20 = 809,44 \text{ кВт}$$

8. Определение коэффициента полезного действия плавильного агрегата

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P}$$

$$\eta = \frac{449,44}{809,44} = 0,56 = 56\%$$