УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВАГРАНОЧНОЙ ПЕЧИ

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE ROLLING FURNACE

УДК 669

Сигаев Кирилл Юрьевич, студент, Липецкий Государственный Технический Университет, Россия, г. Липецк

Sigaev Kirill Yurievich, sigaev.ky@yandex.ru

Аннотация

В статье был исследован тепловой баланс ваграночной печи завода по производству базальтовой ваты. Было найдено шесть проблем ваграночной печи. В данной статье рассматриваются подробно потери тепловой энергии в ваграночной печи. Производится расчет этих потерь на примере завода по производству базальтовой ваты. Приведены решения двух проблем ваграночной печи. Производится расчет экономического эффекта при решении проблем в ваграночной печи.

Abstract

In the article, the thermal balance of the wagon furnace of the basalt wool production plant was studied. Six problems were found with the rolling furnace. This article discusses in detail the loss of thermal energy in a rolling furnace. These losses are calculated using the example of a basalt wool production plant. Solutions to two problems of the rolling furnace are given. The economic effect is calculated when solving problems in a rolling furnace.

Ключевые слова: ваграночная печь, тепловой баланс, проблемы, неполное сжигание топлива.

Key words: cupola furnace, heat balance sheet, problems of incomplete combustion.

Для составления теплоэнергетической схемы производства базальтовой ваты выбираем завод по производству базальтовой ваты производительностью 1,0 т/ч. Исходными материалами являются базальт 2,6 т/ч, влажностью 20% и кокс 0,6 т/ч, из которых получается всего 1 т/ч готовой ваты.

Рассмотрим теплоэнергетику в ваграночной печи. Исходя из теплового баланса на расплавление затрачивается 16,95%. Остальные затраты тепла произошли из-за высокого содержания в сырье влаги, углекислого магния и кальция, а также из-за несовершенства плавильного агрегата.

В камере полимеризации температура теплоносителя ~240 °С. Для получения такой температуры используют котел, работающий на природном газе или мазуте. Уходящие газы смешивают с холодным воздухом в таком соотношении, чтобы на выходе получилась нужная для полимеризации температура.

Можно выделить 6 основных проблем, которые связанны с ваграночной печью:

1. Потери тепла на диссоциацию карбонатов и сушку топлива

Первая проблема связана с тем, что исходное сырье поступает с влажностью 20%, поэтому часть теплоты, а, следовательно, и расхода топлива тратится на сушку топлива. Перед загрузкой шихты ее можно подогревать, тем самым экономить топливо.

2. Малоэффективное сжигание топлива

Вторая проблема связана с тем, что воздух, необходимый для горения подается через фурмы с температурой 20 °С, значит часть тепла идет на подогрев воздуха. Перед фурмами воздух необходимо подогревать и тем самым экономить часть топлива.

3. Потери тепла на химический недожог топлива

Эта проблема вызвана малым количеством фурм, поэтому часть кислорода не связывается с CO и происходит недожег. Также возможно нарушение соотношения топлива и воздуха, часть углекислого газа восстанавливается до CO. Примерное содержание CO в отходящих газах – 4%

4. Высокая температура отходящих газов

Газы на выходе имеют температуру примерно 220°С. Использование теплоты этих газов затруднено из-за большого содержания вредных пыли и газов в отходящих газах.

5. Потери тепла с горячей водой

Температура горячей воды на выходе из вагранки достигает 90 °С. Эту воду можно использовать в качестве питательной воды котлов или для теплоснабжения цеха.

6. Потери тепла в окружающую среду

Из-за сложной конструкции печи, достаточно сложно хорошо изолировать ее от потерь в окружающую среду

В данной работе для решения выбраны первые две проблемы.

Решение данных проблем на заводах осуществляют следующим образом: устанавливают котельный агрегат, работающий на низкосортных углях, который нагревает воздух и шихту. Воздух нагревается в 2 ступенях воздухоподогревателя до температуры 400 °С и подается в фурмы, а уходящие газы поступают в специальные окна в печи и движутся вверх, а навстречу им опускается шихта, тем самым происходит ее подогрев до температуры 110 °С и испарение.

Произведем расчет экономии топлива при использовании дополнительного котельного агрегата для завода производительностью 1 т/ч готовой минеральной ваты:

Теплота сгорания доменного кокса $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 30$ МДж/кг

Цена кокса $c_{\text{к}} = 20000$ руб/т

Расход кокса для предприятия производительностью 1 тонна готовой продукции в час $B_{\text{к}} = 0{,}6$ т/ч

Расход воздуха (теоретический) $V_{\text{в}}^{0} = 10$ м^3/кг

Коэффициент избытка воздуха - $\alpha = 1{,}2$

Расход воздуха

$$V_{\text{в}} = V_{\text{в}}^{0} * \alpha * G_{\text{к}} = 10 * 1{,}2 * 600 = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество тепла на нагрев воздуха до температуры 400 °С

$$Q_{\text{в}} = V_{\text{в}} \ * \rho_{\text{в}} * \text{c}_{\text{в}} * (\text{t}_{\text{г.в.}} - \text{t}_{\text{х.в.}}) = \frac{7200}{3600} * 1{,}29 * 1{,}04 * (400 - 20) * \frac{1}{1000} = 1{,}02 \text{ МВт}$$

Количество тепла от сгорания топлива

$$Q_{\text{к}} = B_{\text{к}} * Q_{\text{н}}^{\text{р}} = \frac{600}{3600} * 30 = 5 \text{ МВт}$$

Начальная влажность сырья $u_{\text{н}} = 20\%$

Конечная влажность сырья $u_{\text{к}} = 0\%$

Расход материала $G_{\text{мат}} = 2{,}6 \text{ т/ч}$

Количество влаги, которое необходимо удалить из сырья

$$W = G_{\text{мат}} * \frac{u_{\text{н}} - u_{\text{к}}}{100 - u_{\text{к}}} = 2{,}6 * \frac{20 - 0}{100 - 0} = 0{,}52 \text{ т/ч}$$

Количество тепла на нагрев материала и испарение влаги

$$Q_{\text{мат}} = c_{\text{мат}} * (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}) * G_{\text{мат}} + r * W$$

$$= 0{,}84 * (110 - 20) * 2{,}6 * \frac{1000}{3600} + 2260 * 0{,}52 * \frac{1000}{3600} = 0{,}38 \text{ МВт}$$

Необходимое кол-во тепла от сгорания топлива при подогреве воздуха и сушке материала

$$Q'_{\text{к}} = Q_{\text{к}} - Q_{\text{в}} - Q_{\text{мат}} = 5 - 1{,}02 - 0{,}38 = 3{,}6 \text{ МВт}$$

Расход кокса

$$B'_{\text{к}} = \frac{Q'_{\text{к}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}} = \frac{3{,}6}{30} * 3600 = 432 \text{ кг/ч}$$

Экономия кокса

$$\Delta B_{\text{к}} \ = B_{\text{к}} \ - B'_{\text{к}} = 600 - 432 = 168 \text{ кг/ч}$$

$$\text{Э} = \Delta B_{\text{к}} \ * c_{\text{к}} = \frac{168}{1000} * 20000 * 24 * 365 = 29\,433\,600 \text{ руб/год}$$

Цена низкосортного угля ДПК $c_{\text{к}} = 3514 \text{ руб/т}$

Теплота сгорания низкосортного угля ДПК $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 23 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$

КПД котла для подогрева воздуха $\eta = 0{,}85$

Количество затраченного тепла для подогрева воздуха

$$Q_{\text{зат}} = \frac{Q_{\text{в}} + Q_{\text{мат}}}{\eta} = \frac{1{,}02 + 0{,}38}{0{,}85} = 1{,}65 \text{ МВт}$$

Расход низкосортного угля ДПК

$$B_{\text{уг}} = \frac{Q_{\text{зат}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}} = \frac{1{,}65}{23} * 3600 = 258{,}26 \text{ кг/ч}$$

$$З_{\text{эк}} = B_{\text{уг}} * c_{\text{уг}} = \frac{258{,}26}{1000} * 3514 * 24 * 365 = 7\,949\,924 \text{ руб/год}$$

Принимаем стоимость котла 1,5 млн руб за 1 МВт полезной мощности

$$З_{\text{кап}} = (Q_{\text{в}} + Q_{\text{мат}}) * c_{\text{котла}} = (1{,}02 + 0{,}38) * 1\,500\,000 = 2\,100\,000 \text{ руб}$$

Экономический эффект

$$ЭЭ = Э - З_{\text{эк}} = 29\,433\,600 - 7\,949\,924 = 21\,493\,676 \text{ руб/год}$$

Срок окупаемости

$$n = \frac{З_{\text{кап}}}{ЭЭ} = \frac{2\,100\,000}{21\,493\,676} = 35 \text{ дней}$$

Мероприятие по установке котла для подогрева ваграночного дутья и сушки материала позволит сэкономит около 21,5 млн. руб/год, а срок окупаемости составит примерно 35 дней для предприятия, производящего 8760 тонн базальтовой ваты в год. Рассчитанный срок окупаемости мероприятия значительно ниже нормативного срока окупаемости, принимаемого в энергетике равным 6-7 годам, что делает данное мероприятие обязательным к выполнению.

Список источников

1. Сухарев М. Ф. Производство теплоизоляционных материалов: Учебник для подгот. рабочих на производстве /Сухарев М. Ф., Майзель И. Л., Сандлер В. Г. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 231 с., и л .— (Профтехобразование).

Source list

1. Sukharev M. F. Production of thermal insulation materials: Textbook for training. workers in production / Sukharev M. F., Maisel I. L., Sandler V. G.- 3rd ed., pererab. and additional-M.: Higher school, 1981. - 231 p. , and l .— (Vocational education).