

Проблемы теплоэнергетики технологии производства базальтовой ваты

Маслюк Кирилл Юрьевич
М-ТЭ-18-1

2018

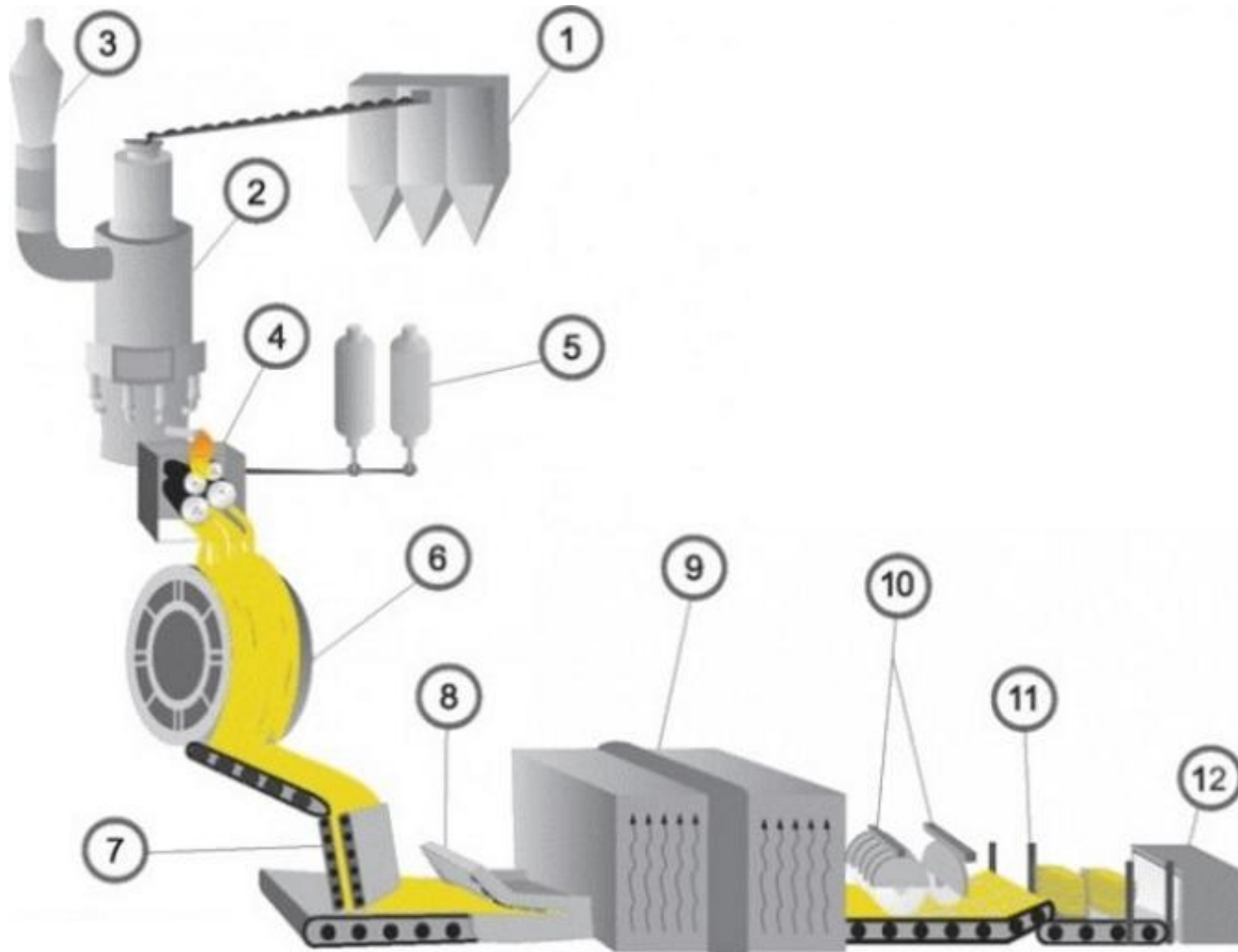
Характеристики базальтовой ваты

- Теплоизоляция ($\lambda = 0,035 - 0,040 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$)
- Звукоизоляция
- Хорошая паропроницаемость ($0,25 - 0,35 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}}$)
- Высокая температура плавления ($t_{\text{пл}} = 600 \text{ }^\circ\text{C}$)
- Негорючесть
- Водостойкость

Цена (толщина 50 мм) - 680 руб/м²

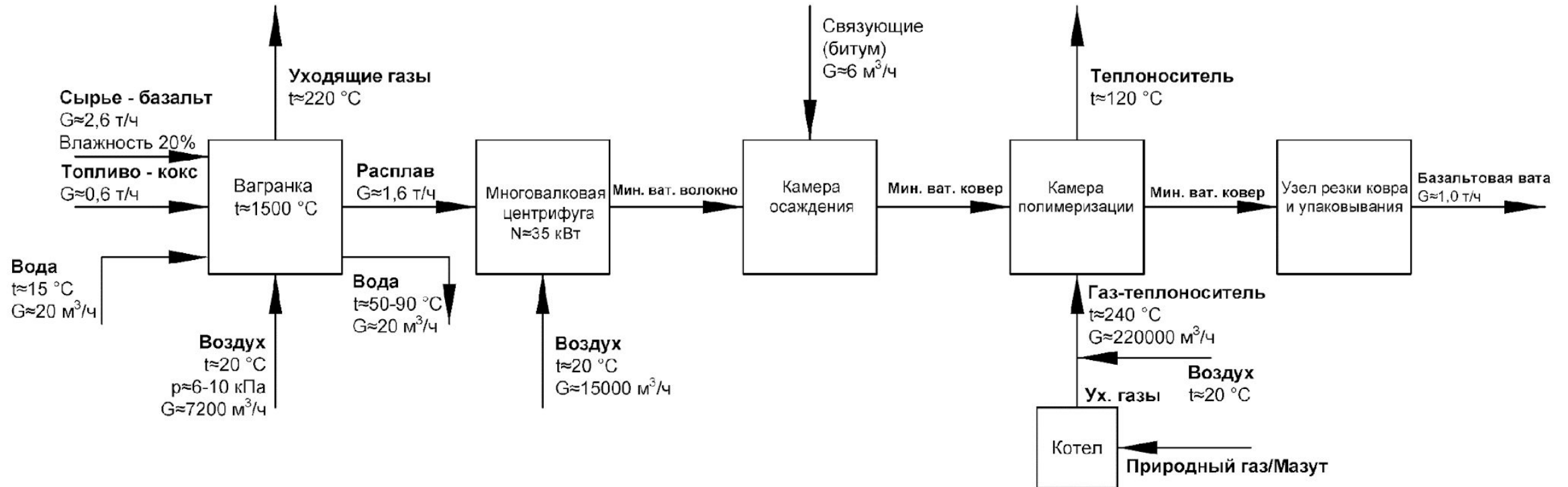


Технологическая схема производства

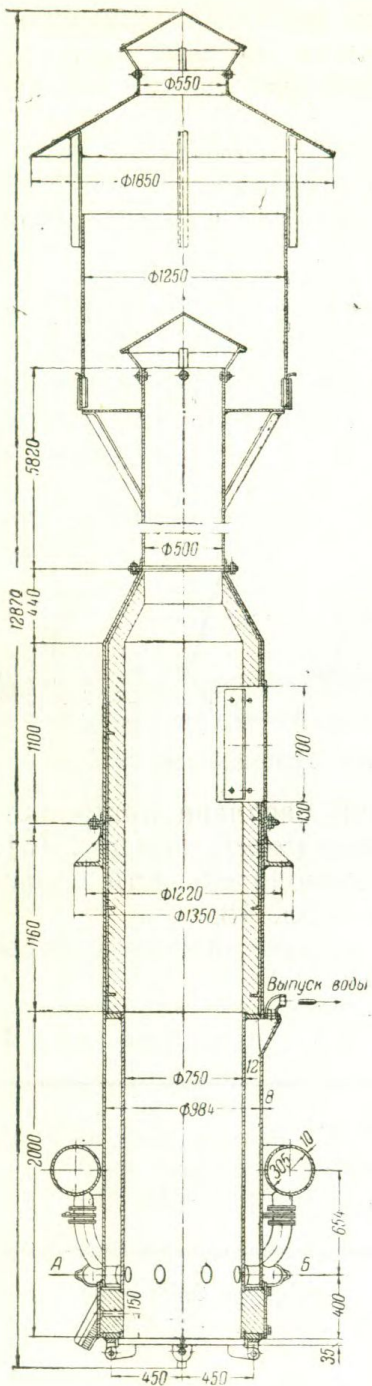


1. Узел подготовки сырья
2. Вагранка
3. Система очистки
4. [Многовалковая центрифуга](#)
5. Узел подготовки связующего
6. Камера волокноосаждения
7. Маятниковый раскладчик
8. Гофрировщик-подпрессовщик
9. Камера тепловой обработки
10. Узел резки ковра
11. Платформа штабелирования
12. Узел упаковки

Теплоэнергетическая схема производства

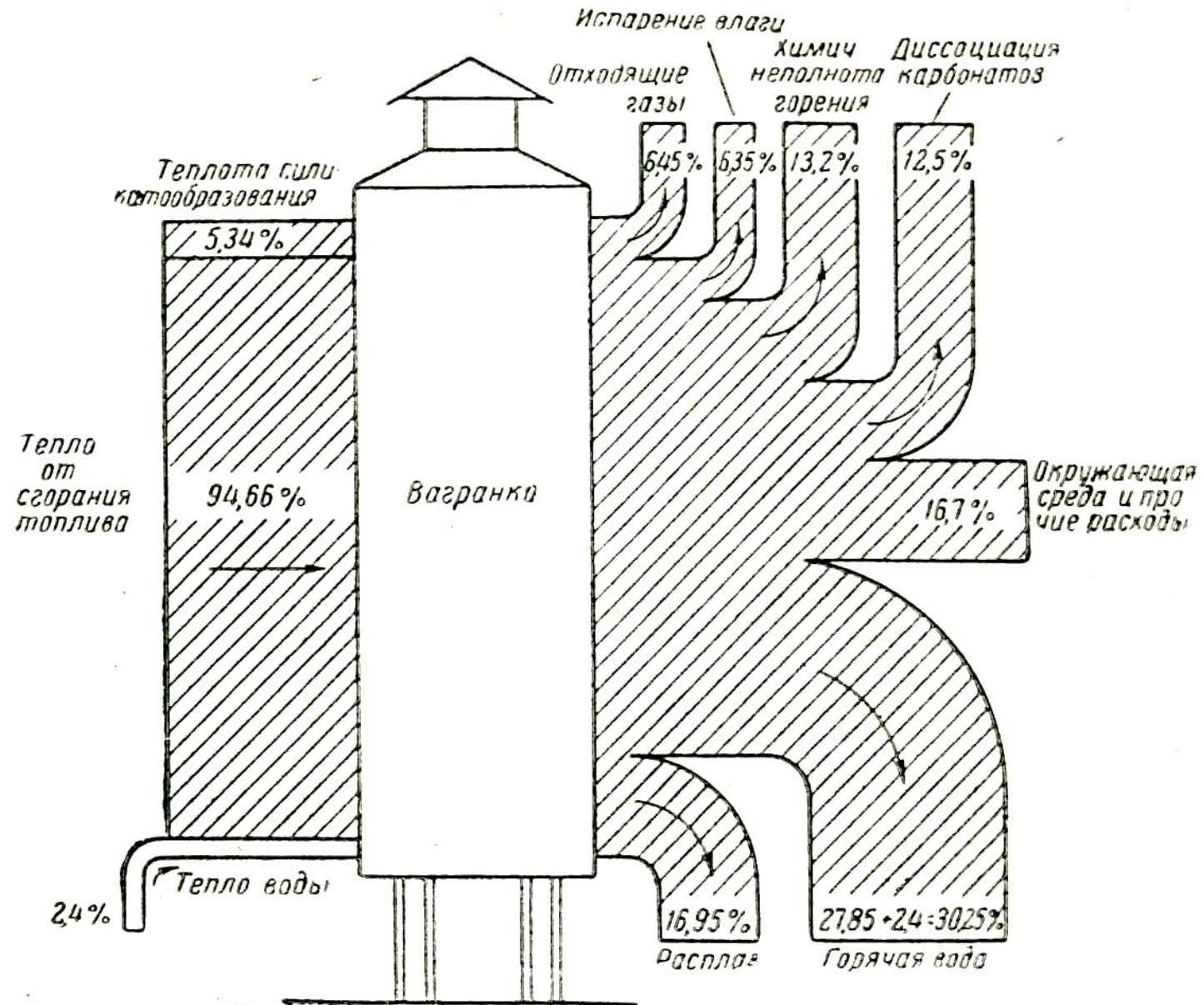


Вагранка



- Топливо – доменный кокс ($Q_H^P = 28560 - 30240 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$)
- Сырье – базальт ($t_{\text{пл}} = 1400 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- Соотношение кокса к базальту (от 1:2,6 до 1:5,2)
- Коэффициент избытка воздуха - $\alpha = 1,20 - 1,25$
- Температура охл. воды на входе 15°C
- Температура охл. воды на входе $50-90^\circ\text{C}$

Тепловой баланс вагранки



Поиск и выбор проблематики

- 1. Потери тепла на диссоциацию карбонатов и сушку топлива**
- 2. Малоэффективное сжигание топлива ($t_{\text{возд}} = 20^{\circ}\text{C}$)**
3. Потери тепла на химический недожог топлива ($\sim 4\% \text{ CO}$)
4. Высокая температура отходящих газов ($\sim 220^{\circ}\text{C}$)
5. Потери тепла с горячей водой
6. Потери тепла в окружающую среду

Цель и задачи

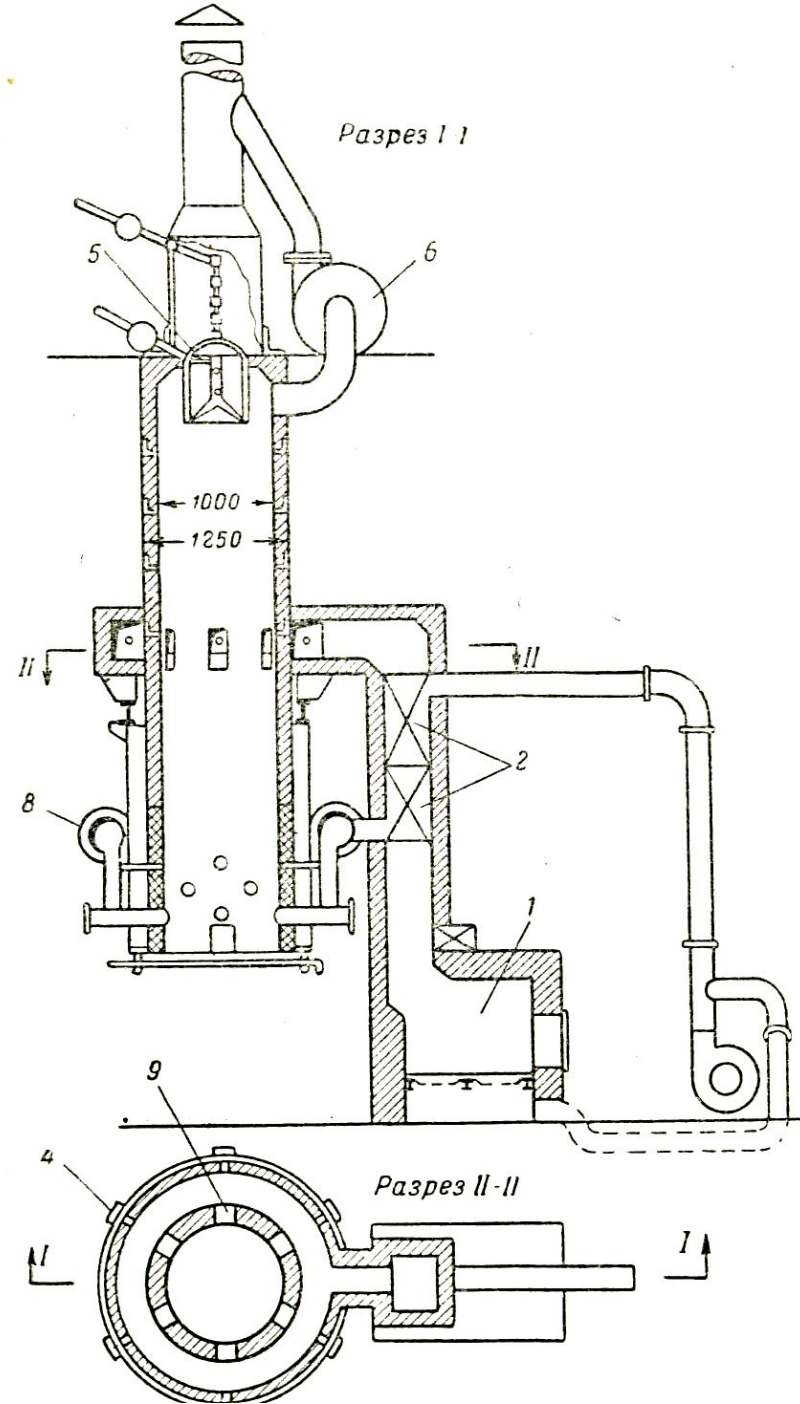
Цель:

Уменьшить расход топлива при неизменной производительности вагранки

Задачи:

Подогревать дутье до температуры 400 °С

Предварительно подсушивать сырье отходящими газами



Решение проблемы

Теплота сгорания доменного кокса

$$Q_H^p = 30 \text{ МДж/кг}$$

Цена кокса

$$c_K = 20000 \text{ руб/т}$$

Расход кокса для предприятия производительностью 1 тонна готовой продукции в час

$$B_K = 0,6 \text{ т/ч}$$

Расход воздуха (теоретический)

$$V_B^0 = 10 \text{ м}^3/\text{кг}$$

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

Расход воздуха

$$V_B = V_B^0 * \alpha * G_K = 10 * 1,2 * 600 = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество тепла на нагрев воздуха до температуры 400 °С

$$Q_B = V_B * \rho_B * c_B * (t_{г.в.} - t_{х.в.}) = \frac{7200}{3600} * 1,29 * 1,04 * (400 - 20) * \frac{1}{1000} = 1,02 \text{ МВт}$$

Количество тепла от сгорания топлива

$$Q_K = B_K * Q_H^p = \frac{600}{3600} * 30 = 5 \text{ МВт}$$

Начальная влажность сырья $u_H = 20\%$

Конечная влажность сырья $u_K = 0\%$

Расход материала

$$G_{\text{мат}} = 2,6 \text{ т/ч}$$

Количество влаги, которое необходимо удалить из сырья

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

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

$$Q'_K = Q_K - Q_B - Q_{\text{мат}} = 5 - 1,02 - 0,38 = 3,6 \text{ МВт}$$

Расход кокса

$$B'_K = \frac{Q'_K}{Q_H^p} = \frac{3,6}{30} * 3600 = 432 \text{ кг/ч}$$

Экономия кокса

$$\Delta B_K = B_K - B'_K = 600 - 432 = 168 \text{ кг/ч}$$

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

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

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

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

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

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

Результаты

• Экономический эффект

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

Срок окупаемости

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

Капитальные затраты, млн. руб	Экономический эффект, млн. руб./год	Срок окупаемости, дней
2,1	21,5	35

Вывод

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.

Заключение

Список источников

- Горяинов К.Э. Минеральная вата и изделия из нее
- Сухарев М. Ф. Производство теплоизоляционных материалов
- Гиберов З.Г. Механическое оборудование предприятий для производства полимерных и теплоизоляционных изделий
- Махова М.Ф. Промышленность полимерных, мягких кровельных и теплоизоляционных строительных материалов
- Махова М.Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий