Проблемы теплоэнергетики технологии производства базальтовой ваты

Маслюк Кирилл Юрьевич
М-ТЭ-18-1

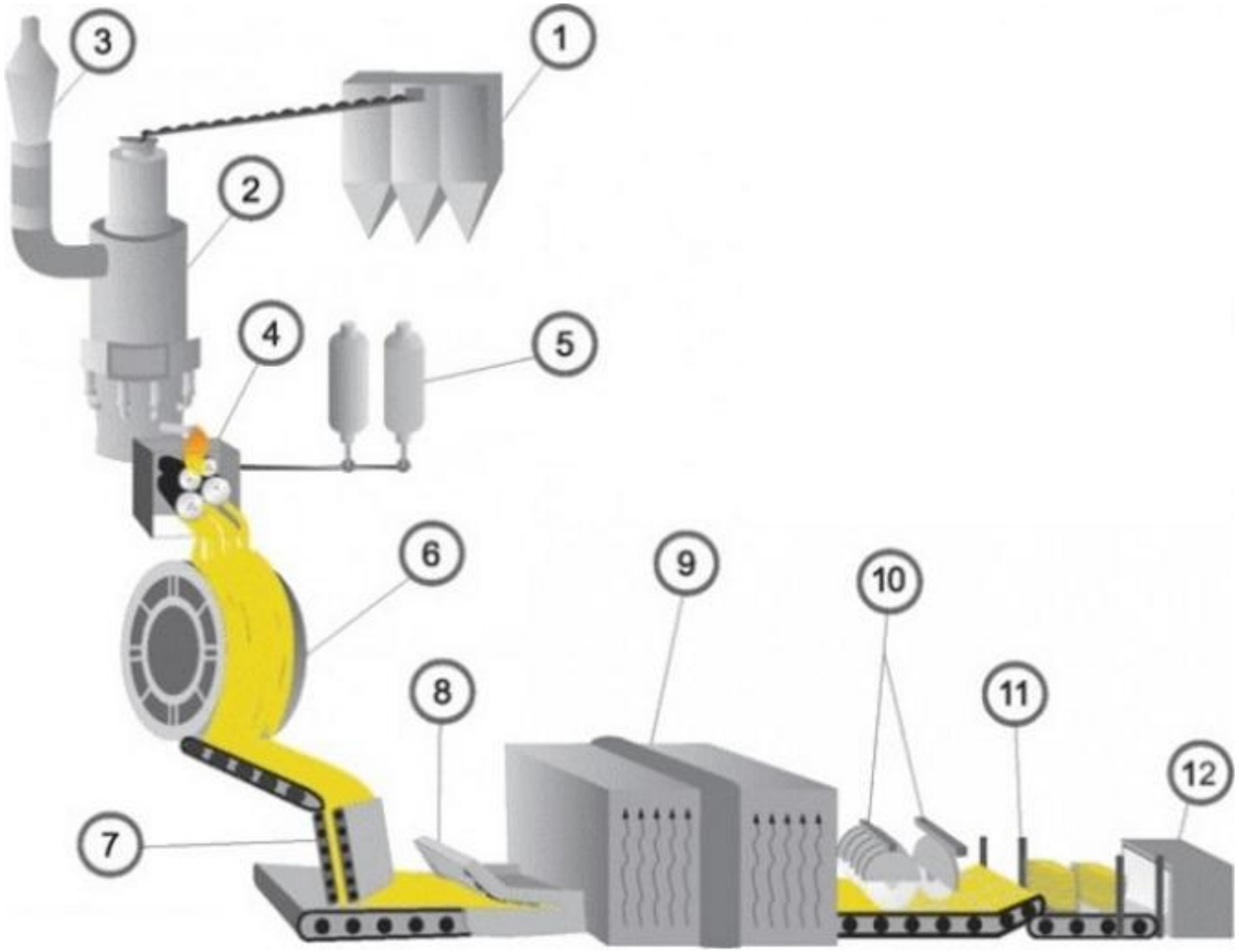
2018

Характеристики базальтовой ваты

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

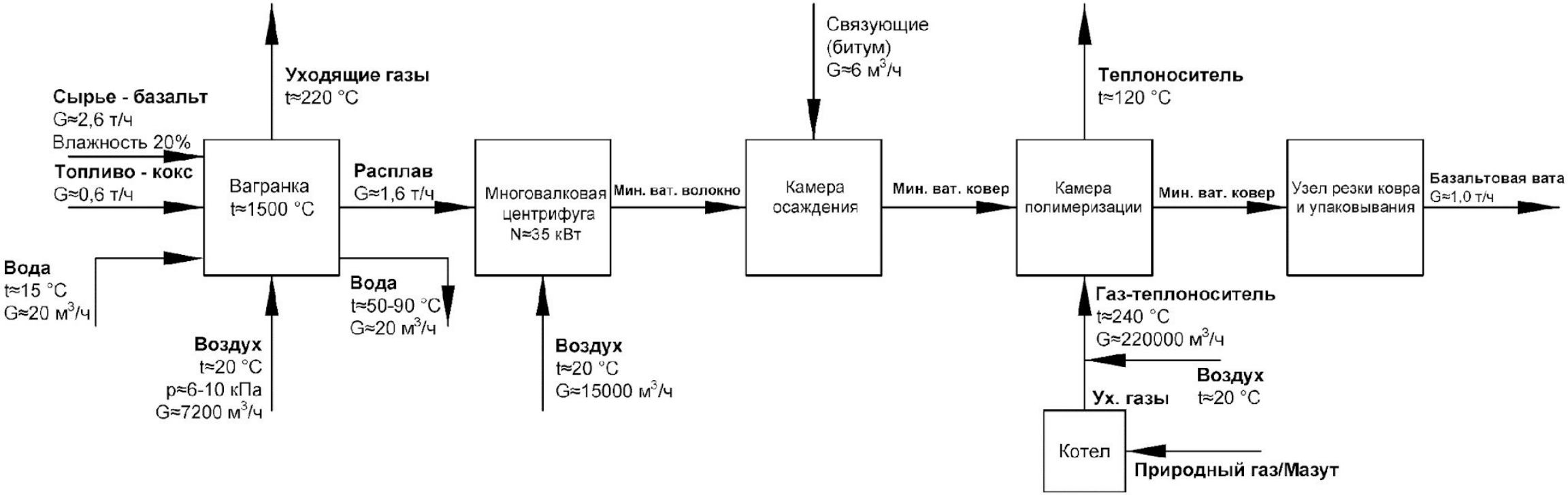
Цена (толщина 50 мм) - $680\ \text{руб}/\text{м}^2$

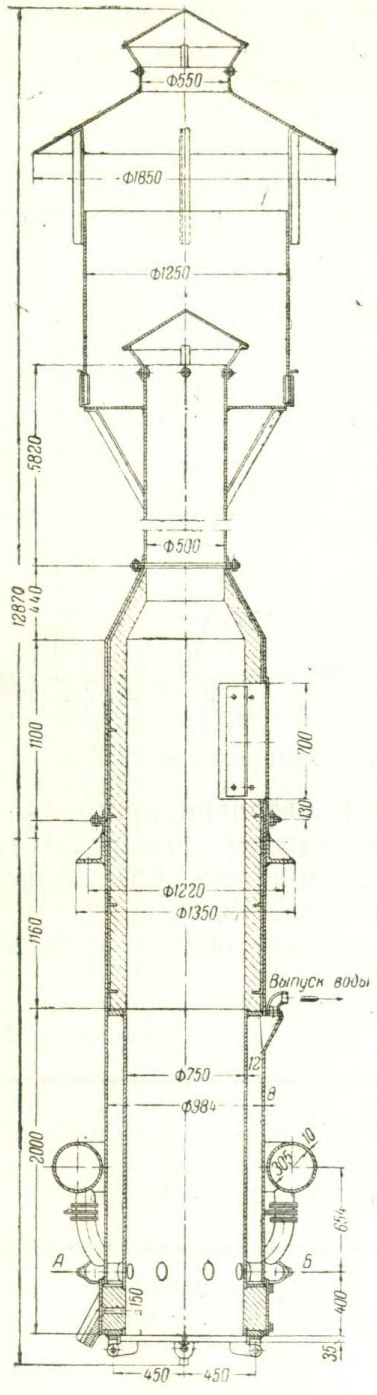
Технологическая схема производства



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

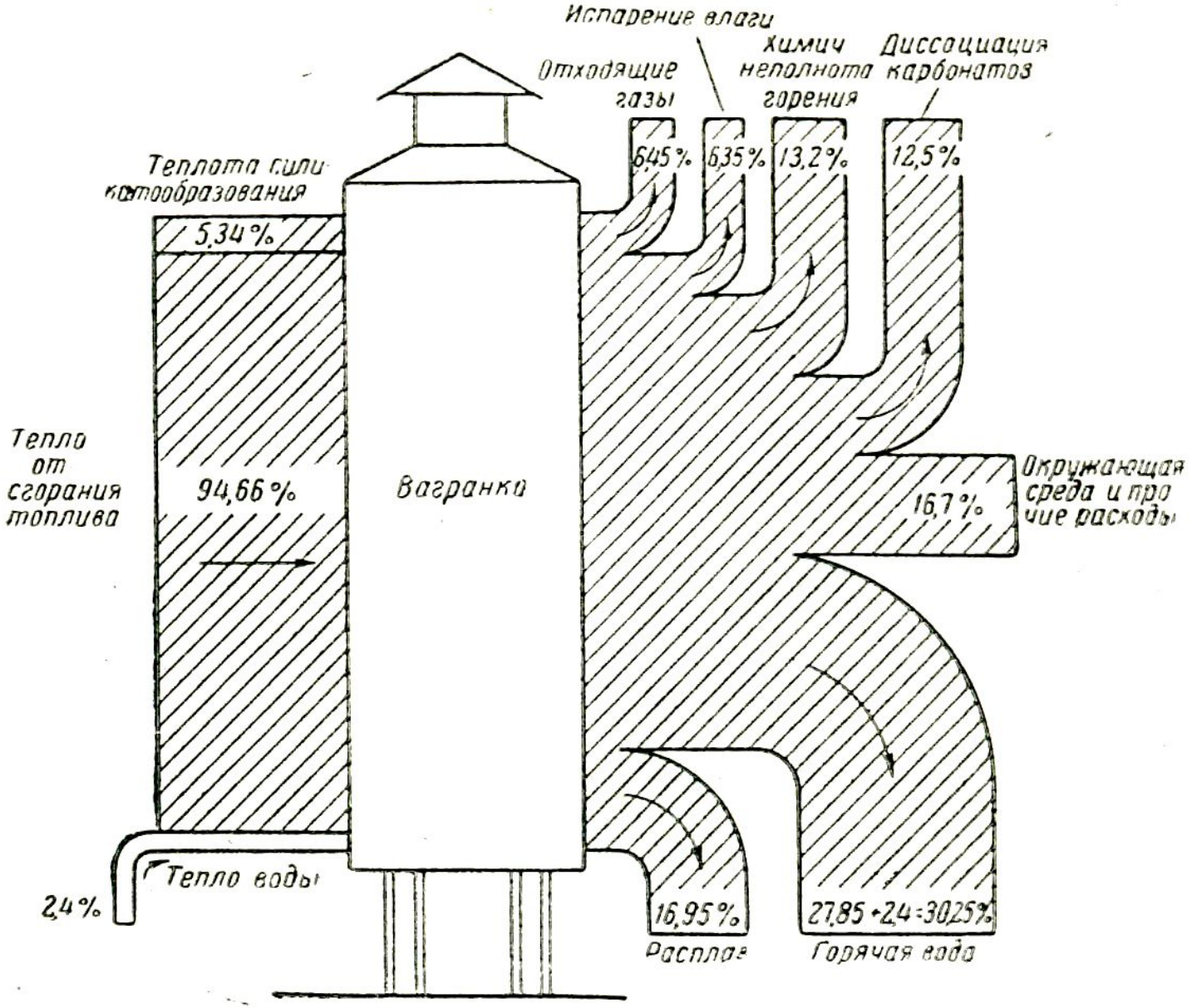




Вагранка

- Топливо – доменный кокс ($Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 28560 - 30240\,\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$)
- Сырье – базальт ($t_{\text{пл}} = 1400\ °C$)
- 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°C

Тепловой баланс вагранки



Поиск и выбор проблематики

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

Цель и задачи

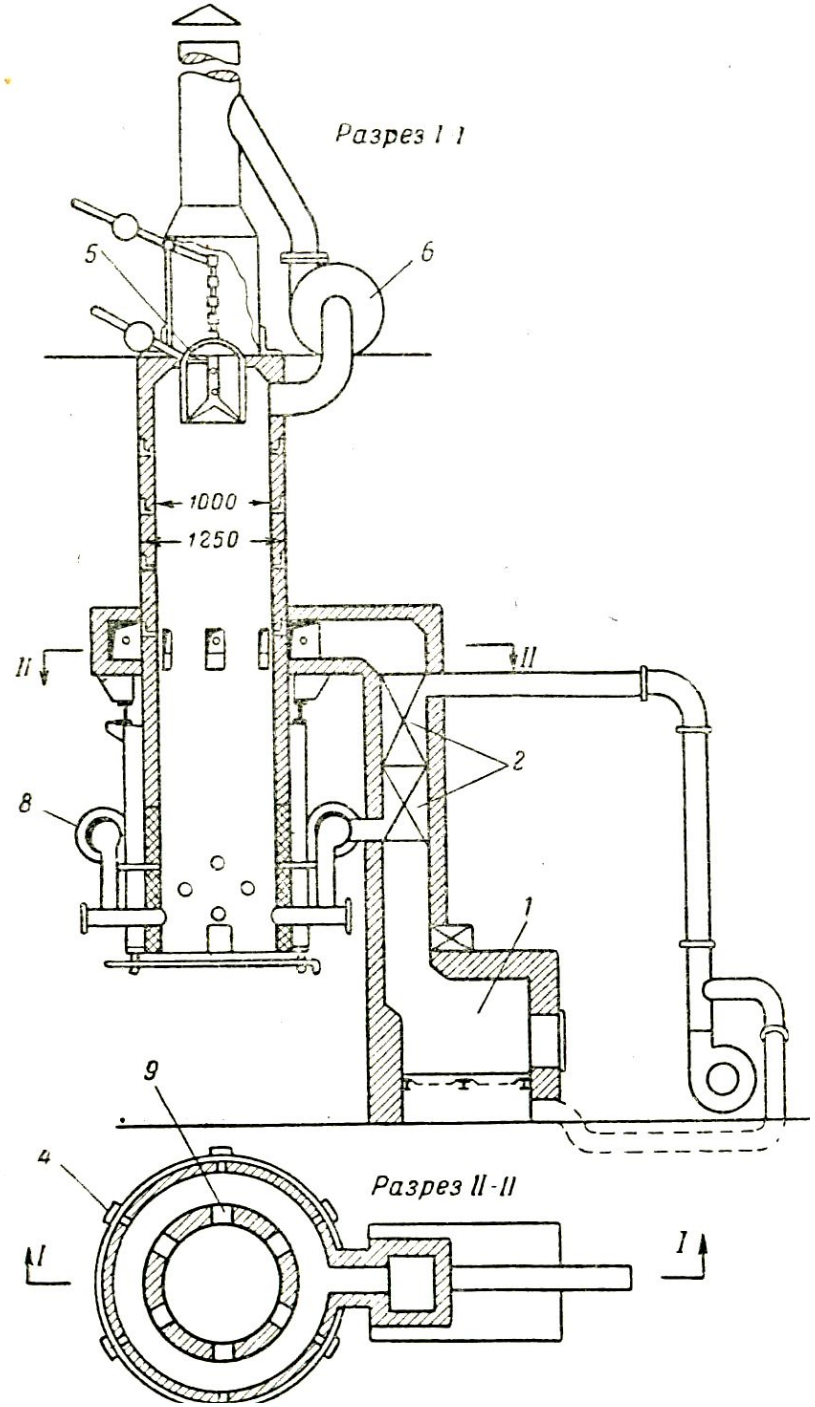
Цель:

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

$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 30\ \text{МДж/кг}$

Цена кокса

$c_{\text{к}} = 20000\ \text{руб/т}$

Расход кокса для предприятия производительностью 1 тонна готовой продукции в час

$B_{\text{к}} = 0{,}6\ \text{т/ч}$

Расход воздуха (теоретический)

$V_{\text{в}}^{0} = 10\ \text{м}^3/\text{кг}$

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 °C

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

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 $u_н = 20\%$

Конечная влажность сырья $u_к = 0\%$

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

Количество влаги, которое необходимо удалить из сырья

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

Количество тепла на нагрев материала и испарение влаги

$$Q_{мат} = c_{мат} * (t_{кон} - t_{нач}) * G_{мат} + r * W = 0{,}84 * (110 - 20) * 2{,}6 * \frac{1000}{3600} + 2260 * 0{,}52 * \frac{1000}{3600} = 0{,}38 \text{ МВт}$$

Необходимое кол-во тепла от сгорания топлива при подогреве воздуха и сушке материала
$Q'_к = Q_к - Q_в - Q_{мат} = 5 - 1{,}02 - 0{,}38 = 3{,}6$ МВт

Расход кокса

$$B'_к = \frac{Q'_к}{Q_н^р} = \frac{3{,}6}{30} * 3600 = 432 \text{ кг/ч}$$

Экономия кокса
$\Delta B_к = B_к - B'_к = 600 - 432 = 168$ кг/ч

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

Цена низкосортного угля ДПК

$c_к = 3514$ руб/т

Теплота сгорания низкосортного угля ДПК

$$Q_н^р = 23 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$$

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

Количество затраченного тепла для подогрева воздуха

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

Расход низкосортного угля ДПК

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

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

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

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

Результаты

- Экономический эффект

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

Срок окупаемости

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

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

Вывод

Мероприятие по установке котла для подогрева вагранoчного 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

- Горяйнов 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