

Задание:

1. Выполнить индивидуальное задание по расчету внутреннего диаметра змеевика.
2. Ответы отправить на эл. почту bandreeva68@mail.ru не позже 15.00 30.04.2020

Решение задач «Расчет конвекционной секции»

Каждая трубчатая печь характеризуется тремя основными показателями:

- 1) производительностью;
- 2) полезной тепловой нагрузкой;
- 3) коэффициентом полезного действия.

Производительность печи выражается количеством сырья, нагреваемого в трубных змеевиках в единицу времени (обычно в т/сут). Она определяет пропускную способность печи, т. е. количество нагреваемого сырья, которое прокачивается через змеевики при установленных параметрах работы (температуре сырья на входе в печь и на выходе из нее, свойствах сырья и т. д.). Таким образом, для каждой печи производительность является наиболее полной ее характеристикой.

Полезная тепловая нагрузка – это количество тепла, переданного в печи сырью (МВт, Гкал/ ч). Она зависит от тепловой мощности и размеров печи. Тепловая нагрузка большинства эксплуатируемых печей 8 - 16 МВт. Перспективными являются более мощные печи с тепловой нагрузкой 40 - 100 МВт и более. Коэффициент полезного действия печи характеризует экономичность ее эксплуатации и выражается отношением количества полезно используемого тепла $Q_{\text{пол}}$ к общему количеству тепла $Q_{\text{общ}}$, которое выделяется при полном сгорании топлива. Полезно использованным считается тепло, воспринятое всеми нагреваемыми продуктами (потоками): сырьем, перегреваемым в печи паром и в некоторых случаях воздухом, нагреваемым в рекуператорах (воздухоподогревателях).

Значение коэффициента полезного действия зависит от полноты сгорания топлива, а также от потерь тепла через обмуровку печи и сходящими в дымовую трубу газами. Трубчатые печи, эксплуатируемые в настоящее время на химических заводах, имеют КПД в пределах 0,65 - 0,87. Повышение коэффициента полезного действия печи за счет более полного использования тепла дымовых газов возможно до значения, определяемого их минимальной температурой. Как правило, температура дымовых газов,

покидающих конвекционную камеру, должна быть выше начальной температуры нагреваемого сырья не менее чем на 120 - 180 °С.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Диаметр змеевика зависит от объемного расхода нагреваемого продукта (V), числа потоков (n), допустимой линейной скорости продукта (W). Объемный расход V зависит от производительности печи (G_c) и плотности продукта (ρ_t). При расчете плотности продукта температурную поправку α считать равной 0,00064. Относительная плотность ρ_4^{20} для данных условий равна 0,9.

Число потоков, а также допустимая скорость продукта и средняя температура указаны в таблице 2 для каждого варианта индивидуального задания.

Выбрав искомые значения согласно варианту задания и рассчитав внутренний диаметр трубы, округляем полученное значение в большую сторону до ближайшего стандартного значения из таблицы 1.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ДИАМЕТРА ЗМЕЕВИКА ПЕЧИ

Рассмотрим пример расчета диаметра змеевика печи, используя следующие параметры: $G_c = 3800$ т/сут; $t_{cp} = 240^\circ\text{C}$; $n = 2$; $W = 2$ м/с.

Объемный расход нагреваемого продукта рассчитывается по формуле

$$G_c = V \cdot 1000 / (24 \cdot 3600 \cdot \rho_t),$$

где G_c – производительность печи по сырью, т/сут; ρ_t – плотность продукта при средней температуре, кг/м³;

$$\rho_t = (\rho_4^{20} - \alpha (t_{cp} - 20)) \cdot 1000,$$

где α – температурная поправка = 0,00064; ρ_4^{20} – относительная плотность=0,9.

Подставляя заданные значения, получим:

$$V = 3800 \cdot 1000 / (24 \cdot 3600 \cdot 759,2) = 0,058 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Площадь поперечного сечения змеевика определяется уравнением:

$$S = V / n \cdot W = \pi \cdot d_{вн}^2 / 4,$$

где n – число потоков; W – допустимая линейная скорость продукта, $W = 2$ м/с; $d_{вн}$ – расчетный внутренний диаметр трубы, м.

Из этого уравнения находим:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{4 * \frac{V}{n * \pi * W}} = \sqrt{4 * \frac{0,058}{2 * 3,14 * 2}} = 0,136 \text{ м}$$

Из стандартных значений (таблица 1) выбираем диаметр трубы змеевика, м.

Таблица 1

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Диаметр трубы, мм | 57 | 76 | 89 | 102 | 108 | 114 | 127 | 152 | 159 | 219 | 273 | 326 |
| Толщина стенки, мм | 4 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 |

Таблица 2

| Данные | Gс, кг/ч | t _{ср} , °C | n | W, м/с |
|--------------|----------|----------------------|---|--------|
| Банкетов | 150 000 | 220 | 2 | 1,8 |
| Бузин | 160 000 | 221 | 4 | 1,8 |
| Волнухина | 170 000 | 222 | 3 | 1,85 |
| Ермиличев | 180 000 | 223 | 2 | 1,85 |
| Захарова | 100 000 | 224 | 2 | 1,9 |
| Краснощекова | 110 000 | 225 | 2 | 1,9 |
| Кузнецов | 120 000 | 226 | 3 | 2 |
| Медведева | 130 000 | 227 | 3 | 2 |
| Лынный | 140 000 | 228 | 2 | 2,1 |
| Мустафин | 190 000 | 229 | 3 | 2,1 |
| Неповиннова | 180 000 | 230 | 2 | 2,2 |
| Осипова | 170 000 | 231 | 2 | 2,2 |
| Пундикова | 160 000 | 232 | 2 | 2,3 |
| Санкевич | 50 000 | 233 | 3 | 2,3 |
| Сатин | 60 000 | 234 | 2 | 2,4 |
| Сердягин | 70 000 | 235 | 2 | 2,4 |
| Токторов | 80 000 | 236 | 2 | 2,5 |
| Ханвалиева | 90 000 | 237 | 3 | 2,6 |
| Хорошев | 105 000 | 299,21 | 4 | 2,78 |
| Щербаков | 105 525 | 289,41 | 4 | 2,87 |