

## Применение энергосберегающих технологий при проектировании технологических линий, оснащенных сушильно-барабанными машинами

Корочкина Е.Е., канд. техн. наук

Предложены методика и программное обеспечение по использованию теплового потенциала паровоздушных выбросов сушильно-барабанных машин.

Ключевые слова: теплообменник, теплота, сушильно-барабанная машина.

### Application of power-saving up technologies of designing of the technological lines equipped with dry-drum-type machine

Korochkina E.E., cand. tech. science

The given work is devoted use of secondary power resources in textile industry namely steam-air emissions of dry-drum-type machine.

Keywords: heat exchanger, warmth, dry-drum-type machine.

Разрабатываемый программный комплекс позволяет производить расчет теплообменника-утилизатора паровоздушных выбросов смешивающего типа. Данный теплообменный аппарат использует вторичные энергетические ресурсы барабанной сушильной машины МСБ2-3/180, являющейся одним из элементов красильно-сушильной линии ЛКС-180-17, предназначенной для фиксирования кубовых активных красителей на целлюлозной составляющей подготовленных (отбеленных, мерсеризованных и термостабилизированных) смешанных, хлопкополиэфирных тканей с поверхностной плотностью до 140 г/м<sup>2</sup>.

Использование вторичных энергетических ресурсов позволяет экономить тепловую энергию, потребляемую данной линией, а полученная теплота может быть применена для подогрева технологической воды, используемой для промывки красильного оборудования.

Максимально использовать теплоту выбросов паро-воздушной смеси можно за счет охлаждения ее до температуры, меньшей по мокрому термометру, и утилизации не только ее физического (явного) тепла, но и теплоты парообразования, содержащейся в смеси водяных паров. Для этого наиболее целесообразно использовать контактные теплообменники, которые имеют малые габариты, но обеспечивают достаточно глубокое охлаждение газов и конденсацию 70–80 % паров.

Предлагаемый программный комплекс, разработанный в среде TurboПаскаль 7.0, позволяет рассчитывать оптимальные режимы работы МСБ2-3/180 и теплообменника в зависимости от вида обрабатываемого текстильного материала. Для сушильно-барабанной машины можно рассчитать параметры статики и кинетики сушки, параметры работы охлаждающей камеры. Для теплообменного аппарата определяется производительность по из-

вестному расходу и параметрам паровоздушной смеси из МСБ, конечная температура нагреваемой воды, объем контактной камеры, выбор типа и размера насадок и их влияние на режимы работы теплообменника, размеры корпуса теплообменника.

В целях более полного использования тепла отработанного воздуха принят теплообменник противоточного типа. Количество переданного в теплообменнике тепла (теплопроизводительность) определяется по формуле

$$Q = (G_B)(H_1 - H_2). \quad (1)$$

Определяем количество нагреваемой воды и принимаем температуру нагретой воды на 9 градусов меньше температуры по мокрому термометру:

$$W = \frac{Q}{c_B(t_2' - t_2)}. \quad (2)$$

Для определения конечной температуры воздуха и средней разности температур между теплоносителями строим в H-d диаграмме ступенчатый процесс, задаваясь рядом последовательно уменьшающихся значений энтальпий воздуха, условно разбивая таким образом теплообменник на ряд ступеней. Определяем средний температурный напор по теплообменнику:

$$\Delta t = \frac{1}{\sum b / \Delta t_{np}}, \quad (3)$$

и сравниваем полученную разность температур со средней логарифмической разностью:

$$\Delta t_{л} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{2,3 \lg \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}}. \quad (4)$$

Рассчитываем критерии Архимеда и Рейнольдса:

$$Ar = \frac{d_э^3(\rho_{ж} - \rho_э)g}{\mu_э^2}, \quad (5)$$

и выбираем насадку (в данном случае из правильно уложенных колец Рашига). Кольца Рашига можно использовать неоднократно, в отличие от хордовых насадок, но для этого необходима муфельная печь для регулярного их обжига.

Определяем оптимальную скорость воздуха в свободном сечении насадки:

$$\omega_{opt} = Re_e \mu_e / d_e \rho_e. \quad (6)$$

Площадь свободного сечения теплообменника определяется из уравнения

$$(G_e)_{сух} v_{вл} / 3600 = F \omega, \quad (7)$$

где  $\omega$  – скорость воздуха в свободном сечении теплообменника;  $v_{вл}$  – удельный объем влажного воздуха.

Определяем плотность орошения насадки водой:

$$H_w = W / F \rho_{ж}. \quad (8)$$

Поверхностный коэффициент теплообмена определяем из критериального уравнения

$$Ks = Ki \lambda_e / d_e. \quad (9)$$

Определяем объемный коэффициент теплопередачи:

$$K_v = f K_s. \quad (10)$$

Далее определяем высоту рабочего слоя насадки и удельную тепловую нагрузку.

В аэродинамическом расчете определяем сопротивление сухой насадки из правильно уложенных колец Рашига и сопротивление мокрой насадки. Сравниваем полученные значения с опытными данными и получаем хорошее согласование.

Разработанный программный комплекс может быть использован для расчета теплообменников-утилизаторов в технологических линиях, не оснащенных такими аппаратами, что часто и встречается на производстве. Он позволяет проанализировать работу оборудования с различными типами насадок и выбрать оптимальную конфигурацию.

Корочкина Елена Евгеньевна,  
Ивановская государственная текстильная академия,  
кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры теплотехники,  
e-mail: tepl@igta.ru