

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ, ОСНАЩЕННЫХ СУШИЛЬНО-БАРАБАННЫМИ МАШИНАМИ

КОРОЧКИНА Е.Е., канд. техн. наук, ЯСИНСКИЙ Ф.Н., д-р физ.-мат. наук

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

Ключевые слова: теплота выбросов паро-воздушной смеси, теплообменник-утилизатор, программный комплекс.

APPLYING THE ENERGY-SAVING TECHNOLOGY WHILE DESIGNING PROCESSING LINES UPGRADED CYLINDER DRYING MACHINE

E.E. KOROCHKINA, Candidate of Engineering, F.N. YASINSKIY, Doctor of Physics and Mathematics

The authors develop the methodology and software of using the calorific potential of steam air emission of cylinder drying machines.

Key words: emission heat of steam-air mixture, waste heat exchanger, software package.

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 поверхностной плотностью до 140 г/м².

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 охладительной камеры. Для теплообменного аппарата определяется производительность по известному расходу и параметрам паро-воздушной смеси из МСБ, конечная температура нагреваемой воды, объем контакт-

ной камеры, тип и размер 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 последовательный 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

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

Рассчитываем критерии Архимеда и Рейнольдса

$$Ar = \frac{d_s^3 (\rho_{ж} - \rho_{г}) g}{\mu_{г}^2} \quad (5)$$

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 мuffle-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 ω – 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 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

Ясинский Федор Николаевич,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой высокопроизводительных вычислительных систем,
телефон (4932) 26-98-29.