Оценить эффективность работы струйно-пленочных контактных элементов возможно в случае, если определить объемные коэффициенты теплоотдачи в газовой фазе. Их можно получить, предварительно определив объемные коэффициенты массоотдачи по известной критериальной зависимости [10].

Результаты

В проведенных ранее исследованиях было получено выражение для расчета объемного коэффициента массоотдачи в струйно-пленочных контактных элементах:

$$\beta_{Vx} = 1,66 \cdot q_L \cdot \left(\frac{G_m}{L_m} \right)^{0,8}, \quad (1)$$

где β_{Vx} – объемный коэффициент массоотдачи, кг/(м^3·с); q_L – плотность орошения, кг/(м^2·с); G_m – массовый расход воздуха, кг/с; L_m – массовый расход воды, кг/с.

Стоит отметить, что максимальная относительная погрешность расчета по уравнению (1) составляет не более 8%, а средняя относительная погрешность не превышает 2,3%.

Известно, что коэффициенты теплоотдачи и массоотдачи в газовой фазе связаны соотношением Льюиса [11]:

$$\frac{\alpha_V}{\beta_{Vx}} = C_{PG} \cdot \left(\frac{Sc_G}{\mathrm{Pr}_G} \right)^{0,5}, \quad (2)$$

где α_V – объемный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м^3·К); C_{PG} – удельная массовая теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К); $\mathrm{Pr}_G = \nu_G/a_G$ – число Прандтля; $\mathrm{Sc}_G = \nu_G/D_G$ – число Шмидта; ν_G – коэффициент кинематической вязкости газа, м^2/с; a_G – коэффициент температуропроводности, м^2/с; D_G – коэффициент диффузии, м^2/с.

Так как для воздуха $\left(\frac{Sc_G}{\mathrm{Pr}_G} \right)^{0,5} \approx 1$, то объемный коэффициент теплоотдачи можно определить по формуле:

$$\alpha_V = C_{PG} \cdot \beta_{Vx} \quad (3)$$

Расчеты проводились при температуре охлаждающего воздуха 30–32,9°С и температуре воды 38,4–45,6°С. Подробное описание экспериментальной установки, условий проведения опытов и измерительной аппаратуры представлено в работе [12].

При обработке экспериментальных данных определяли объемный коэффициент теплоотдачи по формуле 3 и прослеживали зависимость ее от среднерасходной скорости воздуха (рис. 2). Как видно из представленного графика, при постоянной среднерасходной скорости воздуха объемный коэффициент теплоотдачи увеличивается с ростом плотности орошения, что объясняется ростом конвективного теплопереноса и турбулизацией стекающей пленки жидкости [13-15].