

$$б) Re > 5 \cdot 10^5$$

$$Nu = 0,037 Re^{0,8} Pr^{0,43} (Pr/Pr_{ст})^{0,25}. \quad (4.39)$$

Определяющая температура — средняя температура жидкости, определяющий размер — длина обтекаемой стенки по направлению движения потока.

Для расчетов по формуле (4.39) можно использовать номограмму (рис. XII), умножая полученное значение критерия Nu на величину $0,037/0,021 = 1,76$.

Для газов формулы упрощаются. Для воздуха уравнение (4.39) приводится к виду:

$$Nu = 0,032 Re^{0,8}. \quad (4.40)$$

14. Теплоотдача при стекании жидкости пленкой по вертикальной поверхности.

а) При турбулентном стекании пленки ($Re > 2000$):

$$Nu = 0,01 (GaPrRe)^{1/3}. \quad (4.41)$$

б) При ламинарном стекании пленки ($Re < 2000$):

$$Nu = 0,67 (Ga^2Pr^3Re)^{1/9}. \quad (4.42)$$

Определяющая температура — средняя температура пограничного слоя, равная $0,5 (t_{ст} + t_{ср. ж})$.

В уравнениях (4.41) и (4.42):

$$Nu = \alpha H / \lambda; \quad Ga = H^3 \rho^2 g / \mu^2; \quad Re = \omega d_э \rho / \mu = 4\Gamma / \mu, \quad (4.43)$$

где H — высота поверхности, м; $d_э = 4f/\Pi$ — эквивалентный диаметр пленки, м; f — площадь поперечного сечения пленки, м²; Π — омываемый пленкой периметр, м; $\Gamma = G/(\pi dn) = G/\Pi$ — линейная плотность орошения, кг/(м·с).

При $Re < 1500$ толщина пленки b определяется теоретическим уравнением:

$$b = \sqrt[3]{\frac{3G\mu}{\Pi\rho^2g}} = \sqrt[3]{\frac{3\Gamma\mu}{\rho^2g}}. \quad (4.44)$$

15. Теплоотдача при перемешивании жидкостей мешалками*.

Коэффициент теплоотдачи в аппаратах со змеевиками, рубашками и мешалкой можно рассчитать по уравнению:

$$Nu = CRe^m Pr^{0,33} (\mu/\mu_{ст})^{0,14} \Gamma^{-1}, \quad (4.45)$$

где $Nu = \alpha d_M / \lambda$; $Re = \rho n d_M^2 / \mu$; $\Gamma = D/d_M$; D — диаметр сосуда; n — частота вращения мешалки; d_M — диаметр окружности, ометаемой мешалкой; $\mu_{ст}$ — динамический коэффициент вязкости жидкости при температуре стенки рубашки или змеевика; μ — динамический коэффициент вязкости жидкости при средней температуре $0,5 (t_{ср. ж} + t_{ст})$.

Значения остальных физических констант надо брать при средней температуре жидкости в сосуде $t_{ср. ж}$.

* См. также [3.22], и [3.23].