

Бальчугов Алексей Валерьевич,

д.т.н., профессор кафедры МАХП, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: balchug@mail.ru

Бадеников Артем Викторович,

к.т.н., ректор, Ангарский государственный технический университет, e-mail: rector@angtu.ru

Ануфриев Егор Александрович,

магистрант, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: nir@angtu.ru

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ

Balchugov A.V., Badenikov A.V., Anufriev E.A.

CALCULATION OF MIXING POWER USING VELOCITY DISTRIBUTION PARAMETERS

Аннотация. Выполнен расчет мощности перемешивания с использованием параметров распределения скорости в плоскодонном аппарате с гладкой дисковой мешалкой.

Ключевые слова: перемешивание, мощность, методика расчета.

Abstract. The mixing power was calculated using the velocity distribution parameters in a flat-bottomed apparatus with a smooth disk stirrer.

Keywords: mixing, power, calculation method.

Мощность перемешивания в аппарате с мешалкой может быть рассчитана двумя методами: 1) с использованием эмпирического критериального уравнения, связывающего критерий мощности с критерием Рейнольдса; 2) с учетом взаимодействия между мешалкой и потоком перемешиваемой среды (с использованием параметров распределения скорости ψ_1 и ψ_2) [1]. Выполним расчет мощности перемешивания при работе гладкой дисковой мешалки по методике, приведенной в работе [1] (для мешалок с горизонтальными лопастями), с использованием данных о гидравлических сопротивлениях из справочника [2].

Исходные данные для расчета: диаметр плоскодонного аппарата без внутренних устройств $D=0,6$ м ($R=0,3$ м); высота заполнения аппарата $H=0,5$ м; диаметр гладкой дисковой мешалки $d=0,2$ м ($r=0,1$ м); вязкость водного раствора $\mu=0,001$ Па·с; плотность водного раствора $\rho=998$ кг/м³.

Относительный радиус:
$$\bar{R} = \frac{R}{r} . \quad (1)$$

Критерий Рейнольдса:
$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} , \quad (2)$$

где n – частота вращения мешалки, об/с.

Коэффициент γ для аппарата со свободным уровнем жидкости:

$$\gamma = \frac{4 \cdot H}{R} + 1 . \quad (3)$$

Параметр E :
$$E = \frac{\gamma}{\zeta \cdot \text{Re}^{0,25}}, \quad (4)$$

где ζ – коэффициент гидравлического сопротивления мешалки (ζ – однозначная характеристика мешалок данной конструкции). При турбулентном режиме перемешивания ζ постоянен и не зависит от размеров аппарата и критерия Рейнольдса [1]. Для дисковой гладкой мешалки как для плоскопараллельного обтекания плоской пластины примем $\zeta \approx 0,2$.

Параметры распределения скорости ψ_1 и ψ_2 определяются из системы:

$$\left. \begin{aligned} E = 2,4 \frac{0,1\psi_1^2 + 0,222\psi_1\psi_2 + 0,125\psi_2^2}{\lambda \cdot \bar{R} \cdot [1 + 0,4 \cdot \psi_1 + 0,5 \cdot \psi_2 + 2 \cdot (1 + \psi_1 + \psi_2) \ln \bar{R}]^{1,75}}, \\ \psi_2 = -0,5 - 1,25 \cdot \psi_1 \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где λ – коэффициент, при турбулентном режиме перемешивания $\lambda = 0,095$ [1].

Коэффициент k_N :

$$k_N = 0,1 \cdot \psi_1^2 + 0,222 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 + 0,125 \cdot \psi_2^2. \quad (6)$$

Критерий мощности:

$$K_N = 3,87 \cdot \zeta \cdot k_N. \quad (7)$$

Мощность, затрачиваемая на перемешивание:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5. \quad (8)$$

По методике (уравнения 1-8) выполнен расчет мощности перемешивания для гладкой дисковой мешалки при различных частотах вращения (рис.). Адекватность результатов и корректность выбора значения коэффициента гидравлического сопротивления мешалки ($\zeta \approx 0,2$) могут быть определены при экспериментальных исследованиях процесса перемешивания.

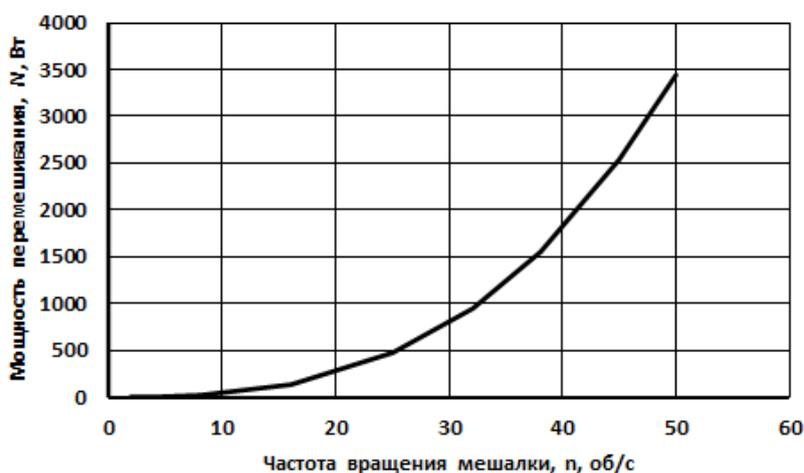


Рисунок – Зависимость мощности перемешивания от частоты вращения гладкой дисковой мешалки

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский, Л. Н., Бегачев, В. И. и др. Перемешивание в жидких средах. Физические основы и инженерные методы расчета. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.
2. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.