

ОЦЕНКА МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИМ ВИБРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

Вибрационное перемешивание как технологическая операция используется для интенсификации массообменных процессов при зародышеобразовании в сахарных растворах. В литературе отмечается, что виброперемешивание характеризуется низкой энергоемкостью. Одна из важных технических задач состоит в определении расхода потребляемой мощности при заданных интенсивности перемешивания и физических свойствах жидкости.

При возвратно-поступательном движении сетчатой кассеты на поверхности частиц возникает и развивается завихренность, что сопровождается разрушением гидродинамического пограничного слоя, вызывающим интенсивное локальное перемешивание жидкости и образование центров кристаллизации в пересыщенном сахарном растворе. Максимальная эффективность перемешивания наблюдается при порозности слоя 0,7...0,8. При меньшей порозности вследствие уплотнения слоя эффективность виброперемешивания снижается, уменьшается скорость образования центров кристаллизации. При порозности выше 0,8 скорость образования центров кристаллизации так же снижается вследствие уменьшения поверхности вибрирующих частиц.

В проведенном исследовании перемешивающим элементом служила сетчатая кассета из нержавеющей стали, заполненная инертными частицами пластинчатой формы. Кассету крепили к вертикальному штоку, соединенному с виброприводом, вводили в термостатируемую ячейку, приводили в гармоническое колебательное движение с постоянной амплитудой 0,01 м.

В ходе проведения эксперимента изменяли частоту вибрации (1,67...6,67 Гц). Динамическая вязкость перемешиваемых жидкостей составляла 1,5 Па·с; 0,46 Па·с; $1,00 \cdot 10^{-3}$ Па·с. Расходуемую на перемешивание мощность измеряли с помощью ваттметра.

Результаты исследований, представленные на рис. 1, показали, что при постоянной амплитуде потребляемая мощность зависит от частоты колебания и порозности вибрирующего слоя, в то же время влияние вязкости невелико.

Мощность, потребляемая на создание колебательного движения, определяется силой инерции при возвратно-поступательном движении, силой сопротивления, обусловленной вязким трением жидкости и стенок ячейки, кассеты и частиц зернистого слоя.

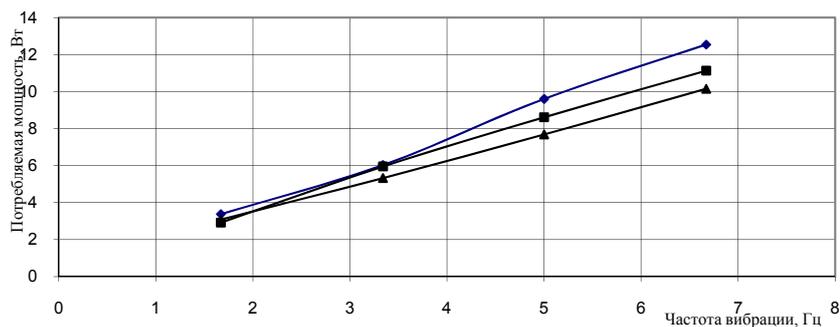


Рис. 1. Зависимость потребляемой мощности от частоты вибрации при порозности вибрирующего слоя 0,7:

- ◆ — динамическая вязкость 1,5 Па·с;
- — динамическая вязкость 0,46 Па·с;
- ▲ — динамическая вязкость $1,00 \cdot 10^{-3}$ Па·с

Модифицированный коэффициент мощности при колебательном движении выражается соотношением [1]

$$K_N = \frac{N}{\rho d^2 A^3 f^3}, \quad (1)$$

где N — потребляемая мощность Вт; ρ — плотность исследуемой жидкости, кг/м^3 ; d — диаметр кассеты, м; A — амплитуда, м; f — частота колебания, Гц.

В связи с тем что перемешивание связано с колебательным движением частиц, можно принять, что K_N является функцией локально-колебательного числа Рейнольдса ($Re_{л.к}$), основанного на средней относительной скорости течения жидкости и колебательного движения частиц:

$$Re_{л.к} = \frac{4Afd_{экр}}{\varepsilon \nu}, \quad (2)$$

где $\nu = \mu/\rho$ — кинематическая вязкость жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$; $d_{экр}$ — эквивалентный диаметр, м; A — амплитуда, м; f — частота колебания, Гц; ε — порозность слоя.

Обработкой опытных данных установлено влияние кинематической вязкости на коэффициент мощности

$$K_N \approx \nu^{0,12}, \quad (3)$$

или локально-колебательного числа Рейнольдса

$$K_N \approx \text{Re}_{\text{л.к}}^{-0,12}. \quad (4)$$

Аналогичный вывод следует из работ Костяняна с сотрудниками [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии / А.Н. Плановский, П.И. Николаев. – М. : Химия, 1972.
2. Костянян, А.Е. Затраты энергии на диспергирование в экстракторах с вибрирующими тарелками / А.Е. Костянян, В.Л. Пибалк, Т.К. Пелевина // Теоретические основы химической технологии. – 1979. – Т. 13, № 4. – С. 624 – 627.

*Кафедра «Физическая и коллоидная химия»,
Воронежская государственная технологическая академия*