

УДК 66.011

**НОВЫЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМНЫХ
ПАРАМЕТРОВ КИПАЮЩЕГО И ВИБРОКИПАЮЩЕГО СЛОЯ**

Б.С. Сажин, Л.Б. Дмитриева

Московский государственный текстильный университет
им. А.Н. Косыгина

В химической, текстильной и других отраслях промышленности на смену технологическим процессам, проводимым в неподвижных слоях, приходит техника взвешенного слоя, каждый из режимов которого имеет свою область применения, в том числе классический кипящий слой (КС), создаваемый потоком газа или жидкости, фильтруемым снизу вверх через слой сыпучего материала. Несмотря на значительные преимущества кипящего слоя перед другими способами организации процесса, например, в фильтрующих слоях, он не является универсальным и имеет ряд недостатков, ограничивающих область его применения. В целях улучшения структуры КС применяют вибрационные колебания, такой слой называют виброкипящим (ВКС).

В области исследования процессов псевдооживления существует целый ряд невыясненных и не до конца изученных вопросов, в том числе, касающихся нахождения допустимых значений режимных параметров кипящего и виброкипящего слоя, способствующих созданию управляемой гидродинамической обстановки внутри технологического аппарата со взвешенным слоем зернистого материала, особенно при обработке полидисперсных материалов. В реальных условиях в полидисперсном материале одновременно существует несколько фракций частиц различного диаметра. Регулируя рабочую скорость газа в аппарате, необходимо стремиться к наиболее полной и эффективной обработке материала в реальных полидисперсных системах (при рассчитанном показателе полидисперсности), не допуская, чтобы крупные частицы полидисперсного материала оставались неподвижными, а мелкие уносились с потоком газа.

Анализ специализированной литературы показал, что в настоящее время отсутствует приемлемая методика расчета области существования полидисперсного КС и ВКС, в связи с чем авторами впервые разработаны инженерные методы расчета области существования полидисперсного материала в режимах кипящего и виброкипящего слоя. Разработанные алгоритмы расчета предельно допустимых значений показателя полидисперсности i в кипящем и виброкипящем слое, определяющего область существования этих режимов, исходя из эквивалентного диаметра частиц крупной фракции (d_2), и рабочих скоростей газа в условиях КС и ВКС, представлены ниже:

Алгоритм расчета i по d_2 в КС

$$d_2 \rightarrow Ar_2 \rightarrow Ly_{2(kp)} = Ly_{1(вум)} \rightarrow Ar_1 \rightarrow d_1 \rightarrow i_{(пред)}$$

↓

V_p

Алгоритм расчета i по d_2 в ВКС

$$d_2 \rightarrow V_{0(ВКС)} \rightarrow V_{p(ВКС)} \rightarrow \varepsilon_{(ВКС)} \rightarrow Ar_1 \rightarrow d_1 \rightarrow i_{(пред)}$$

где d_1, d_2 – эквивалентные диаметры частиц мелкой и крупной фракции, м; Ar – критерий Архимеда; Re – критерий Рейнольдса; Ly – критерий Лященко:

$$Ly = \frac{Re^3}{Ar} = \frac{V_p^3 d^3 v^2 \rho_s}{v^3 g d^3 (\rho_q - \rho_s)} = \frac{V_p^3 \rho_s}{g v (\rho_q - \rho_s)} = \frac{V_p^3 \rho_s^2}{g \mu (\rho_q - \rho_s)} \quad (1)$$

v – коэффициент кинематической вязкости, m^2/c ; $V_{0(ВКС)}$ – скорость начала псевдооживления в виброкипящем слое, m/c .

Скорость начала псевдооживления в ВКС может быть вычислена [1] по эмпирическому уравнению (2) с параметрами вибрации $A\omega^2/g$ (≤ 5):

$$V_{0(ВКС)} = 0,12 \left(\frac{\rho_n}{\rho_r} \right)^{0,63} \cdot \left(\frac{1}{\nu} \right)^{0,33} \cdot d_{cp} \left(1 - 0,95 \frac{A\omega^2}{g} \right) \quad (2)$$

Можно рассчитать $V_{0(ВКС)}$ по теоретическому уравнению (3):

$$V_{0(ВКС)} = V_0 - \frac{A\omega(1+k)}{e^{\omega\omega} - 1} \quad (3)$$

где V_0 – скорость начала псевдооживления на неподвижной решетке, м/с [2, 3]:

$$V_0 = \frac{0,027 \cdot \nu \cdot \left(d_{э3} \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{g}{\nu^2} \cdot \left(\frac{\rho_n}{\rho_n} - 1 \right)} \right)^{1,9}}{d_{э3}} \quad (4)$$

k – коэффициент упругости; $n = 1, 2, 3, \dots$ – число периодов колебаний.

В условиях кипящего слоя рабочая скорость газа (V_p), м/с [4, 5]:

$$V_p = \sqrt[3]{\frac{Ly\mu g(\rho_n - \rho_r)}{\rho_r^2}} \quad (5)$$

В виброкипящем слое рабочая скорость газа ($V_p(ВКС)$), м/с, может быть определена следующим образом [2, 3]:

$$V_p = \sqrt{V_{мин}^2 (1 - K_y) \cos \alpha} \quad (6)$$

где $V_{вит}$ – скорость витания частиц. Соответственно, при предельном значении показателя полидисперсности i скорость начала псевдооживления частиц крупной фракции $V_{нач псевд крупной}$ (диаметром d_2) численно совпадает со значением скорости витания частиц мелкой фракции $V_{вит мелкой}$ (диаметром d_1) дисперсного материала одновременно обрабатываемого в условиях псевдооживления:

$$V_{мин} = \sqrt{\frac{Ly \cdot \mu \cdot g(\rho_n - \rho_r)}{\rho_r^2}} \quad (7)$$

$\varepsilon_{(ВКС)}$ – порозность слоя при виброкипении может быть определена [6]:

$$\varepsilon_{мин} = \varepsilon_0 \cdot \exp \left[c \cdot \frac{A}{h_0} (K_{вибр} - 1) \right] \quad (8)$$

ε_0 – порозность неподвижного слоя (является функцией параметров вибрации); c – коэффициент пропорциональности, зависит от упругих свойств материала; A/h_0 – геометрический симплекс, отражающий затухающее влияние вибрации с увеличением высоты слоя; $K_{вибр}$ – ускорение вибрации (влияние вибрации на структуру слоя) можно выразить следующим образом [7], где $A\omega^2$ – ускорение вибрации, м/с²; f – частота колебаний:

$$K_{вибр} = \frac{(A\omega^2 - g)^2}{0,32 \cdot f^2 + 1,95f} + 1 \quad (9)$$

$$\frac{(A\omega^2 - g)^2}{0,35 \cdot f^2 - 2,83f} + 1$$

Предельное значение показателя полидисперсности $i_{(прод)}$, при котором еще существует КС или ВКС, вычисляется по соотношению: $i_{(прод)} = \frac{d_2}{d_1}$. (10)

Для расчета области существования полидисперсного кипящего и виброкипящего слоя по рекомендованным методикам предложена автоматизированная программа, позволяющая определять параметры процесса для обработки конкретных видов материалов и представлять результаты расчета в виде таблиц и в графической форме.

Список использованных источников

1. Коротков Б.М. / Автореф. дисс. канд. техн. наук. - М.: МИХМ, 1974. - 16 с.
2. Кац З.А., Рысин А.П. - М.: ЦНИИТЭИлищепром, 1972. - 44 с.
3. Рысин А.П. / Канд. дисс. М.: МТИПП, 1968 123 с.
4. Сажин Б.С., Дмитриева Л.Б., Ракушин Д.Л. // Успехи в химии и химической технологии. - М., 2004. - том.18, № 7 (47), С. 76-80; С. 80-83; С. 84-85.
5. Сажин Б.С., Дмитриева Л.Б., Ракушин Д.Л. // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. - М., 2005. - № 5. - С. 85-87.
6. Осинский В.П. / Автореф. дисс. канд. техн. наук. - Калинин, 1971. - 25 с/.
7. Гинзбург А.С. - М.: Пищевая промышленность, 1973. - 528 с.

УДК 621.798.426-52

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.Е. Поляков, К.А. Поляков, А.В. Шилов

*Московский государственный текстильный университет
им. А.Н. Косыгина,*

ОАО «Радиотехнический институт им. ак. А.Л. Минца

Работу по энергосбережению целесообразно проводить в два этапа:

1. Разработка и реализация мероприятий, не требующих крупных дополнительных затрат (частичная модернизация);
2. Техничко-экономическое обоснование и внедрение новой энергосберегающей техники и технологии, а также внедрение технических решений, требующих значительных материальных вложений.

Проведение энергосберегающих исследований рекомендуется проводить по следующей схеме: разработка энергетического баланса и определение прогрессивных удельных норм расхода энергии; выявление оборудования с высоким потреблением энергии; оценка эффективности различных технических решений по экономии и рациональному использованию энергоресурсов; составление алгоритмов и программ для решения задач рационального использования энергии и топлива; оценка результатов внедрения энергосберегающих мероприятий и технических решений.

На предприятиях текстильной промышленности насчитываются сотни наименований технологического оборудования, среди которого немало машин и аппаратов высокой сложности: прядильные, ровничные, прядильно-крутильные машины, чесальные аппараты, ткацкие станки и др. При работе технологического оборудования изменения энергетических характеристик, вызванные неправильными условиями эксплуатации, несвоевременным и некачественным ремонтом, приводят к