

По результатам проведенных исследований разработана техническая документация на опытно-промышленный вихревой противоточный пылеуловитель ВПП-300 для системы улавливания измельченных спечей в дробилке КДУ-0,2-1. Выполнены сборочные чертежи пылеуловителя ВПП-300, детализировка и составлена спецификация, которые переданы в концерн «Белгоспишепром» для изготовления. Планируется внедрение данного пылеуловителя на ОАО «Лидские пищевые концентраты» в производстве специй.

УДК 532.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА ВО ВСТРЕЧНО СОУДАРЯЮЩИХСЯ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКАХ ГАЗОВЗВЕСИ

Шуляк В.А.

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»
Могилев, Беларусь

В рамках континуальной теории запишем уравнения сохранения количества движения и массы, предварительно сделав следующие допущения: поток изотермический; для практически важного случая сушки частиц с диаметром $d > 30$ мкм можно пренебречь малыми силовыми эффектами, вызванными силой Бассе, учитывающей миграцию частиц в продольном поле пульсационных скоростей и силой Сорре, связанной с градиентом осредненных скоростей газа, а также силами молекулярного взаимодействия и электростатического отталкивания. В векторной форме уравнение имеет вид:

$$\rho_c \left[\frac{\partial}{\partial t} + (\nabla \vec{V}) \right] \vec{V} - \rho_c \vec{g} - (1 - \epsilon) S \vec{f} - \epsilon \operatorname{grad} p + \operatorname{vep} \nabla^2 \vec{V} = 0, \quad (1)$$

где V , V_c - соответственно скорость сплошной и дисперсной фазы;

p - давление газа;

f - вектор удельной силы межфазного взаимодействия;

S - удельная площадь поверхности дисперсного материала может быть выражена через эквивалентный диаметр дисперсной фазы и фактор формы

ψ

$$S = 6\psi / d_{\text{экв}} \quad (2)$$

Составляющие правой части уравнения (1) учитывают приведенные к единице объема соответственно массовые силы; силы вязкостного трения на поверхности раздела фаз, силовое воздействие градиента давления на

сплошную и дисперсные фазы и внутренние напряжения в сплошной и дисперсной среде.

Для случая горизонтального пневмотранспорта дисперсной фазы во встречных струях сила Архимеда уравнивает массовые силы. Полагая среду несжимаемой, в проекции на ось x получим

$$\rho_v \frac{dV_v}{dt} = S f_x - \frac{\partial p}{\partial x} \quad (3)$$

Осредненные по поверхности раздела напряжения f представим в виде Горбиса З.Р.

$$f = \bar{\tau} + \sigma = \left(\frac{3}{\text{Re}_v} + \frac{0,45}{\text{Re}_v^{0,75}} + 0,042 \right) \rho (V - V_v)^2, \quad \text{Re}_v = \frac{(V - V_v) d_{\text{экр}}}{\nu} \quad (4)$$

Введем два поправочных коэффициента:

$$f_x = f \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (5)$$

где $k_1 = \varepsilon^{4,75}$ - коэффициент, учитывающий условия стесненности движения частиц вследствие их взаимодействия;

$k_2 = \left(1 - \frac{d_v}{D_k} \right)^{-5}$ - коэффициент, учитывающий условия стесненности

вследствие влияния стенок;

D, d_v - эквивалентный диаметр канала и частиц соответственно.

Порозность потока сильно зависит от относительной скорости движения фаз и связана с массовой расходной концентрацией μ следующим соотношением

$$\rho_v (1 - \varepsilon) V_v = \mu \rho V, \quad \text{откуда} \quad \varepsilon = 1 - \mu \rho V / \rho_v V_v \quad (6)$$

Градиент давления по длине разгонного канала можно определить по уравнению

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{4 \tau_w}{D_k} (1 + k\mu) + \rho g \mu, \quad (7)$$

где k - коэффициент Гастерштадта И.

$$k = 1,7 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\rho}{\rho_v} \right)^{0,75} \cdot \left(\frac{D_k}{d_{\text{экр}}} \right)^{1,5} \cdot \text{Re}_{\text{инт}}^{1,33} \cdot \text{Re}_k^{-0,81} \quad (8)$$

Слагаемые в правой части уравнения учитывают потери давления на трение чистого газа, трение материала о стенки и взвешивание материала.

Касательное напряжение трения на стенке канала определим

$$\tau_w = \left(\frac{8}{\text{Re}_k} + \frac{0,017}{\text{Re}_k^{0,18}} \right) \rho V^2, \quad \text{где} \quad \text{Re}_k = \frac{V D_k}{\nu} \quad (9)$$

Число Рейнольдса для скорости витания определим по формуле Тодеса

$$\text{Re}_{\text{инт}} = \frac{Ar}{\left(18 + 0,61 \sqrt{Ar} \right)}, \quad (10)$$

Подставим найденные выражения в формулу (3)

$$\rho_{\text{ж}} \frac{dV_{\text{т}}}{dt} = \frac{6\psi}{d_{\text{т}}} \left(\frac{3}{\text{Re}_{\text{т}}} + \frac{0,45}{\text{Re}_{\text{т}}^4} + 0,042 \right) \left(\frac{1-\mu}{\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}} \right)^{4,75} \cdot \left(\frac{1-d_{\text{т}}}{D_{\text{к}}} \right)^{-5} \cdot \rho (V \pm V_{\text{т}})^2 + \frac{4 \left(\frac{8}{\text{Re}_{\text{к}}} + \frac{0,017}{\text{Re}_{\text{к}}^{0,18}} \right) \rho V^2 (1+k\mu)}{D_{\text{к}}} + \rho g \mu \quad (11)$$

Плюс - соответствует участку торможения частицы во встречной струе, минус - участку разгона. Приближенное решение уравнения получено численным методом с использованием пакета программ MATHCAD и сопоставлено с экспериментальными данными Эльперина И.Т.

УДК 532.517.2 +66.001.5

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИКИ ПЛЕНОЧНЫХ ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ

Болк А.М., Марков В.А.

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

Пленочное течение жидкости широко используется практически во всех отраслях промышленности, где имеют место тепломассообменные процессы (абсорбция, ректификация, выпаривание), а также процессы разделения гетерогенных систем (фильтрование, мокрая очистка газов, центрифугирование и т.п.).

Анализ работы и результатов исследований показывает, что более эффективны с точки зрения тепломассопереноса и разделения фаз конструкции, в которых используется закрученный поток. Использование последнего позволяет повысить эффективность в 1,5 - 2,0 раза, а также приводит к устойчивости и стабилизации процессов в широком диапазоне изменения газожидкостных нагрузок.

Преимущество вихревых аппаратов заключается в том, что а) обеспечивается более устойчивая работа при изменениях газожидкостных нагрузок; б) повышается пропускная способность по газовой фазе; в) уменьшается унос жидкости из аппарата и не требуются дополнительные брызгоуловители; г) низкая металлоемкость аппаратов.

Проведены исследования движения плёнки вязкой жидкости по внутренней стенке вертикального цилиндрического канала под