

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение дисциплины «Проектирование оборудования предприятий строительной индустрии» предполагает выполнение трех контрольных работ. Каждая из них состоит из одной задачи.

Выполнение контрольных работ и курсовой работы рекомендуется производить в соответствии с вариантом, номер которого определяется по следующей формуле:

$$N = A - B \cdot k,$$

где A — число, состоящее из двух последних цифр номера зачетной книжки студента; B — число вариантов в контрольной работе; k — коэффициент, равный 0, 1, 2, 3 или 4, при котором число N будет меньше B .

Если N является величиной, кратной двум, то и номер задачи должен быть таким же. В противном случае номер задачи должен быть нечетным. Выбор конкретной задачи определяется по последней цифре зачетной книжки.

При выполнении контрольных работ и курсовой работы следует использовать настоящие методические указания по курсу «Проектирование оборудования предприятий строительной индустрии» для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство».

Тематика первой контрольной работы связана с основными закономерностями процесса разделения. Тематика второй — с расчетом конкретного оборудования для реализации процесса разделения. Тематика третьей — с расчетом питателей. В четвертом разделе представлен технологический расчет барометрического конденсатора.

ВВЕДЕНИЕ

Процессы, связанные с разделением неоднородных систем, широко представлены в промышленности строительных материалов и играют значительную роль при подготовке сырья и его обогащении, очистке сточных вод и готового продукта, выделении ценных продуктов. Из всех возможных методов разделения будем рассматривать лишь те, которые реализуются на основе следующих принципов:

- осаждение;
- взвешивание;
- фильтрование.

Осаждение — процесс разделения, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкые частицы отделяются от сплошной фазы в результате действия: сил тяжести (отстаивание), центробежной силы (циклонирование и центрифugирование), сил инерции, электростатических сил (очистка газов в электрическом поле).

Взвешивание и осаждение используются в процессах гидроклассификации и гравитационного обогащения, осуществляются как в вертикальных, так и в горизонтальных потоках ЖНС. В случае горизонтального потока его толщина незначительна.

На этой основе работают гидравлические классификаторы, механические классификаторы (речный, спиральный), промывочные машины (желоба, скруббера), барабанные машины со штырями, промывочные башни.

Фильтрование — процесс разделения неоднородной среды посредством фильтрующей перегородки (ФП) на составляющие ее компоненты (Ж и Т) под действием перепада давлений. При этом имеет место непрерывный рост слоя осадка. Машины, реализующие эти принципы, схематично изображены на рисунке 1. Следует иметь в виду, что фильтрация и фильтрование — разные понятия. Процесс фильтрования реализуется на фильтрах и фильтрующих центрифугах.

Процесс разделения и выбор оборудования определяют следующие параметры:

- 1) химический состав (является ли среда агрессивной, токсичной, взрыво- и пожароопасной);
- 2) физические свойства (ρ_1 — плотность сплошной фазы, ρ_2 — плотность дисперсной фазы, μ — динамическая вязкость);
- 3) дисперсность и форма частиц (δ_{cp} , δ_s , δ — средний, эквивалентный, седиментационный размеры частиц, Ψ_r , Ψ_d — соответственно геометрический и динамический коэффициенты формы);
- 4) полидисперсность ($R(\delta)$, $D(\delta)$, $f(\delta)$);
- 5) концентрация дисперсной фазы (ε_2 , c , x);
- 6) специфические свойства осадка (мажущие, kleящие).

Выбор оборудования для реализации процесса разделения существенно различающихся по своим свойствам ЖНС зависит также и от предъявляемых к процессу разделения технологических требований.

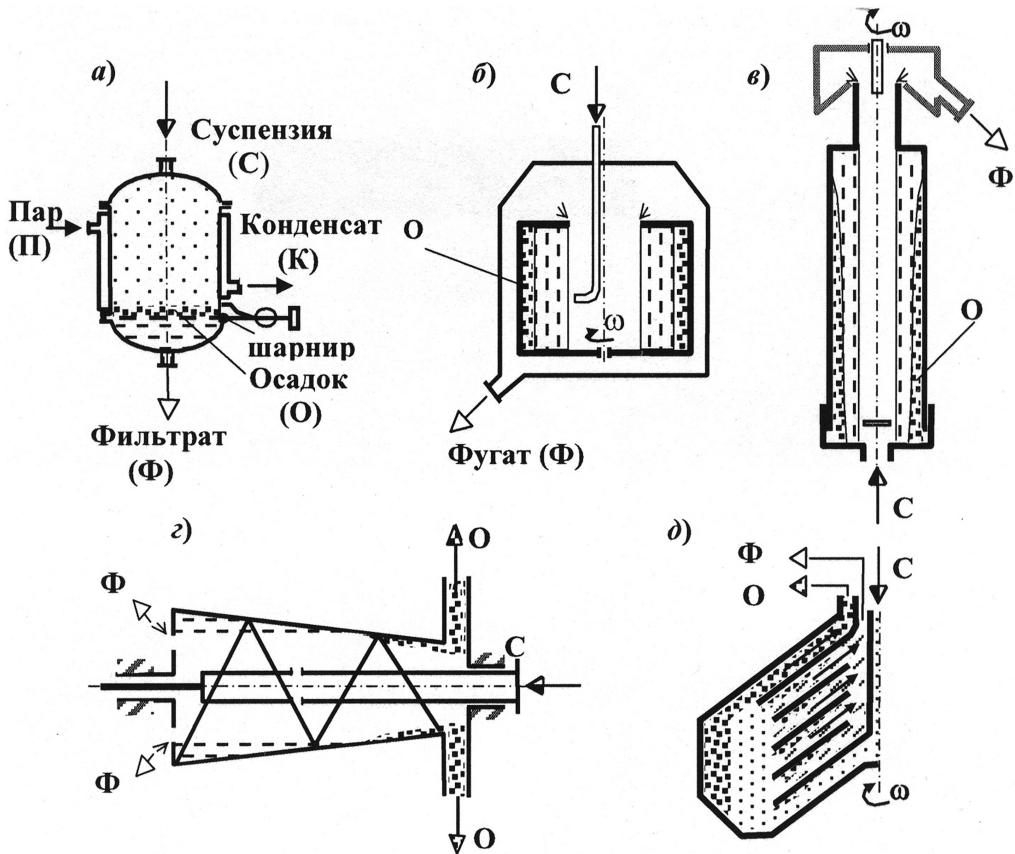


Рис. 1

Основные типы машин для разделения:

- а — емкостной фильтр — нутч-, друкфильтр (может исполняться с рубашкой и без; с мешалкой и без); б — осветляющая (или осадительная — ротор сплошной) или фильтрующая (ротор перфорирован) центрифуга (различаются способами разгрузки осадка, которые включают в себя: ручной через борт или днище; ножом или скребком; виброразгрузка, саморазгружающийся); в — сверхцентрифуга; г — осадительная (ротор сплошной) или фильтрующая (ротор перфорирован) со шнековой выгрузкой осадка; д — сепаратор.

К ним относятся:

- чистота жидкой фазы после разделения;
- влажность получаемого осадка;
- степень отмычки осадка.

1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПРОЦЕСС РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ, И СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ НИМИ

1.1. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В практике разделения для характеристики неоднородных сред (ЖНС), а также самого процесса и получаемых при этом продуктов используется достаточно широкий перечень различных величин. В связи с этим уместно отметить как неидентичность формулировок одних и тех же понятий, так и наличие ошибок в соотношениях, устанавливающих взаимосвязи между ними.

Ниже на примере двухфазной двухкомпонентной системы приводятся получившие распространение и представляющиеся наиболее обоснованными термины, понятия и определения величин, чаще всего встречающихся в практике разделения:

$$c = \frac{m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_2}{V}$$

— объемная массовая концентрация дисперсной фазы, кг/м³;

$$x = \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_2}{m}$$

— массовая доля дисперсной фазы, кг/кг;

$$\varepsilon_1 = \frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{V_1}{V}$$

— объемная доля сплошной фазы (пористость), м³/м³;

$$\varepsilon_2 = \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \frac{V_2}{V}$$

— объемная доля дисперсной фазы, м³/м³;

$$e = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$$

— объемное соотношение фаз, м³/м³;

$$u = \frac{m_1}{m_2}$$

— массовое соотношение фаз, кг/кг;

$$n = \frac{V_1}{m_2}$$

— степень разбавления или сгущения, м³/кг;

$$\eta = \frac{m_{2\text{H}} - m_{2\text{K}}}{m_{2\text{H}}} = \frac{m_{2\text{yH}}}{m_{2\text{yH}} + m_{2\text{K}}}$$

— эффективность процесса разделения;

$$k_{\text{yH}} = 1 - \eta$$

— коэффициент уноса;

$$w = \frac{m_{\text{loc}}}{m_{\text{loc}} + m_2} = \frac{m_{\text{loc}}}{m_{\text{oc}}}$$

— влагосодержание осадка волях от общей массы; относительная массовая влажность осадка, кг/кг;

$$w' = m_{\text{loc}} / m_2$$

— влагосодержание осадка волях от массы сухого осадка; абсолютная влажность осадка, кг/кг;

$$x_0 = V_{\text{oc}} / V_{\phi}$$

— отношение объема осадка, отложившегося на поверхности фильтрующей перегородки при прохождении единицы объема фильтрата, м³/м³;

$$x_1 = V_{\text{oc}} / V_{\text{c}}$$

— отношение объема образовавшегося осадка к объему отфильтрованной суспензии, м³/м³;

$$x_m = m_2 / V_{\phi}$$

— отношение массы дисперской фазы осадка, отложившейся на поверхности фильтрующей перегородки при прохождении единицы объема фильтрата, кг/м³.

1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСАЖДЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ

1.2.1.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ

Форма частиц учитывается следующими параметрами:

— частицы, форма которых отлична от шарообразной, характеризуются эквивалентным диаметром

$$\delta_s = \sqrt[3]{6m_2 / (\pi\rho_2)}; \quad (1.1)$$

— геометрическим коэффициентом формы

$$\Psi_r = S / S_s \quad (S_s = \pi\delta_s^2); \quad (1.2)$$

— динамическим коэффициентом формы

$$\Psi_d = v_t / v_{\text{оп}}, \text{ если } Re \leq 1; \quad \Psi_d = v_t^2 / v_{\text{оп}}^2, \text{ если } Re \geq 1. \quad (1.3)$$

В уравнениях (1.1)–(1.3) m_2 — масса твердой частицы, кг; ρ_2 — плотность твердой фазы, кг/м³; S — действительная поверхность частицы, м²; v_t — теоретическая скорость частицы, м/с; v_{op} — скорость частицы, полученная в результате опыта, м/с; $Re = (v_1 - v_2)\delta\rho/\mu = v\delta\rho/\mu$ — число Рейнольдса.

1.2.2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ОСАЖДЕНИЯ

Свободное осаждение.

$$0,995 \leq \epsilon_1 \leq 1; \delta = \text{const}; \psi_r = 1; v_1 = 0; v_2 \neq 0; v_2 = v.$$

Если известны такие параметры, как ρ_1 , ρ_2 , δ , μ , то определение скорости свободного осаждения в первом приближении возможно на основе формулы Тодеса:

$$Re = \frac{Ar}{18 + 0,61\sqrt{Ar}}, \quad (1.4)$$

где $Ar = g\delta^3(\rho_2 - \rho_1)\rho_1/\mu^2$ — число Архимеда.

Далее нетрудно выразить истинную скорость твердой фазы:

$$v_2 = v = \frac{Re\mu}{\rho_1\delta}. \quad (1.5)$$

В случае если известна скорость осаждения v_2 , то для определения δ целесообразно воспользоваться числом Лященко [2]:

$$Ly = \frac{Re^3}{Ar} = \frac{v^3\rho_1^2}{\mu(\rho_2 - \rho_1)g}. \quad (1.6)$$

Для этого по уравнению (1.6) находят величину критерия Ly , затем по графику (рис. 2) определяют значение Ar , соответствующее данному значению Ly , после чего вычисляют минимальный диаметр частиц, осаждающихся при заданной скорости $v_2 = v$:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{Ar \cdot \mu^2}{(\rho_2 - \rho_1)\rho_1 \cdot g}}. \quad (1.7)$$

В общем случае сила межфазного сопротивления определяется по формуле Ньютона:

$$F = CS_m \frac{\rho_1 v^2}{2}, \quad (1.8)$$

где $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$ — скорость относительного движения; S_m — площадь миделева сечения (площадь проекции тела на плоскость, нормальную к направлению движения); C — эмпирический коэффициент, зависящий от формы тела. Многочисленные последующие эксперименты показывали весьма существенную зависимость этого коэффициента от скорости, вязкости и плотности жидкости, т. е. от числа Re (рис. 3).

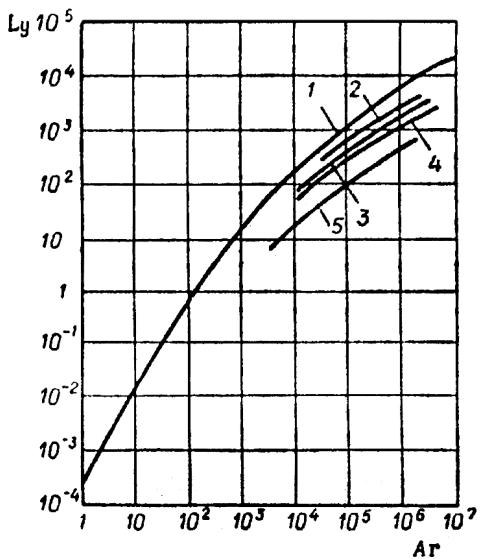


Рис. 2

Зависимость $Ly = f(Ar)$:

1 — шарообразные частицы; 2 — округленные частицы; 3 — угловатые частицы;
4 — продолговатые частицы; 5 — пластиинчатые частицы.

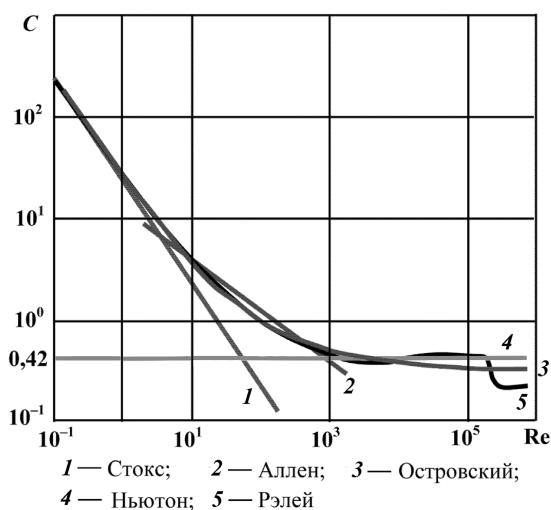


Рис. 3

Зависимость коэффициента сопротивления шара от числа Re

Существуют различные эмпирические зависимости для определения коэффициента сопротивления C :

— формула Стокса (ламинарный режим, $Re < 1$)

$$C = 24/Re \text{ при } Re = v\delta\rho/\mu < 1; \quad (1.9)$$

— формула Ньютона (развитый турбулентный режим, $\text{Re} > 1000$)

$$C \approx 0,42 \text{ при } 10^3 < \text{Re} < 2 \cdot 10^5; \quad (1.10)$$

— формула Озеена

$$C = \frac{24}{\text{Re}} \left(1 + \frac{3}{16} \text{Re} \right) \text{ при } \text{Re} < 5; \quad (1.11)$$

— формула Аллена

$$C = \frac{13}{\sqrt{\text{Re}}} \text{ при } 5 < \text{Re} < 10^3; \quad (1.12)$$

— формула Островского

$$C = 8 \left(\frac{3}{\text{Re}} + \frac{0,45}{\text{Re}^{4/9}} + 0,042 \right) \text{ при } \text{Re} < 2 \cdot 10^5. \quad (1.13)$$

При ламинарном режиме $\text{Re} \leq 1$ сила межфазного сопротивления при стационарном обтекании шара определяется законом Стокса:

$$F = 3\pi\mu v\delta. \quad (1.14)$$

Разделив (1.14) на $\pi\delta^2$, найдем удельную силу межфазного сопротивления

$$f = 3\mu v/\delta = 0,5\mu S_0 v. \quad (1.15)$$

В случае свободного осаждения ($\varepsilon_1 \approx 1$, $v_1 = 0$) в гравитационных условиях скорость можно найти из равенства силы сопротивления потока и равнодействующей сил тяжести и Архимеда.

При ламинарном режиме будем иметь

$$v_2 = v = v_0 = \frac{\Delta\rho g \delta^2}{18\mu} = \frac{2\Delta\rho g}{\mu S_0^2}, \quad (1.16)$$

а при турбулентном

$$v_2 = v = v_0 = 1,78 \sqrt{\frac{\Delta\rho g \delta}{\rho_1}}. \quad (1.17)$$

Стесненное осаждение.

$$0,7 \leq \varepsilon_1 \leq 0,995; \delta = \text{const}; \psi_r = 1; v_1 \neq 0; v_2 \neq 0; v \neq 0.$$

В этом случае скорость стесненного осаждения находят по формуле Аэрова — Тодеса:

$$\text{Re} \cdot \varepsilon_1 = \frac{\text{Ar} \cdot \varepsilon_1^{4,75}}{18 + 0,61\sqrt{\text{Ar}\varepsilon_1^{4,75}}}. \quad (1.18)$$

В практике центрифugирования широко применяется эмпирическая формула при $\varepsilon_1 \leq 0,7$

$$v_2 = v_0 \varepsilon_1^2 10^{-1,82\varepsilon_2}, \quad (1.19)$$

а при $\varepsilon_1 > 0,7$

$$v_2 = v_0 \frac{0,123 \varepsilon_1^3}{\varepsilon_2}. \quad (1.20)$$

1.2.3.

ОСОБЕННОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ В ОТСТОЙНИКАХ, ФИЛЬТРАХ И ЦЕНТРИФУГАХ

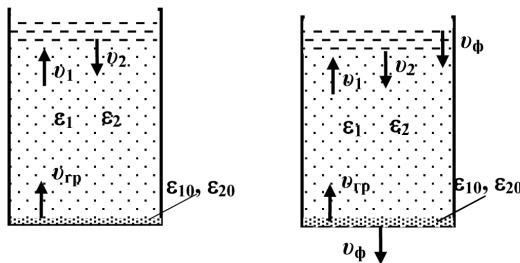


Рис. 4

Принципиальные схемы процессов осаждения и фильтрования

В отстойниках и осадительных центрифугах нижняя граница непроницаема как для сплошной, так и для дисперсной фазы. Поэтому в области суспензии будем иметь

$$\varepsilon_1 \vec{v}_1 = -\varepsilon_2 \vec{v}_2; \quad \vec{v}_2 = -\varepsilon_1 \vec{v}_1, \quad (1.21)$$

где $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$ — относительная скорость.

При этом в случае расслаивающейся суспензии скорость границы между осветленной жидкостью и исходной суспензией равна v_2 .

При использовании фильтров и фильтрующих центрифуг нижняя граница проницаема только для сплошной фазы, т. е. $v_{20} = 0$. Поэтому

$$v_\phi = \varepsilon_{10} v_{10} = G_1 / (\rho_1 S), \quad (1.22)$$

где G_1 — массовый расход сплошной фазы, $\text{м}^3/\text{с}$; ε_{10} — объемная доля сплошной фазы в осадке.

Скорость границы между осветленной жидкостью и исходной суспензией также равна v_2 . Однако поскольку $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 \neq 0$, то

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_\phi - \vec{v}\varepsilon_1, \quad (1.23)$$

а для нерасслаивающейся, поскольку $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = 0$, то $v_2 = v_\phi$.

Условие на границе разрыва.

Скорость границы разрыва, т. е. зоны, где дисперсная фаза скачком изменяет свое состояние, определяется из материального баланса по дисперсной фазе:

$$v_{rp} = \frac{\varepsilon_2 v_2}{\varepsilon_{20} - \varepsilon_2}, \quad (1.24)$$

где ε_{20} — объемная доля дисперсной фазы в осадке.

Отметим, что соотношение (1.24) справедливо как при осаждении, так и при фильтровании.

В отстойнике по окончании процесса разделения давление в слое осветленной жидкости и сплошной фазе слоя осадка распределяется в соответствии с основным законом гидростатики, т. е.

$$p_z = p_0 + \rho g(z - z_0) = p_0 + \rho gh, \quad (1.25)$$

где p_0 — давление на свободной поверхности, т. е. при $z = z_0$, Па; z — координата, отсчитываемая по нормали от днища отстойника, м; h — расстояние от свободной поверхности до поверхности уровня с координатой z , м.

Напряжения в дисперсной фазе осадка определяются уравнением

$$\sigma_z = \sigma_0 + (\rho_2 - \rho_1)\epsilon_{20}g(z_{oc} - z), \quad (1.26)$$

где σ_0 — напряжение на верхней границе слоя осадка, Па. При отсутствии нагрузки на осадок $\sigma_0 = 0$; z_{oc} — координата, соответствующая верхней границе осадка, м.

Если разделение осуществляется в центробежном поле (рис. 5), то скорость свободного осаждения при ламинарном режиме в осадительной центрифуге определяется по формуле, аналогичной (1.16):

$$v_2 = v_r = \frac{\Delta\rho g\delta^2}{18\mu} Fr_{cp} = \frac{2\Delta\rho g}{\mu S_0^2} Fr_{cp} = v_0 Fr_{cp}, \quad (1.27)$$

где v_0 — скорость свободного осаждения в гравитационных условиях при ламинарном режиме; $Fr_{cp} = \omega^2 r_{cp}/g$ — число Фруда (фактор разделения); $r_{cp} = 0,5(R + r_0)$.

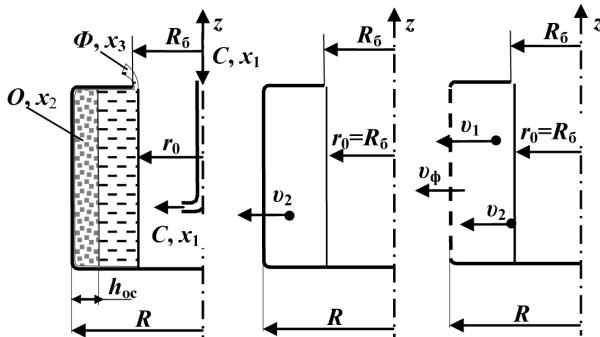


Рис. 5

Основные обозначения при расчете осадительных и фильтрующих центрифуг:

C, O, Φ — суспензия, осадок, фугат (или фильтрат) соответственно;

x_1, x_2, x_3 — массовые доли дисперсной фазы соответственно в суспензии, осадке и фугате; R — радиус ротора; R_6 — радиус борта ротора;

$r_0 \approx R_6$ — радиус свободной поверхности; h_{oc} — высота слоя осадка.

В фильтрующей центрифуге при ламинарной фильтрации через слой образующегося несжимаемого осадка с учетом неподвижности дисперсной фазы скорость фильтрации определяется из уравнения

$$v_\phi = v\varepsilon_1 = v_1\varepsilon_1 = \frac{k_{np}}{\mu} \rho_1 g Fr_{cp} = k_\phi \rho_1 g Fr_{cp}, \quad (1.28)$$

где коэффициент проницаемости $k_{\text{пр}}$ в случае капиллярно-пористой структуры осадка определяется по формуле Козени — Кармана:

$$k_{\text{пр}} = \frac{\varepsilon_1^3}{2\zeta^2 S_0^2 \varepsilon_2^2} = \frac{e^2 \varepsilon_1}{2\zeta^2 S_0^2}, \quad (1.29)$$

где $\zeta = \varepsilon_1 + 0,5\pi\varepsilon_2$ — коэффициент извилистости канала.

Пример 1.

Найти скорость осаждения шарика плотностью $\rho_2 = 2500 \text{ кг/м}^3$ и диаметром $\delta = 1 \text{ мм}$ в воде.

Решение.

Оценим возможность применения формул (1.16) и (1.17). В результате расчетов получим соответственно: $v = 0,8715 \text{ м/с}$, $Re = 817$ и $v = 0,216 \text{ м/с}$, $Re = 216$. В обоих случаях число Re не отвечает области применения вышеуказанных формул.

Решение данной задачи возможно несколькими способами. Приведем некоторые из них.

1. Графический способ с помощью кривой Рэлея (см. рис. 4).

Определим зависимость C от Re из равенства силы сопротивления потока и равнодействующей сил тяжести и Архимеда и построим график (рис. 6), задаваясь числом Re :

$$C = \frac{4\delta^3 \Delta\rho g}{3\mu^2 Re^2}. \quad (1.30)$$

Точки пересечения соответствует приближенно $Re \approx 150$.

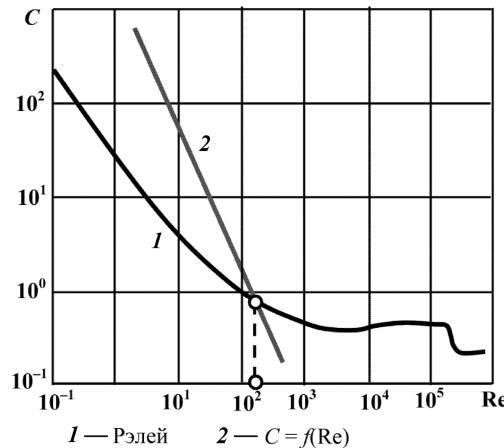


Рис. 6
К решению примера 1

Тогда

$$v = \frac{Re\mu}{\delta\rho} = \frac{150 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3} = 0,15 \text{ м/с.}$$

2. Метод последовательного приближения (итерационный).

Подставив число Re в уравнение (1.30), выразим зависимость v от C :

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{\Delta \rho g \delta}{C \rho_1}}. \quad (1.31)$$

Для определения коэффициента сопротивления воспользуемся какой-либо из приведенных выше аппроксимационных формул, например формулой Островского (1.13), а результаты расчетов сведем в таблицу 1.

Таким образом, на 7-й итерации получим ответ $v = 0,148715$ м/с.

Таблица 1

Результаты расчетов по формуле Островского (1.13)

№	v	Re	C
1	0,215924	215,9236	0,777395
2	0,158865	158,8651	0,865573
3	0,150556	150,5559	0,883057
4	0,149058	149,058	0,886385
5	0,148778	148,7779	0,887014
6	0,148725	148,7251	0,887133
7	0,148715	148,7152	0,887155

1.2.4.

МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ

Разделяемая смесь состоит из сплошной фазы и взвешенных в ней частиц. В результате разделения смеси (при отсутствии потерь) имеем

$$G_{cm} = G_{ocb} + G_{oc}, \quad (1.32)$$

где G_{cm} — количество исходной смеси, подлежащей разделению; G_{ocb} — количество очищенной (осветленной) части смеси; G_{oc} — количество осадка.

Поскольку общее количество вещества, образующего дисперсную фазу, в процессе разделения не изменяется, то материальный баланс по дисперсной фазе можно записать в виде

$$G_{cm}x_{cm} = G_{ocb}x_{ocb} + G_{oc}x_{oc}, \quad (1.33)$$

где x_{cm} , x_{ocb} , x_{oc} — массовые доли дисперсной фазы в исходной смеси, осветленной части и осадке соответственно.

Совместное решение уравнений (1.32) и (1.33) дает возможность определить количества очищенной части смеси и осадка:

$$G_{oc} = G_{cm} \frac{x_{cm} - x_{ocb}}{x_{oc} - x_{ocb}}. \quad (1.34)$$

В уравнениях (1.32)–(1.34) количества и концентрации выражены в массовых единицах измерения. Объемные количества исходной смеси, осветленной части и осадка могут быть рассчитаны из равенств:

$$V_{cm} = \frac{G_{cm}(1 - x_{cm})}{\rho_1} + \frac{G_{cm}x_{cm}}{\rho_2}; \quad (1.35)$$

$$V_{\text{ocb}} = \frac{G_{\text{ocb}}(1-x_{\text{ocb}})}{\rho_1} + \frac{G_{\text{ocb}}x_{\text{ocb}}}{\rho_2}; \quad (1.36)$$

$$V_{\text{oc}} = \frac{G_{\text{oc}}(1-x_{\text{oc}})}{\rho_1} + \frac{G_{\text{oc}}x_{\text{oc}}}{\rho_2}, \quad (1.37)$$

где ρ_1 и ρ_2 — плотности веществ, образующих сплошную и дисперсную фазы соответственно.

Уравнения (1.32)–(1.37) справедливы для любых двухфазных неоднородных систем при любом способе разделения.

1.2.5.

РАЗДЕЛЕНИЕ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ ОСАЖДЕНИЕМ

Процесс осаждения проводится с целью очистки (осветления) сплошной фазы и сгущения дисперсной фазы. На практике чаще всего приходится подвергать разделению полидисперсные системы. Используя зависимость скорости движения частиц от их размера, можно в процессе осаждения разделять дисперсную фазу на фракции. Такой способ разделения твердых частиц получил название *классификации*. Осаджение, как указывалось ранее, можно осуществлять под действием гравитационных сил (отстаивание), центробежных и электрических сил.

Отстаивание используют для разделения суспензий, эмульсий и пылей. Движущей силой процесса является разность плотностей сплошной и дисперсной фаз. В суспензии и пыли плотность дисперсной фазы обычно выше плотности сплошной фазы; в эмульсиях большая плотность может быть как у дисперсной фазы, так и у сплошной.

Процесс отстаивания характеризуется небольшой скоростью осаждения и не обеспечивает отделения тонкодисперсных частиц, поэтому его применяют главным образом для частичного или предварительного разделения неоднородных систем. Преимуществом процесса отстаивания являются простое аппаратурное оформление и малые энергетические затраты.

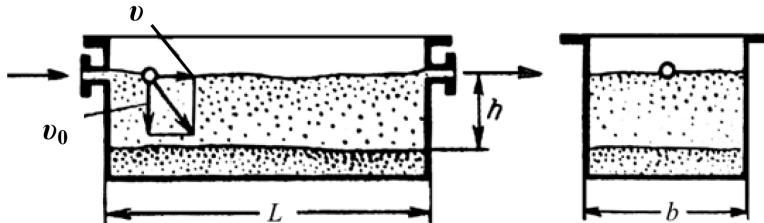


Рис. 7
Схема гравитационного отстойника

Сущность отстаивания заключается в том, что неоднородную смесь пропускают через емкость (рис. 7), на дно которой под действием силы тяжести оседают взвешенные частицы.

При этом необходимо соблюдение двух основных условий:

- 1) время пребывания элемента потока в аппарате должно быть равно или больше времени осаждения частиц;
- 2) линейная скорость потока в аппарате должна быть меньше скорости осаждения.

Несоблюдение первого условия приводит к тому, что частицы не успевают осесть, а второго — к тому, что возникающие вихревые токи поднимают осаждающиеся частицы.

1.2.6. УСТРОЙСТВО ОТСТОЙНИКОВ

Процесс осаждения под действием силы тяжести осуществляют в аппаратах (отстойниках) *периодического, полунепрерывного и непрерывного действия*. В зависимости от вида разделяемой смеси эти аппараты еще подразделяют на отстойники для пылей, суспензий и эмульсий. Несмотря на то что методы разделения жидких и неоднородных газовых систем основаны на одинаковых принципах, применяемое для этой цели оборудование имеет ряд особенностей.

Отстойники для пылей. Простейшим устройством для очистки газов от пыли является отстойный газоход (рис. 8).

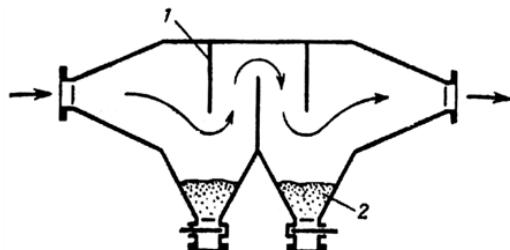


Рис. 8
Отстойный газоход:
1 — перегородка; 2 — сборник.

На пути запыленного газа устанавливают камеру с перегородками 1, изменяющими направление движения потока, и сборники пыли 2. Вследствие увеличения сечения скорость потока падает, частицы пыли, сохраняя прямолинейное движение за счет инерции, ударяются о перегородки 1 и собираются в сборнике 2. Эти устройства применяют для предварительной, грубой очистки газов.

Более качественная очистка достигается в пылеосадительных камерах (рис. 9). Устройство пылеосадительной камеры основано на принципе развития максимальной площади осаждения. Аппарат с горизонтальными полками 2 делится на ряд каналов малой высоты. Поступление запыленного газа регулируется клапанами 1. Осажденная пыль периодически выгружается при отключенном аппарате через люки 3.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru