Разделение жидких и газовых неоднородных систем.

Классификация и основные характеристики неоднородных систем. Классификация, принципы выбора и оценка эффективности методов разделения. Разделение в поле сил тяжести, в поле центробежных сил.

- Неоднородная система состоит из двух фаз :
- Внутренняя (дисперсная) ;
- Внешняя (дисперсионная)

Классификация и основные характеристики неоднородных систем

- Аэрозоли
- Эмульсии
- Суспензии
- Пены

Аэрозоли

- Системы, состоящие из твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде:
- Пыль – система газ-тв.частицы размером 5-50 мкм;
- Дым - система газ-тв.частицы размером 0,3-5 мкм;
- Туман – система газ-капли жидкости размером 0,3-3 мкм

Эмульсии

- Системы, состоящие из жидкости и распределенных в ней капель другой жидкости. Жидкости не растворимы друг в друге.
- Эмульсии устойчивы, если размеры капель 0,4-0,5 мкм

Суспензии

- Системы, состоящие из тв.частиц, взвешенных в жидкой среде.
- Грубые – размер тв.частиц >100 мкм;
- Тонкие – размер тв.частиц 0,1-100 мкм;
- Коллоидные – размет тв.частиц <0,1 мкм, тв.частицы не осаждаются под действием сил тяжести, броуновское движение частиц.

Пены

- Системы, состоящие из жидкости и распределенных в ней пузырьков газа.
- Для эмульсий и пен характерна **инверсия** фаз

Основные характеристики неоднородных систем

- Соотношение дисперсной и дисперсионной фаз (массовые или объемные);
- Размеры частиц дисперсной фазы.

Размеры частиц дисперсной фазы

- Монодисперсные;
- Полидисперсные:
- Фракционные или дисперсные составы:

$$d_{экв} = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{d_i}}$$

- Эквивалентный диаметр частиц неправильной формы

$$d_{экв} = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = 1{,}24\sqrt[3]{\frac{M}{\rho}}$$

Механические способы осаждения

- Силы тяжести – для грубой очистки от тв.(жидких)частиц размером 30-100мкм и более;
- Инерционные силы - от частиц размером 25-30 мкм;
- Центробежные силы - от частиц размером до 5 мкм (5-25 мкм)

Механизм осаждения частиц

- Учитываются факторы-
- Параметры режима обтекания;
- Сопротивление среды
- Сопротивление среды зависит от режима движения, формы и состояния обтекаемых частиц.

Сопротивление среды

- Коэффициент гидравлического сопротивления среды – $\xi = f(Re)$

- Зависит от режима движения дисперсных частиц:

$$Re \leq 2 - \text{ламинарный}, \xi = \frac{24}{Re}$$

$$2 < Re < 500 - \text{переходный}, \xi = \frac{18{,}5}{Re^{0{,}6}}$$

$$Re > 500 - \text{турбулентный}, \xi = 0{,}44$$

Режим движения дисперсных частиц

- Критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega d}{\gamma}$$

- Скорость движения **частицы** сферической формы в какой либо среде при ламинарном режиме:

$$\omega_r = \frac{d^2 g(\rho_ч - \rho_C)}{18\mu}$$

- При осаждении частиц неправильной формы необходимо учитывать фактор формы-Ф;
- При осаждении множества частиц необходимо учитывать их друг на друга

$$\omega_{oc} = 0{,}5\omega_r = 0{,}5\Phi\omega_r$$

Методика определения параметров осаждения

- Методика Лященко

$$Ly = \frac{Re^3}{Ar}$$

- Критерий Лященко

$$Ly = \frac{\omega_{oc}^3 \rho_c^2}{\mu_c (\rho - \rho_c) g}$$

Гравитационное осаждение (осаждение под действием силы тяжести)

- Простота аппаратурного оформления;
- Малые энергетические затраты.
- Необходимо соблюдать два требования:
- Время пребывания в аппарате частиц равно или больше продолжительности осаждения (частицы не успевают осесть);
- Линейная скорость потока в аппарате значительно меньше скорости осаждения (возникающие вихревые потоки поднимают осаждающиеся частицы)

Расчет отстойника

- Производительность камеры –

$$V_{сек} = ab\omega_{ос}$$

- Материальный баланс-

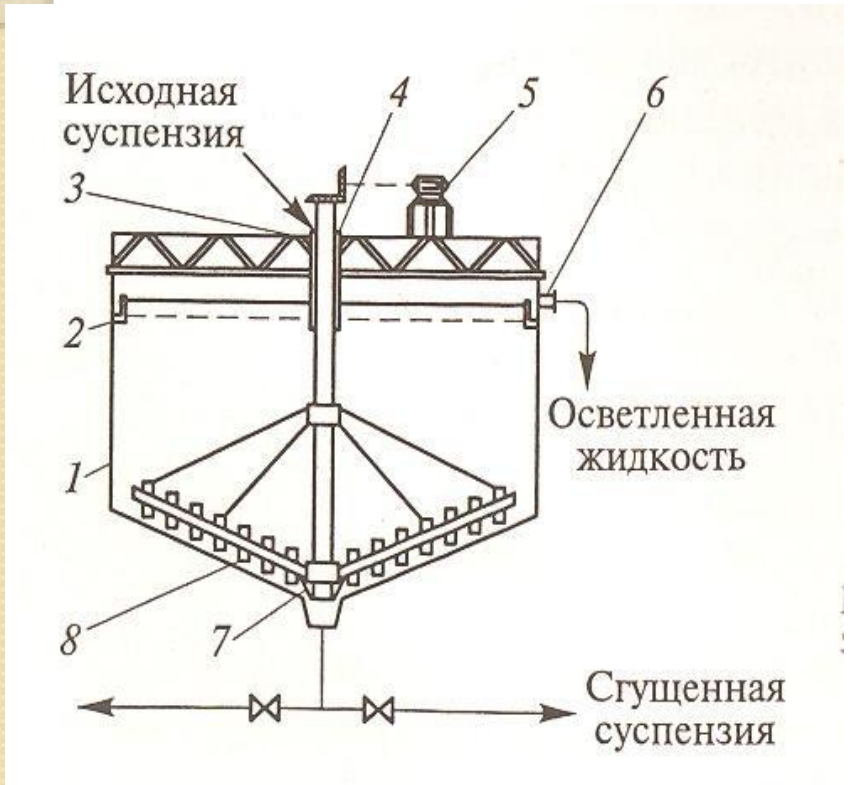
$$M_н = M_{ос} + M_к$$

$$M_н x_н = M_{ос} x_{ос} + M_к x_к$$

- Степень очистки

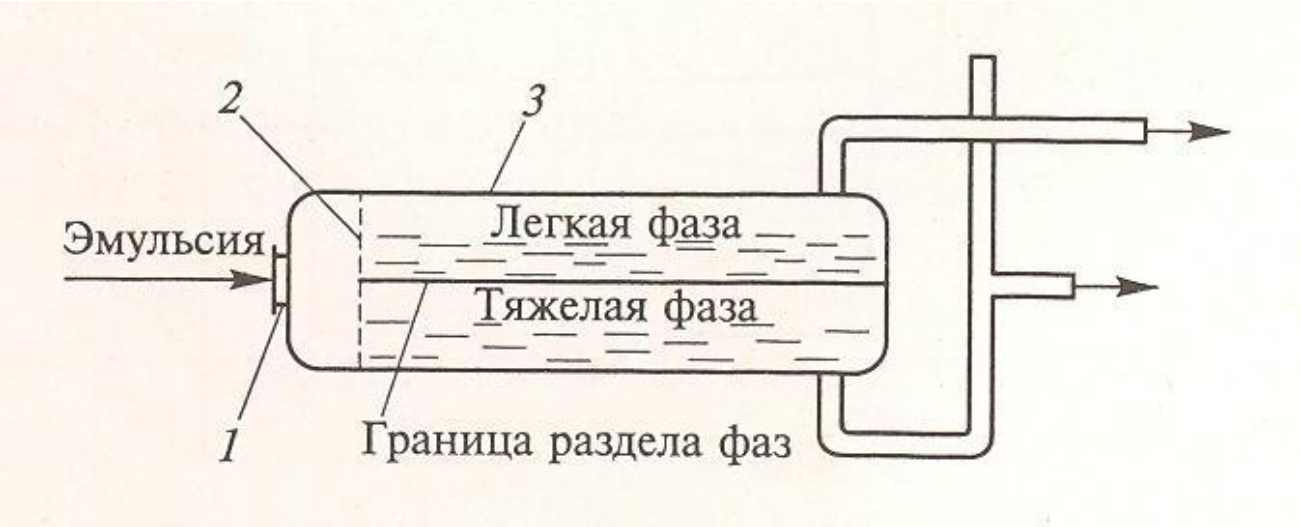
$$\eta = \frac{M_н x_н - M_к x_к}{M_н x_н}$$

Схема отстойника с гребковыми мешалками



1- корпус; 2-кольцевой желоб; 3-рельсы; 4-труба для подачи суспензии; 5-электродвигатель; 6-труба; 7-разгрузочное отверстие; 8-мещалка с гребками

Схема отстойника для эмульсий



Разделение в поле центробежных сил

- Необходимо введение частиц в поле центробежных сил:
- Вращательное движение потока жидкости в неподвижном аппарате;
- Поток направляется во вращающийся аппарат и система вращается вместе с аппаратом

Эффективность осаждения под действием центробежной силы

- Центробежная сила –

$$F_{ц} = \frac{m\omega_r^2}{r} = (mg)\frac{\omega_r^2}{gr} = F_{т}К_{ц}$$

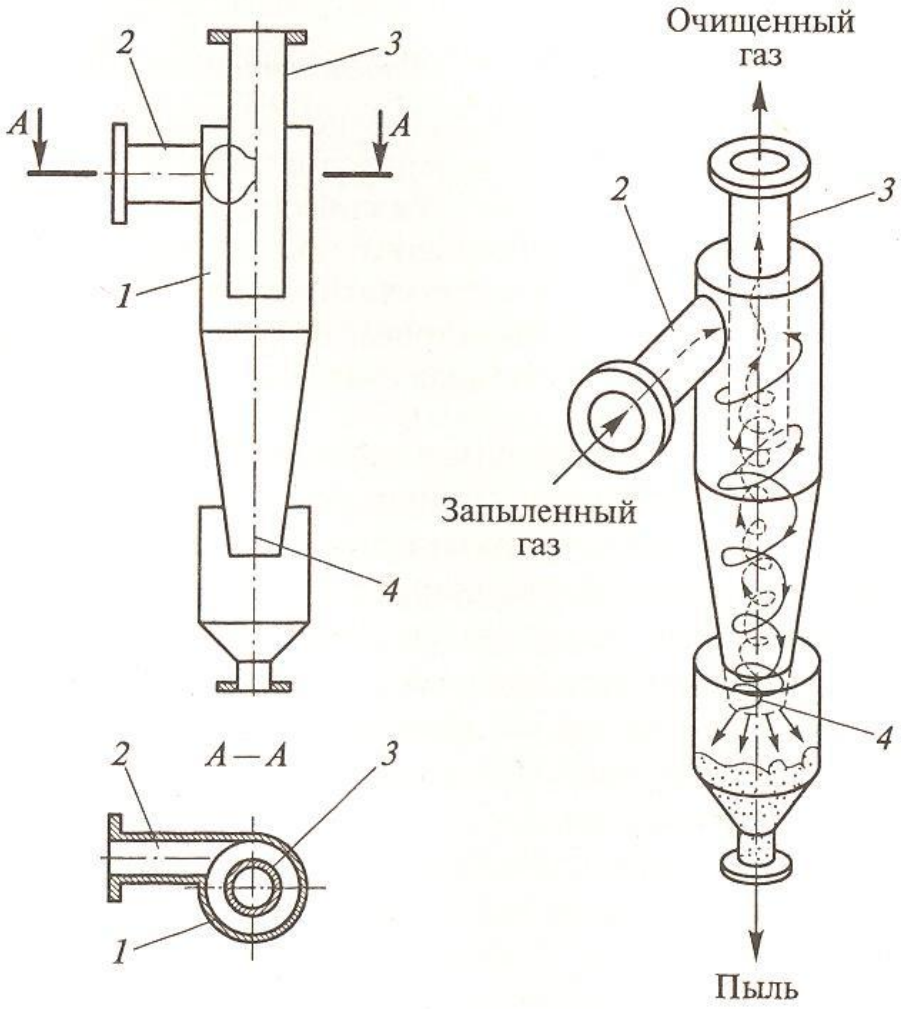
- Скорость осаждения под действием центробежной силы:

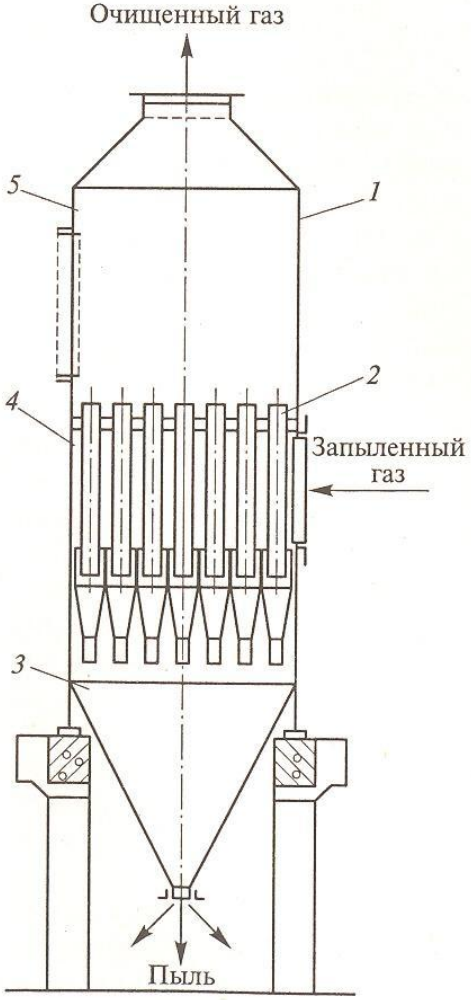
$$\omega_{оц} = \frac{gd^2(\rho - \rho_c)}{18\mu}К_{ц}$$

Циклонный процесс

- Скорость газов 10-40 м/с;
- Скорость жидкостей 5-25 м/с

Схема циклона

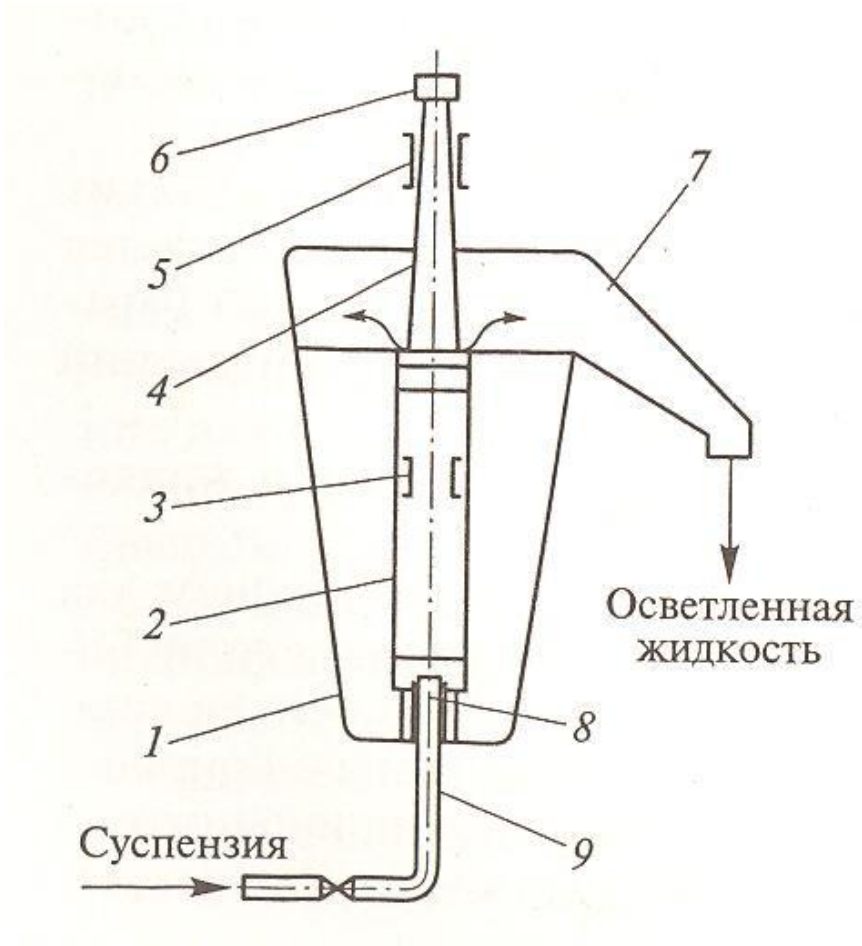



Очищенный газ
5
1
2
4
Запыленный
газ
3
Пыль

Центрифугирование

- Вращающиеся аппараты способные создать поле центробежных сил- центрифуги.
- Центрифуги – отстойные и фильтрующие;
- Периодические и непрерывные;
- Вертикальные, горизонтальные, наклонные;
- Ручная или механизированная выгрузка осадка

Трубчатая сверхцентрифуга



Центрифуги

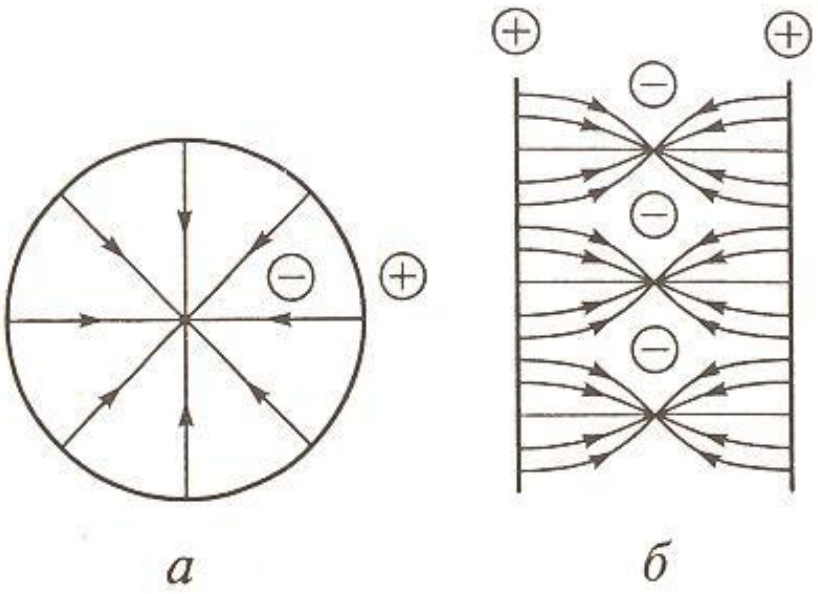
Классы	Фактор разделения
тихоходные	<1000
скороходные	1000-5000
сверхцентрифуги	>5000

Осаждение под действием электрического поля

- Газовый поток, содержащий взвешенные частицы, ионизируются.
- Самостоятельно – при достаточно высокой разности потенциалов на электродах;
- Несамостоятельно – в результате действия излучения радиоактивных веществ, рентгеновских лучей.

Схема образования неоднородного электрического поля

- а)-трубчатый электрофильтр; б)-пластинчатый электрофильтр



Самостоятельная ионизация

- Разность потенциалов 4-6 кВ/м;
- Плотность тока 0,05-0,5 мА/м катода

Таблица 4.1

Аппарат	Начальное содержание пыли в газе, кг в 1 м^3	Диаметр пылинок, мкм	Гидравлическое сопротивление, мм вод.ст.	Степень очистки, %
Пылеосадительные камеры	—	> 100	—	30...40
Инерционные пылеуловители	0,02	> 25	90	60
Циклоны	0,4	> 10	40...70	70...90
Батарейные циклоны	0,1	> 10	40...70	85...90
Рукавные фильтры	0,02	> 1	70...100	98...99
Мокрые пылеуловители				
скрубберы	0,05	> 2	40...80	85...95
пенные	0,3	> 0,5	30...90	95...99
Электрофильтры	0,01...0,05	> 0,005	10...20	До 99

Конструкции

1 ОТСТОЙНИКИ

1.1 Отстойник непрерывного действия с гребковой мешалкой

1.2 Отстойник непрерывного действия с коническими полками

2 ФИЛЬТРЫ

2.1 Схема действия барабанного вакуум-фильтра с наружной поверхностью фильтрования

2.2 Ленточный вакуум-фильтр

2.3 Рукавный фильтр с механическим встряхиванием и обратной продувкой

3 ЦЕНТРИФУГИ

3.1 Отстойная центрифуга

Конструкции

3 ЦЕНТРИФУГИ

3.1 Отстойная центрифуга

3.2 Центрифуга со шнековым устройством для выгрузки осадка

4 ЦИКЛОНЫ

4.1 Циклон

4.2 Батарейный циклон

4.3 Элементы батарейного циклона

5 ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ

5.1 Схема трубчатого электрофильтра

2 Схема пластинчатого электрофильтра