

Аппараты очистки  
воздуха  
от пылей и аэрозолей

## ПО ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ:

- ИНЕРЦИОННЫЕ
- ПОРИСТЫЕ ФИЛЬТРЫ
- ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ
- АКУСТИЧЕСКИЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ
- АБСОРБЕРЫ

- МЕХАНИЧЕСКАЯ (СУХАЯ)
- МОКРАЯ
- ФИЛЬТРОВАНИЕ
- ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА

## ПО ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- АППАРАТЫ ГРУБОЙ ОЧИСТКИ

(Размер частиц  $> 10$  мкм)



Инерционные ПУ  
Пористые фильтры

- АППАРАТЫ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ

(Размер частиц  $< 10$  мкм)



Электрофильтры  
Пористые фильтры  
Скоростные ПУ

- Осаждение под действием силы тяжести  
или центробежной силы
- Пропускание газов через слой жидкости или  
орошение их жидкостью
- Пропускание газов через пористые материалы
- Осаждение частиц в электрическом поле высокого  
напряжения

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПУ

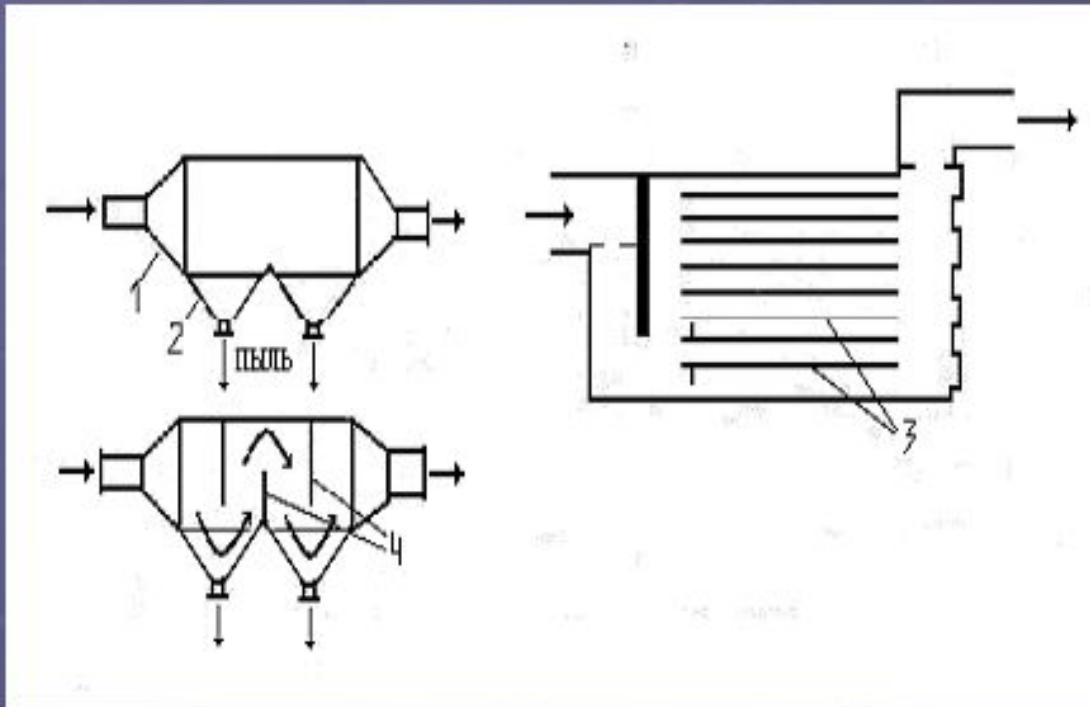
$$\eta = \frac{m}{M} \cdot 100\%,$$

$m$  – масса пыли, уловленной в пылеуловителе;

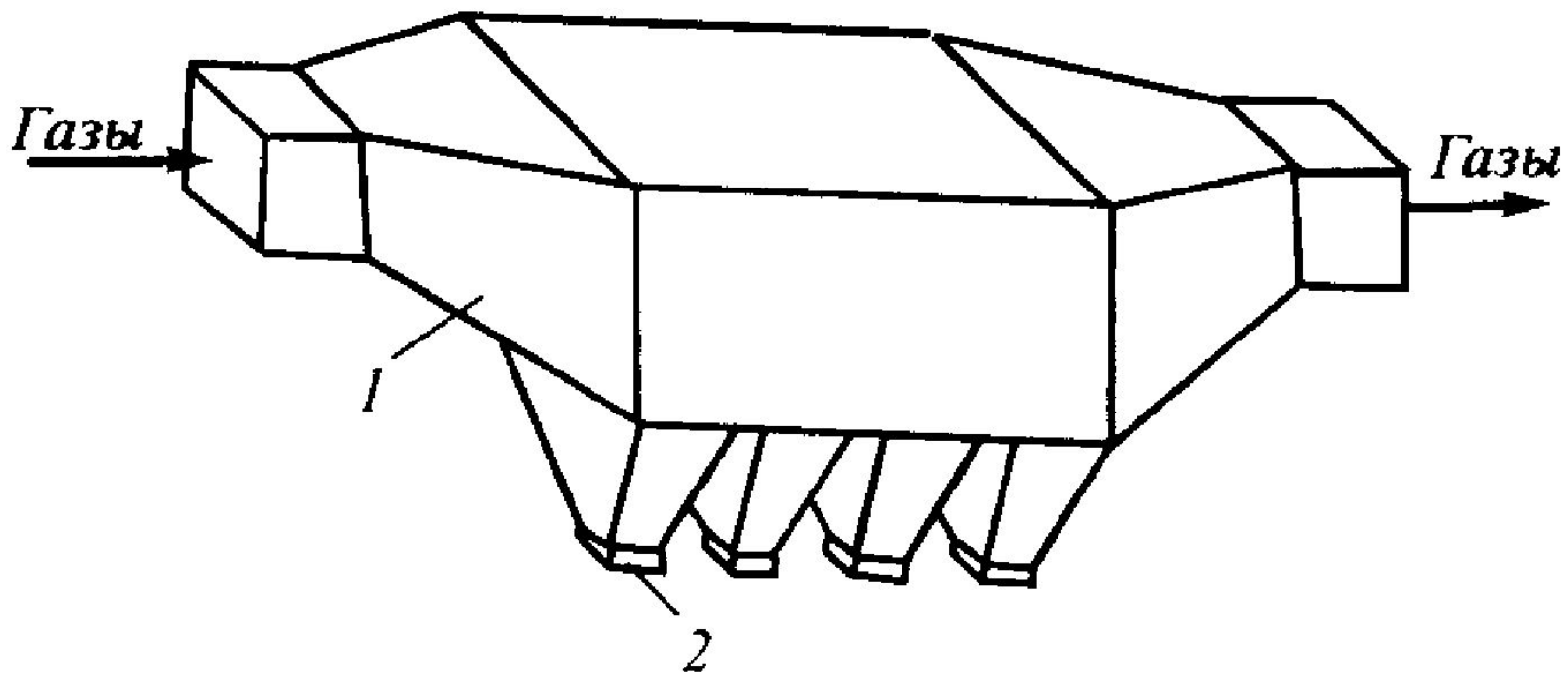
$M$  - масса пыли, поступившей в пылеуловитель на очистку

# СУХИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

# Пылеосадительные камеры



- 1 – корпус аппарата
- 2 – бункер для пыли
- 3 – полки
- 4 – перегородки

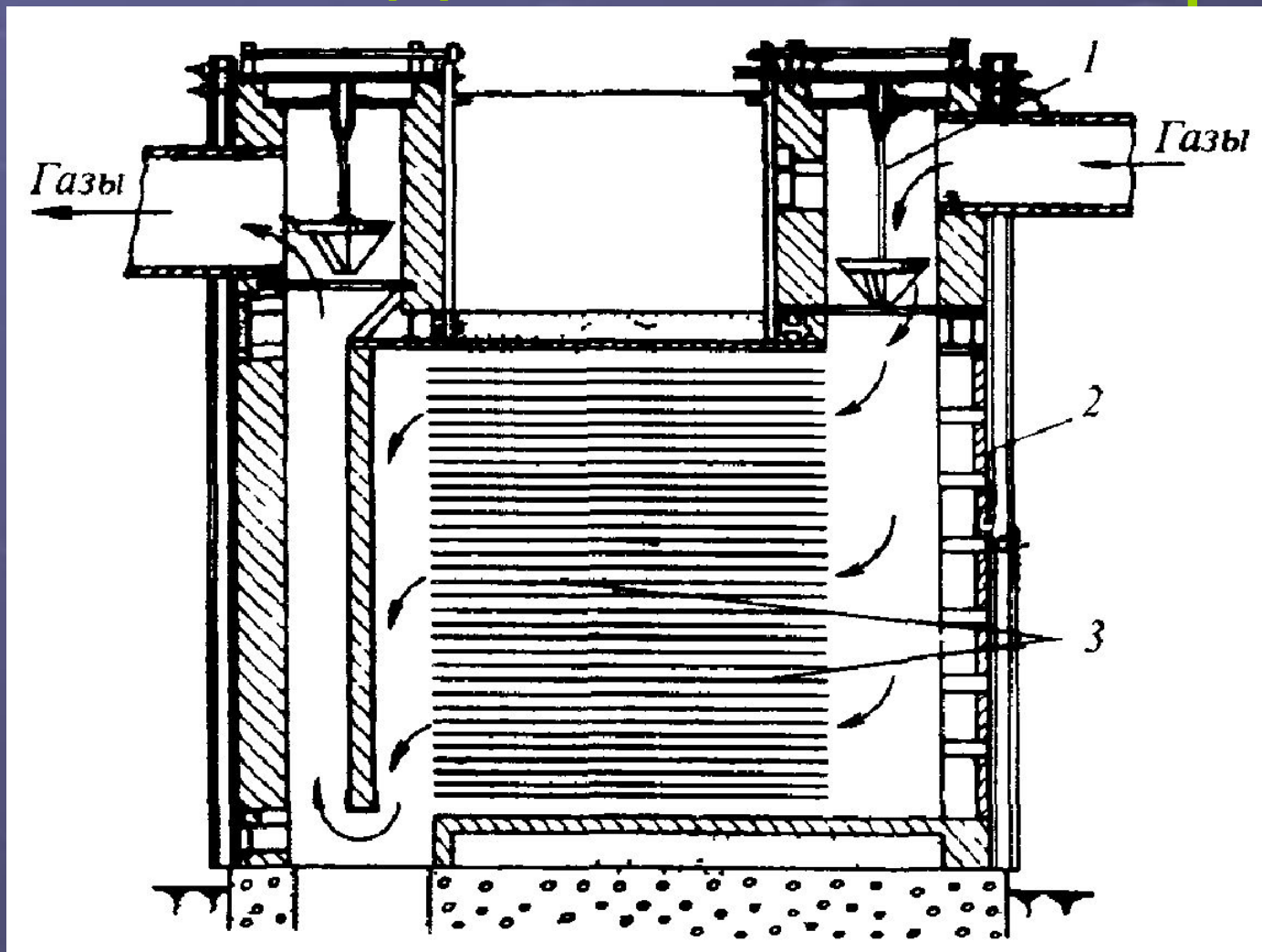


1 – Корпус

2 – Пылеотводящие бункера



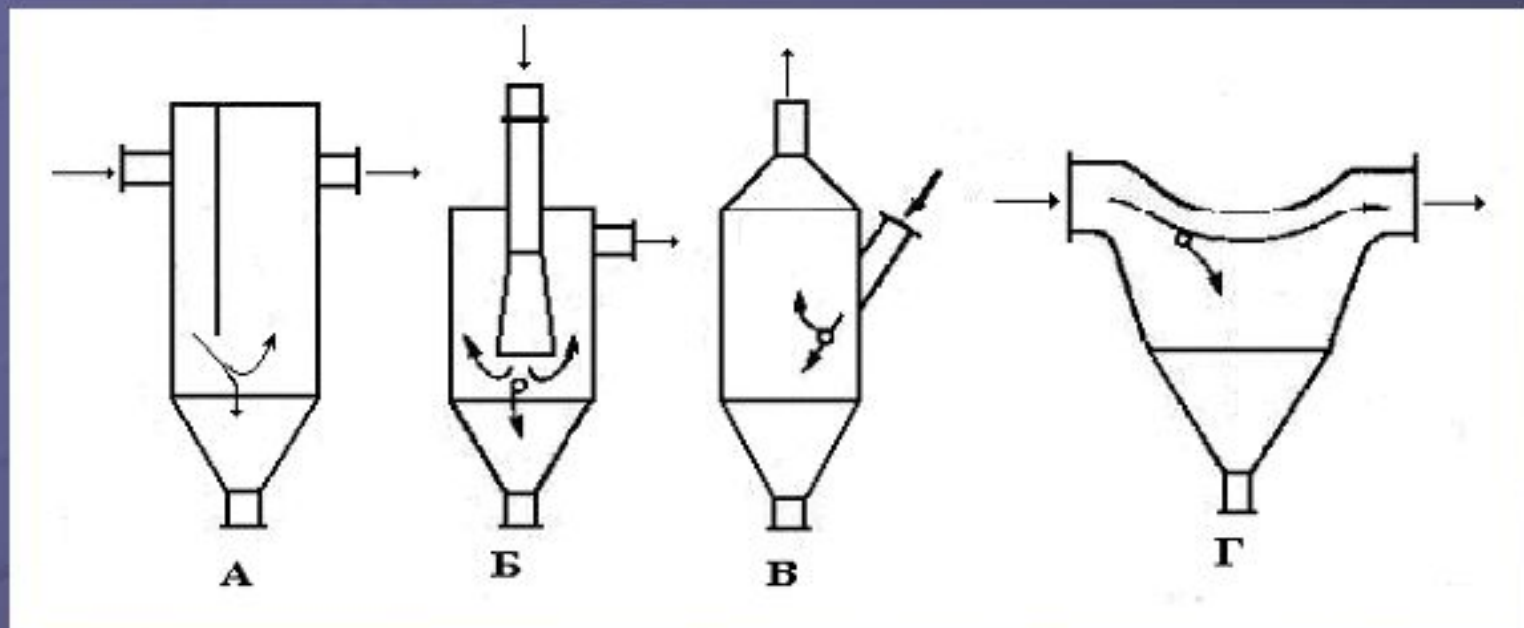
# Многосекционная пылесадительная камера



# ЖАЛЮЗИЙНЫЙ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ



# ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



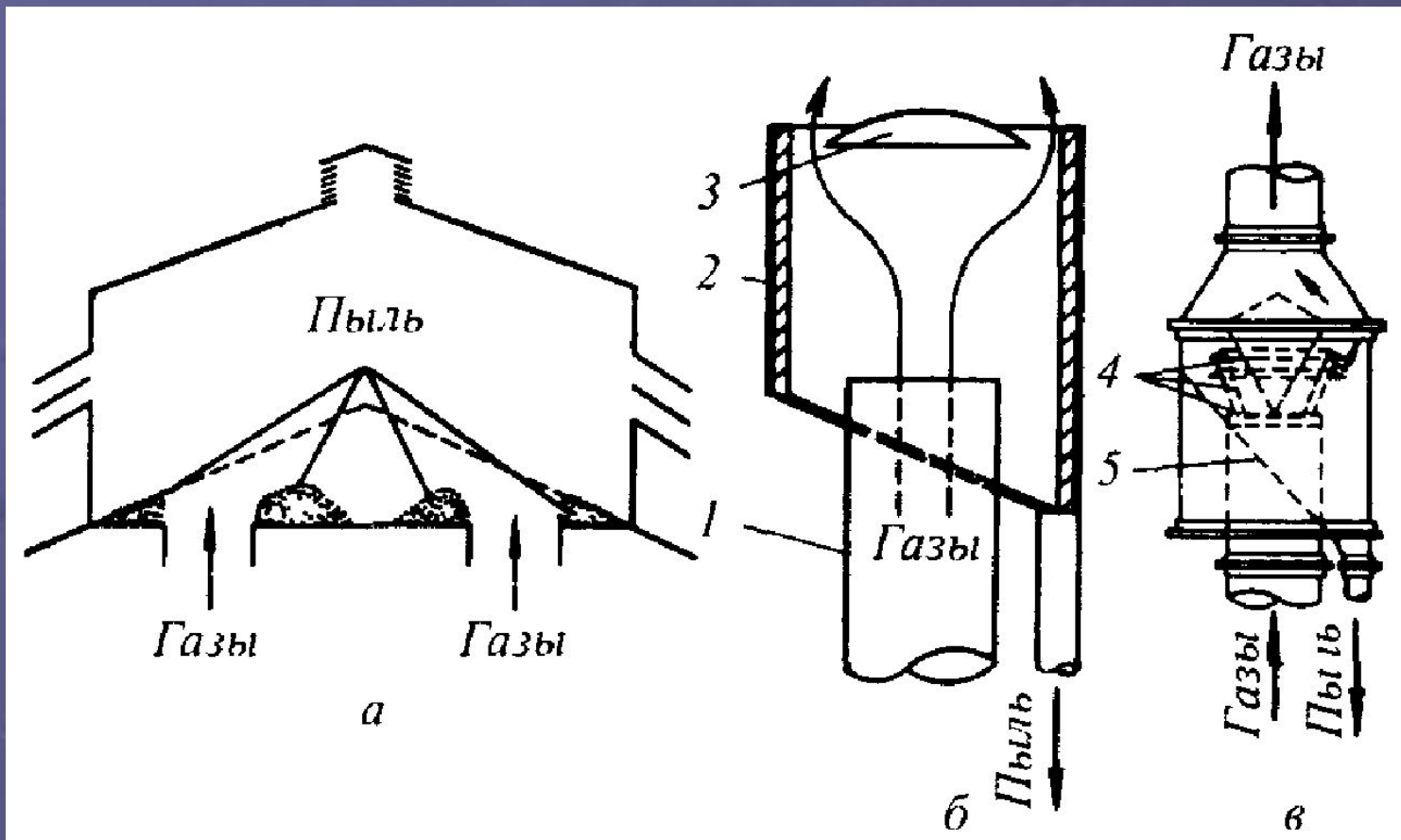
## СПОСОБЫ ПОДАЧИ ГАЗА:

А – при помощи перегородки

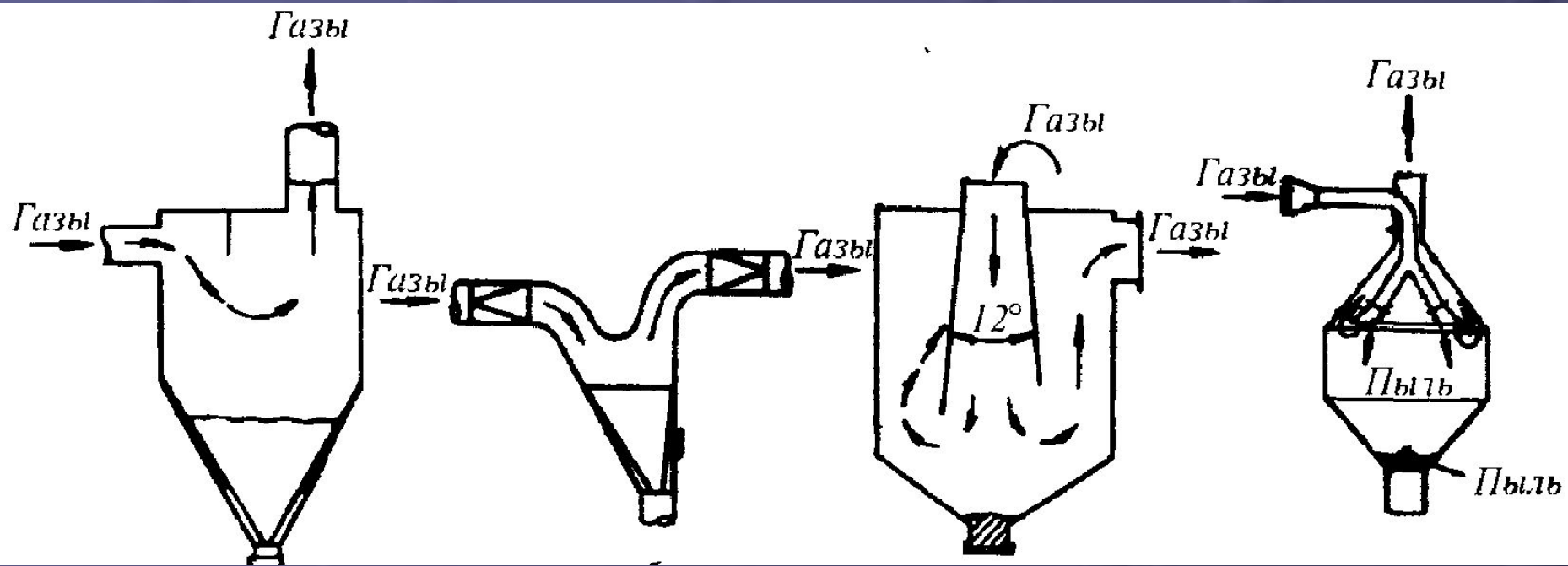
Б – через центральную трубу

В – через боковую трубу

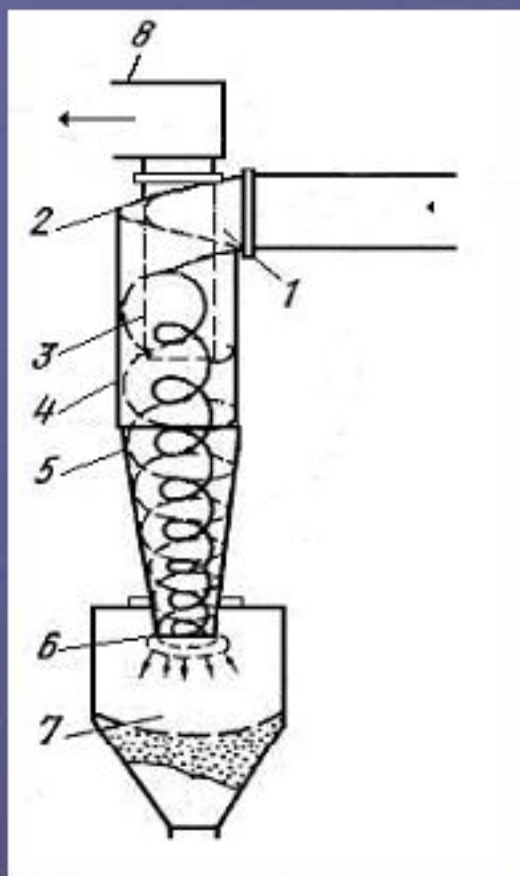
Г – ПУ, встраиваемый в газоход



а – без отвода пыли;      б, в – с отводом пыли

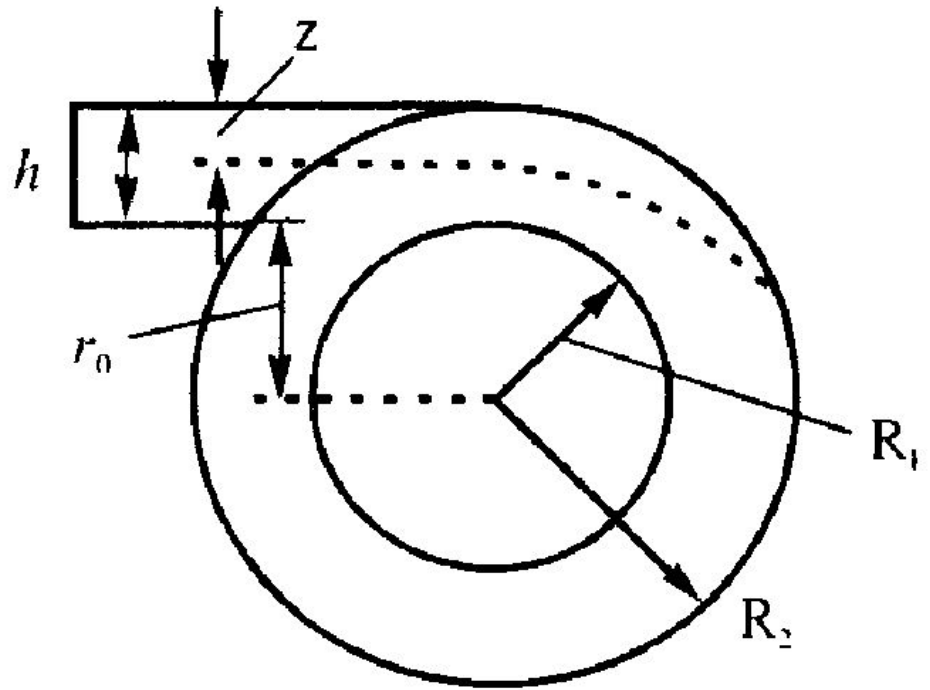
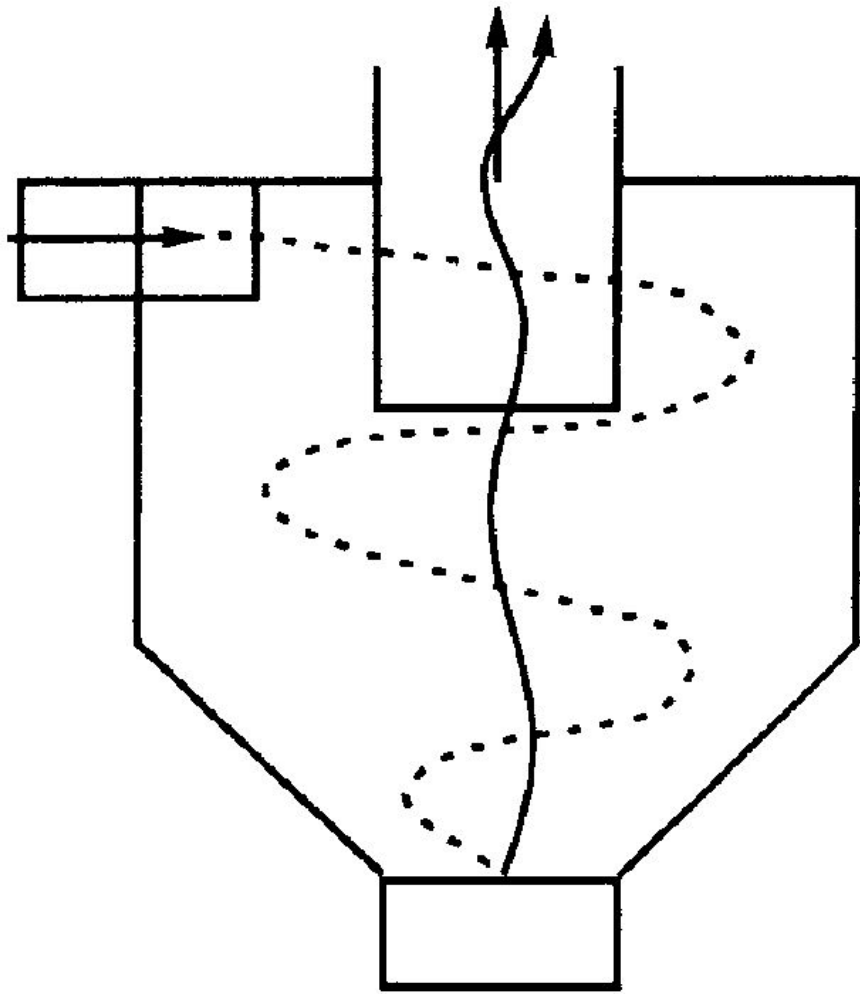


# СУХИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ЦИКЛОНЫ (циклон НИИОгаза)

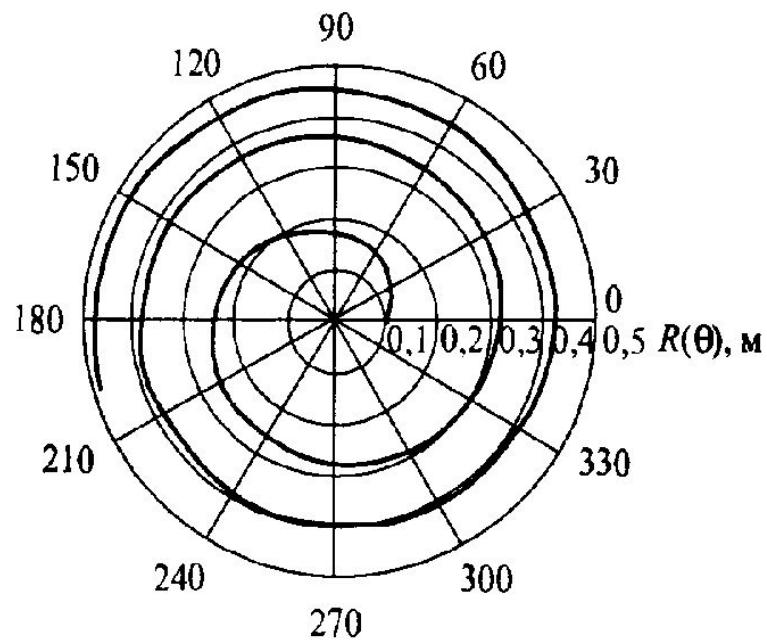
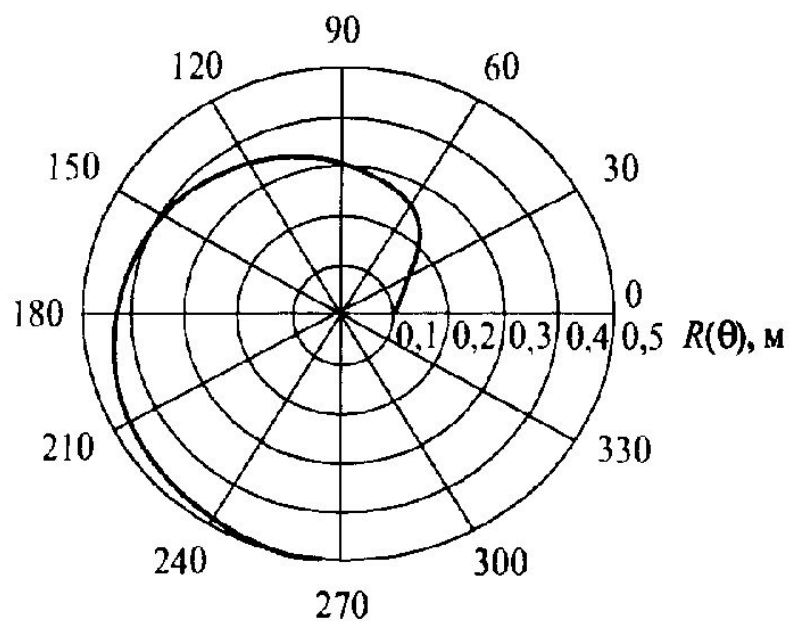


- 1 – входной патрубок
- 2 – крышка
- 3 – выхлопная труба
- 4 – корпус (цилиндрический)
- 5 – корпус (конический)
- 6 – пылевывпускное отверстие
- 7 – бункер для пыли
- 8 – выход очищенного газа

# Схема циклона

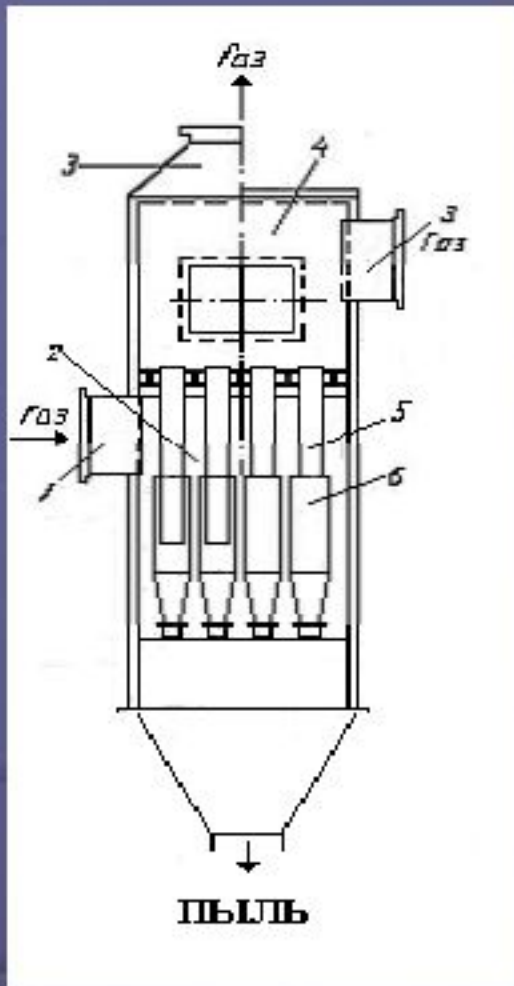


# Траектория движения частиц аэрозоля





# БАТАРЕЙНЫЙ ЦИКЛОН



1 – ВХОДНОЙ ПАТРУБОК

2 – РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
КАМЕРА

3 – ВЫХОДНОЙ ПАТРУБОК

4 – КАМЕРА

5 – ВЫХОДНЫЕ ТРУБЫ

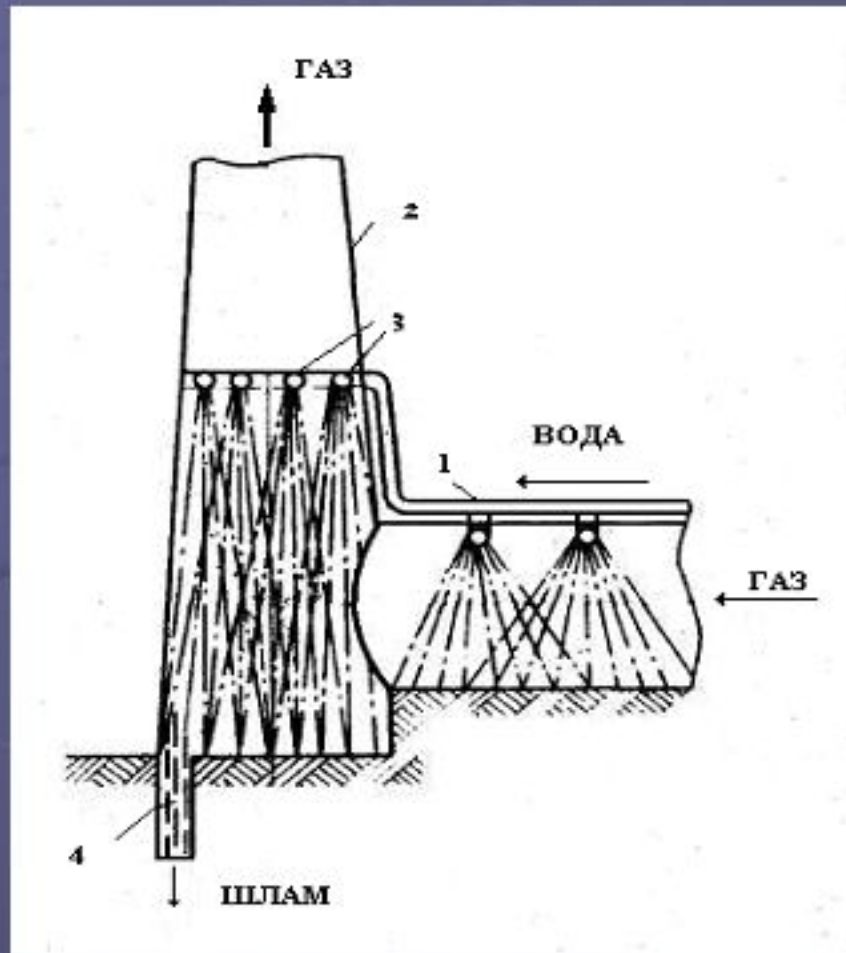
6 – ЦИКЛОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

# МОКРЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

## Основные механизмы процессов:

1. улавливание каплями жидкости, двигающимися через газ;
2. улавливание цилиндрами  
(обычно твердыми, типа проволок);
3. улавливание пленками жидкости (обычно текущими по твердым поверхностям);
4. улавливание в пузырях газа (обычно поднимающихся в жидкости);
5. улавливание при ударе газовых струй о жидкие или твердые поверхности.

# ОРОСИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО



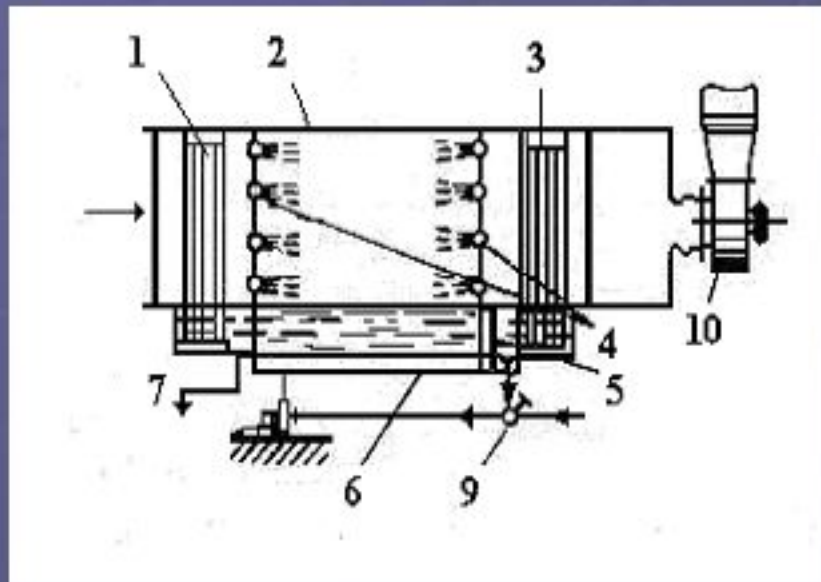
1 – ГАЗОХОД

2 – ДЫМОВАЯ  
ТРУБА

3 – ОРОСИТЕЛИ

4 – ШЛАМОВАЯ  
ТРУБА

# ПРОМЫВНАЯ КАМЕРА



1,3 – СЕПАРАТОРЫ

2 – КОРПУС

4 – ФОРСУНКИ

5 – ФИЛЬТР

6 – ПОДДОН

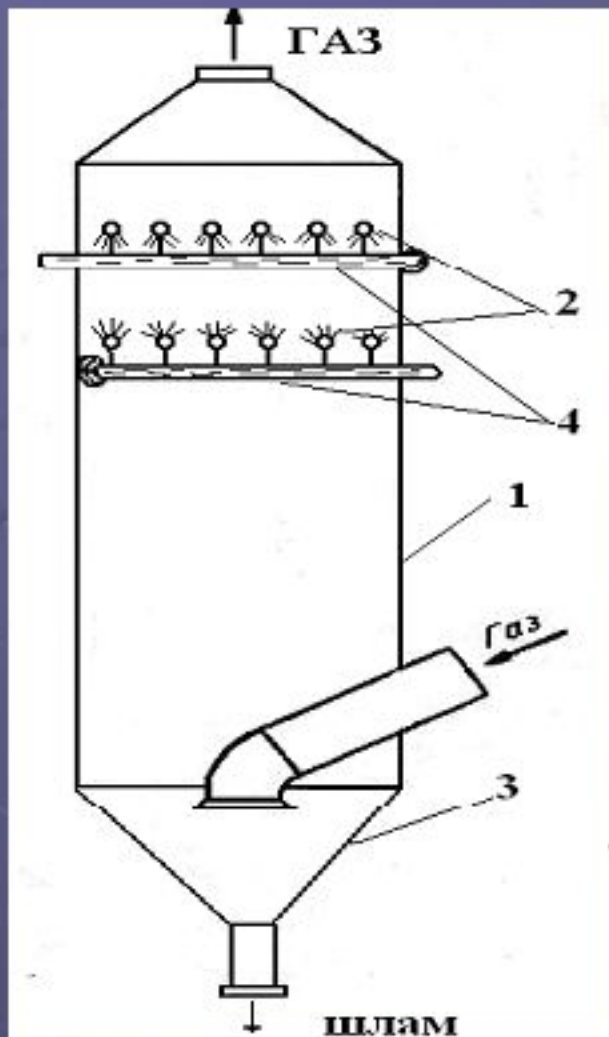
7 – СЛИВ

8 – НАСОС

9 – ТРЕХХОДОВОЙ КЛАПАН

10 – ВЕНТИЛЯТОР

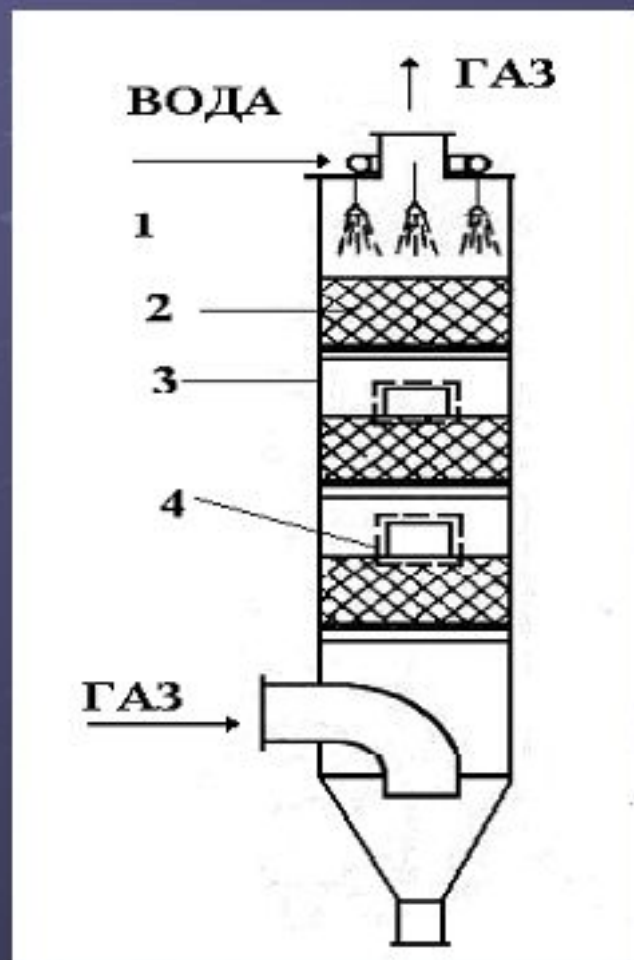
# ПОЛЫЙ СКРУББЕР



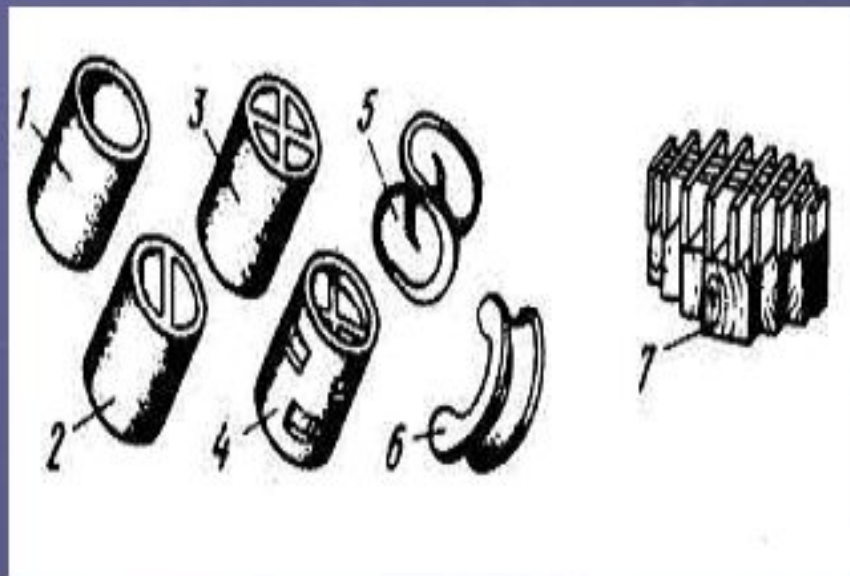
- 1 – КОРПУС АППАРАТА
- 2 – ФОРСУНКИ
- 3 – БУНКЕР ДЛЯ ШЛАМА
- 4 – КОЛЛЕКТОР ОРОШЕНИЯ

# СКРУББЕР С НАСАДКОЙ

- 1 – ФОРСУНКИ
- 2 – НАСАДКА
- 3 – КОРПУС
- 4 – ЛАЗ

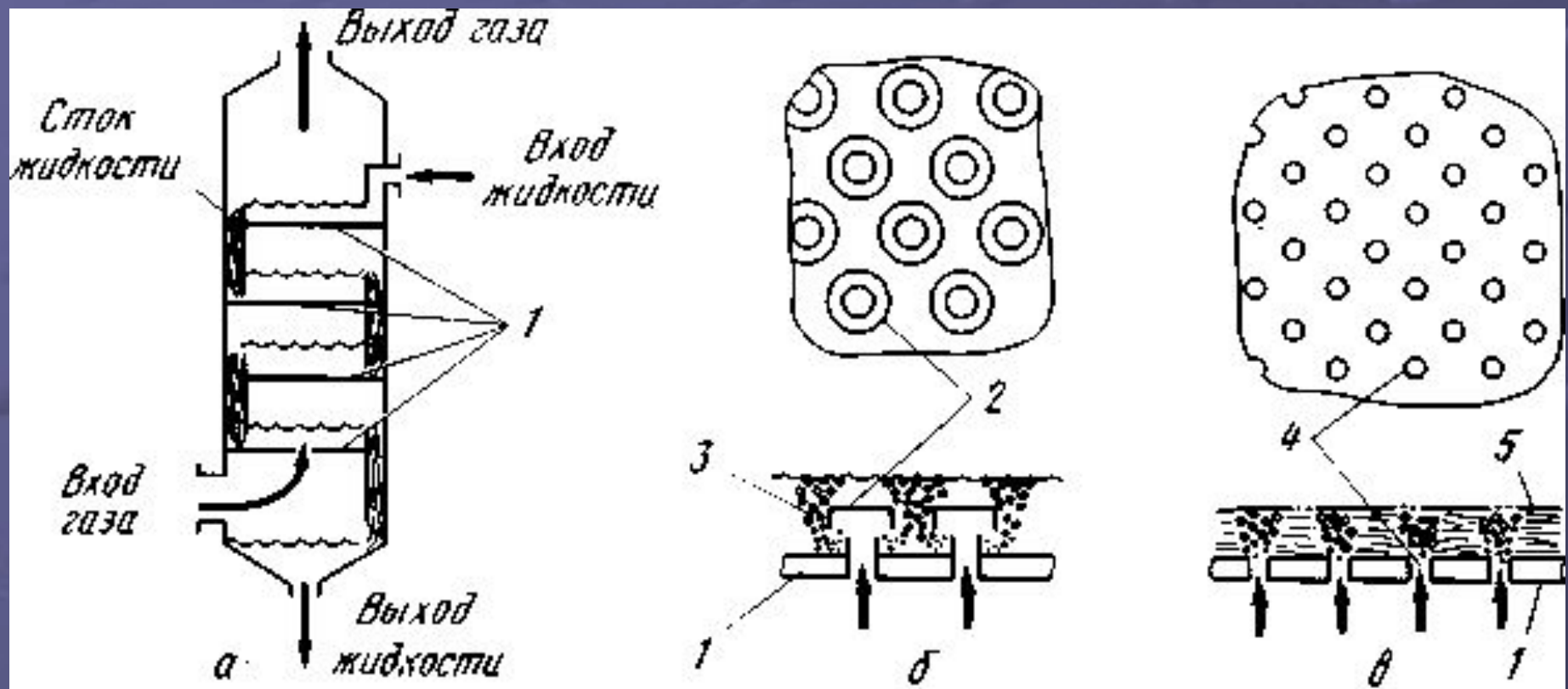


# ТИПЫ НАСАДОК

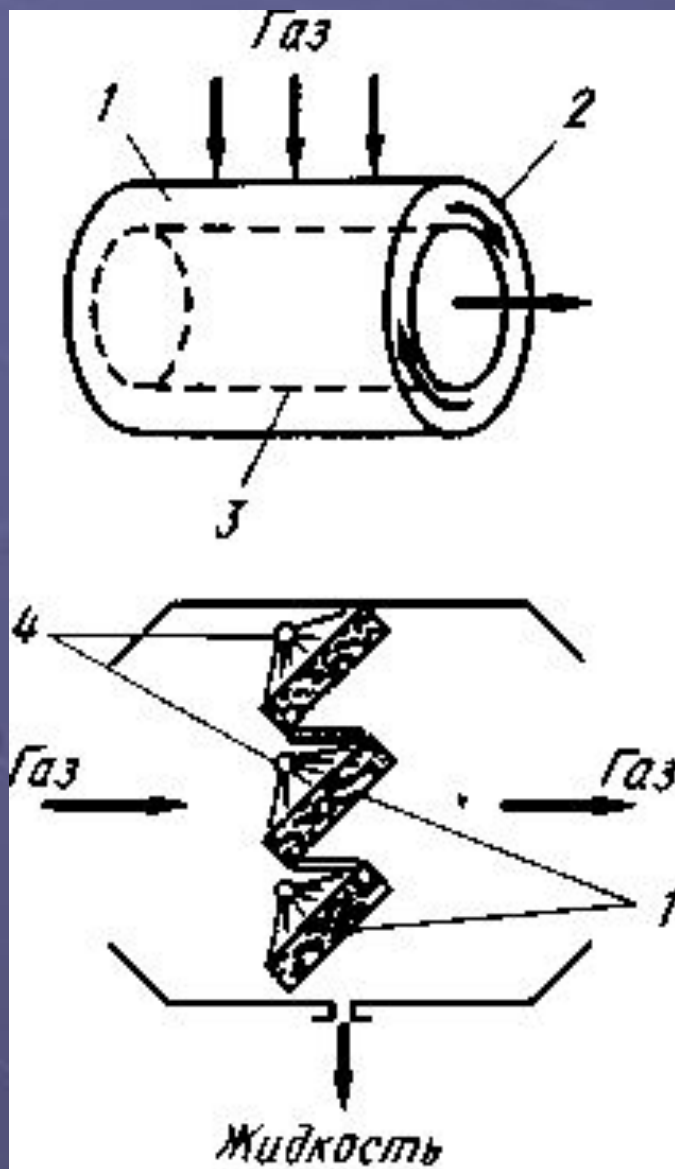


- 1 – керамические кольца Рашига
- 2 – кольца с перегородкой
- 3 – кольца с крестообразной перегородкой
- 4 – кольца Палля
- 5,6 – седла
- 7 – хордовая насадка



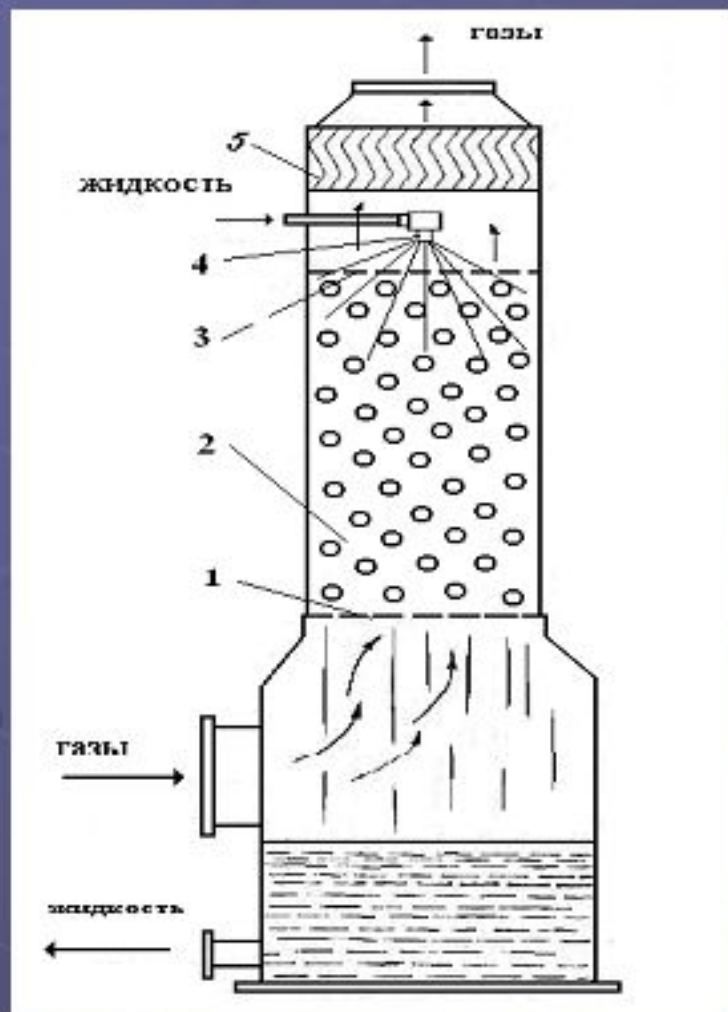


Виды тарелок



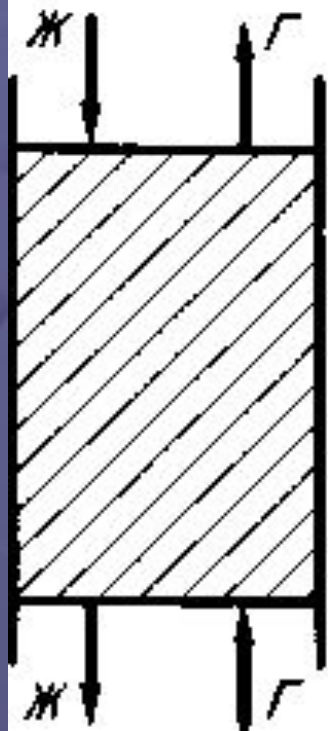
Волокнистые  
насадки

# СКРУББЕР С ПОДВИЖНОЙ НАСАДКОЙ

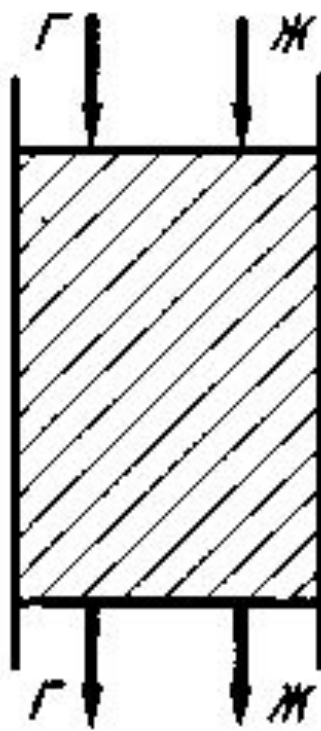


- 1 – ОПОРНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ РЕШЕТКА
- 2 – ШАРОВАЯ НАСАДКА
- 3 – ОГРАНИЧИТЕЛЬНАЯ ТАРЕЛКА
- 4 – ОРОСИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО
- 5 - КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬ

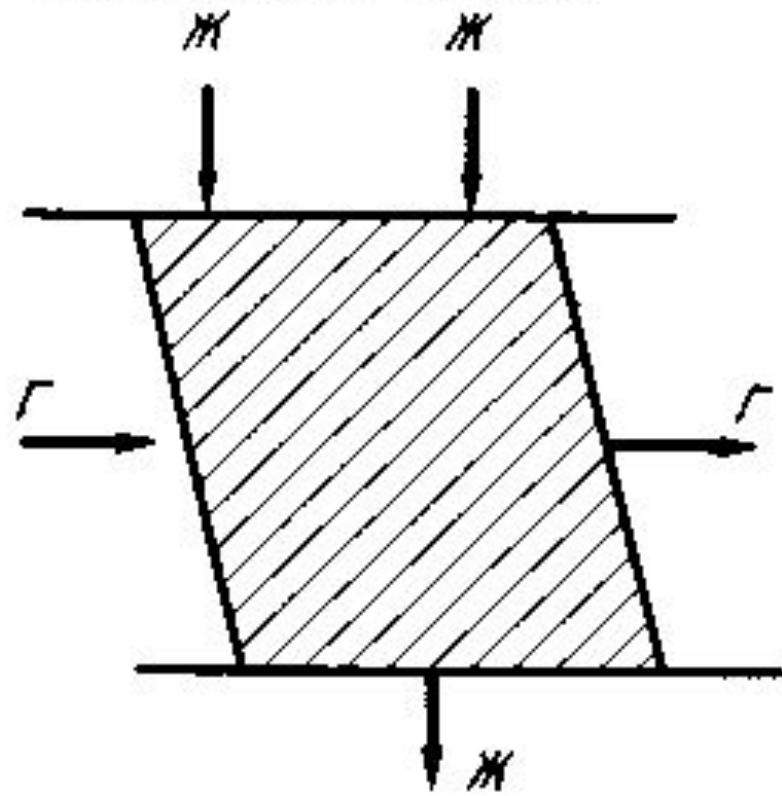
*Противоток*



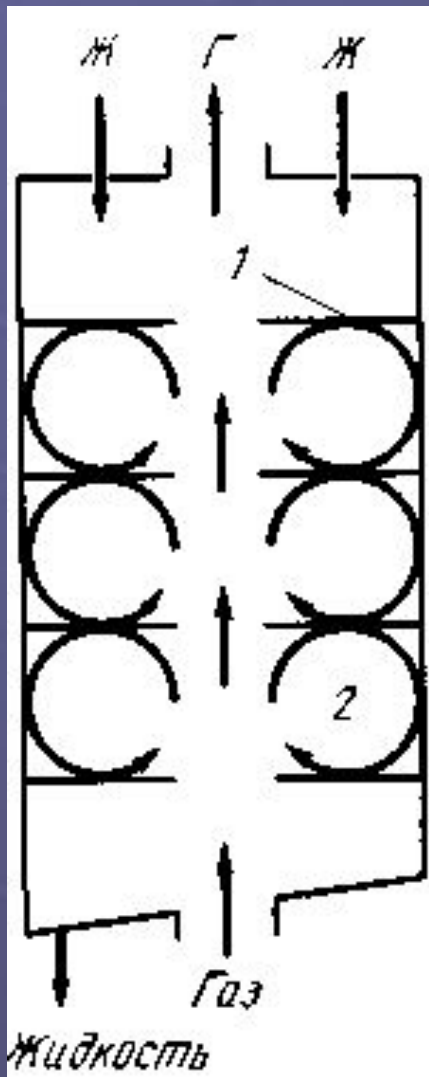
*Спутные потоки*



*Перекрестные потоки*



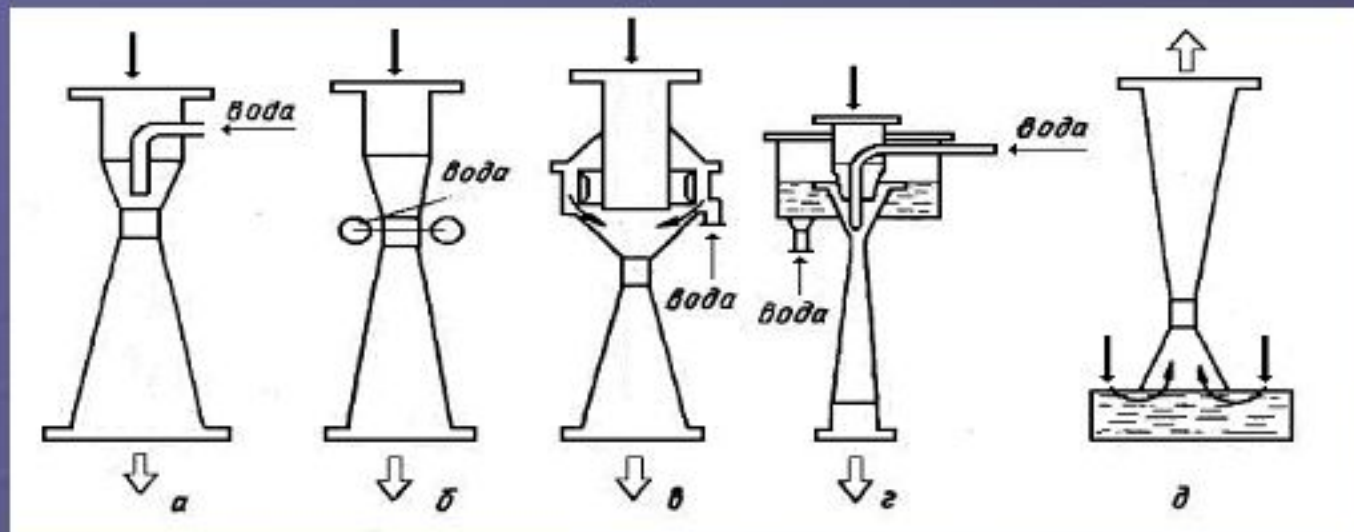
Контактирование в насадке



Экраны и вторичные течения



# МЕТОДЫ ОРОШЕНИЯ ТРУБ ВЕНТУРИ



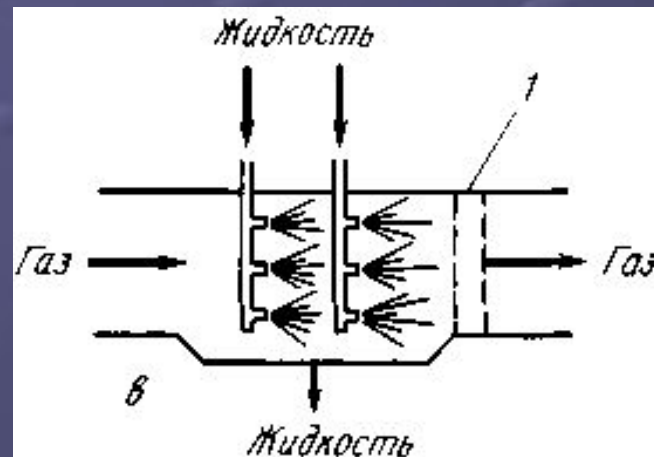
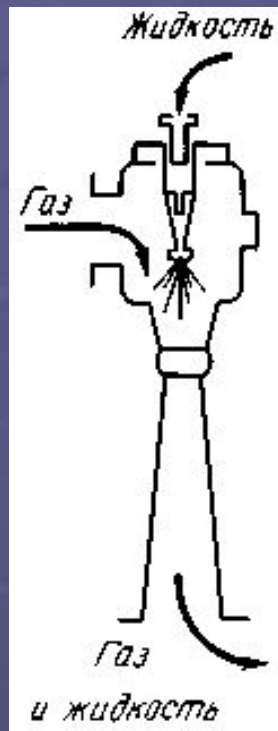
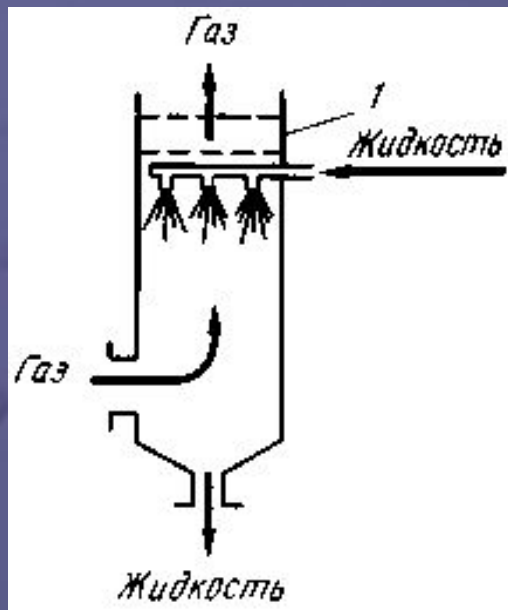
а – вода подается в горловину по оси трубы

б – периферийное орошение

в – пленочное орошение

г – комбинированное орошение

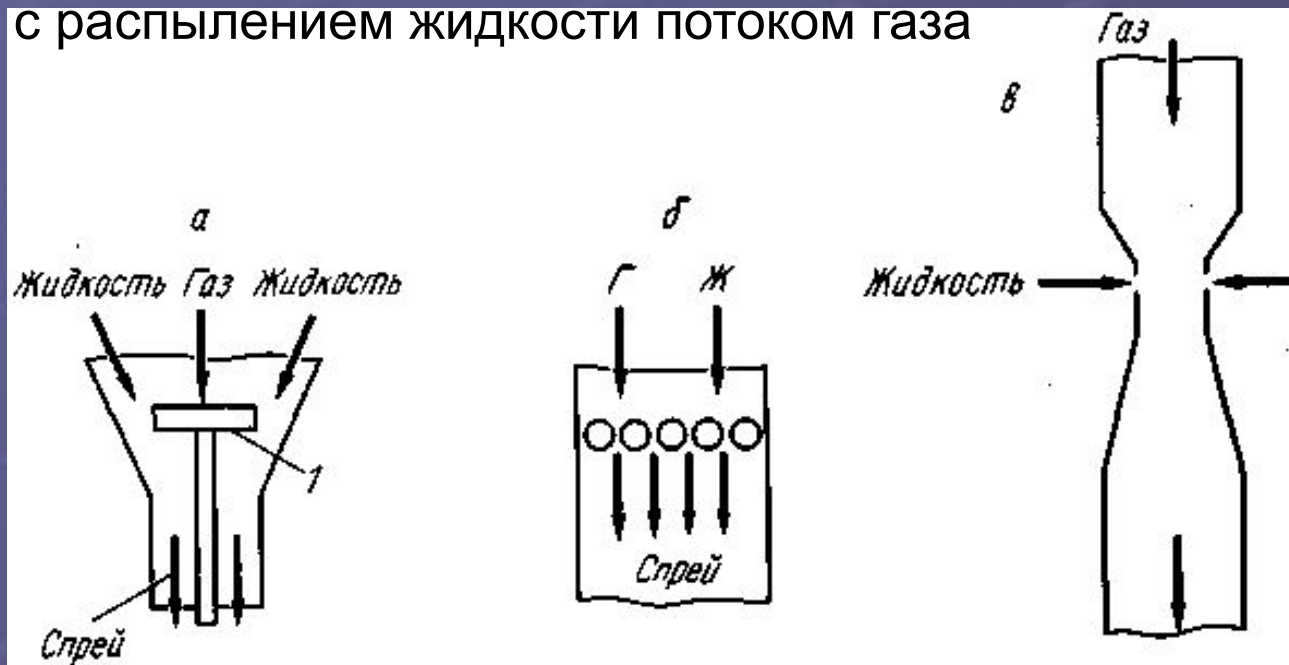
д – бесфорсуночное орошение



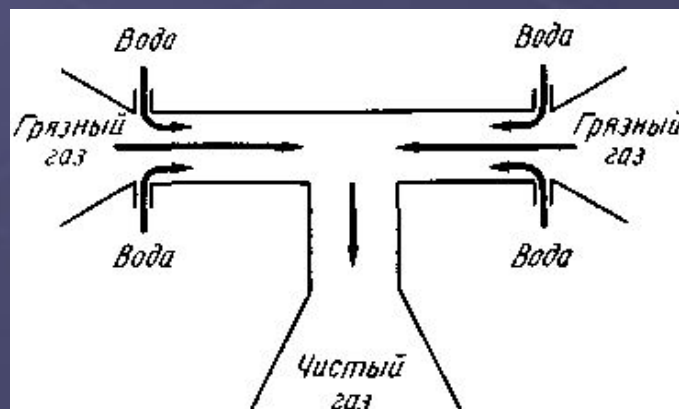
Скрубберы с предварительным распылением

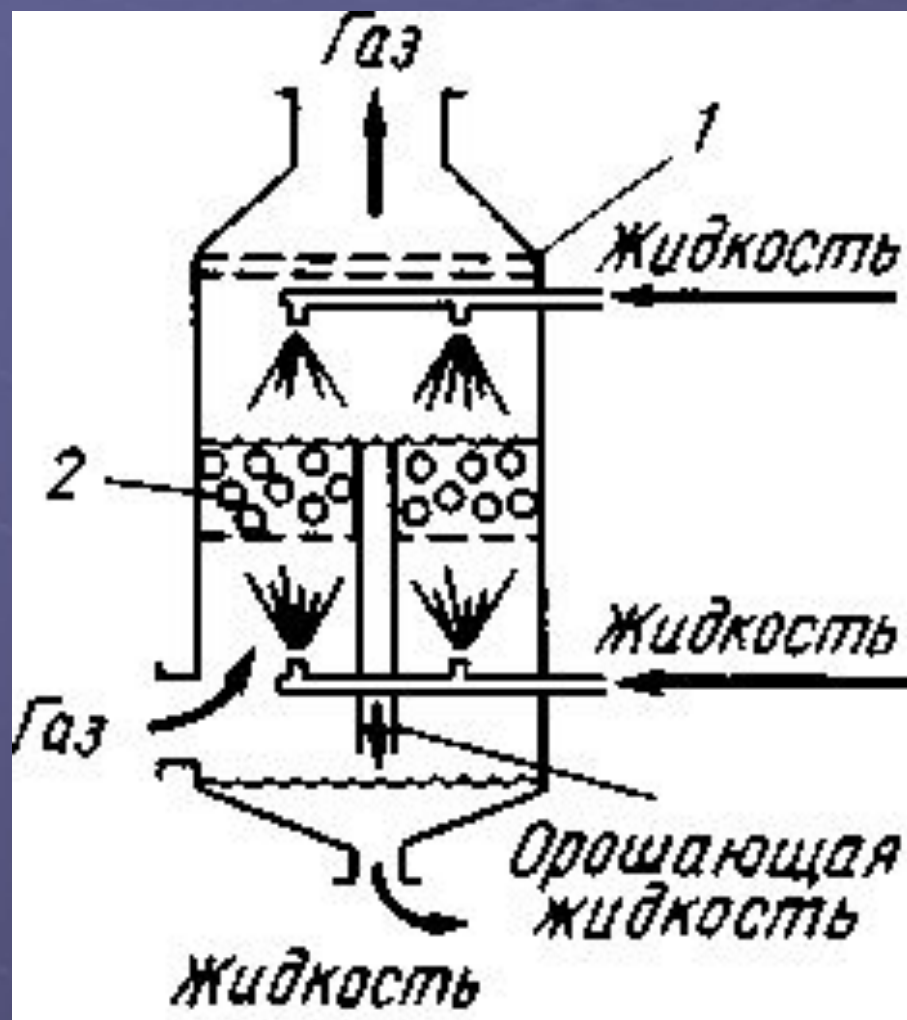


## Скрубберы с распылением жидкости потоком газа



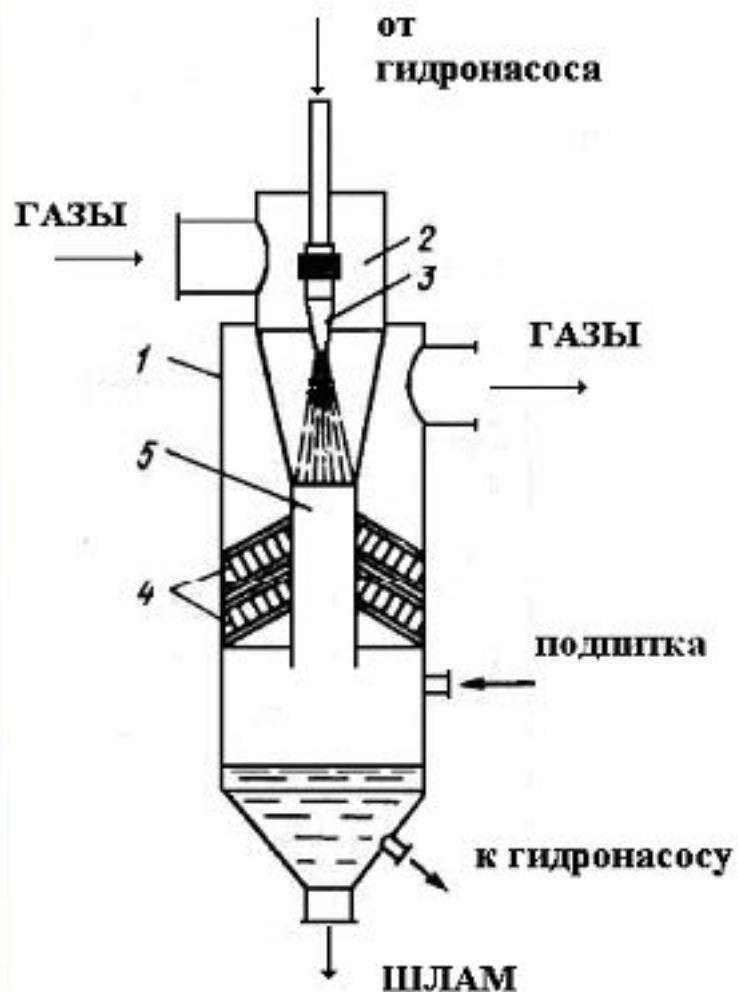
## Скруббер Калверта на сталкивающихся струях





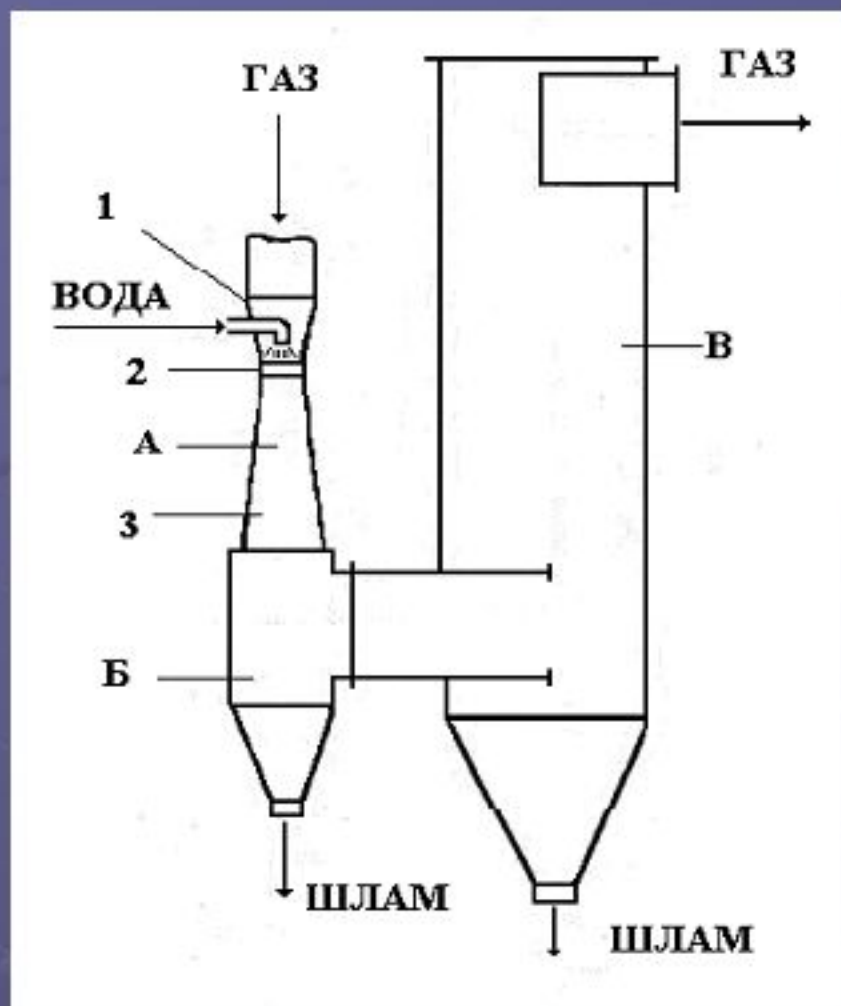
Скруббер с подвижным слоем

# ЭЖЕКТОРНЫЙ СКРУББЕР



- 1 – КОРПУС И БАК-РЕПУЛЬПАТОР
- 2 – КАМЕРА ВСАСЫВАНИЯ
- 3 – ФОРСУНКИ
- 4 – СЕТЧАТЫЙ КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬ
- 5 – КАМЕРА СМЕШЕНИЯ

# СКОРОСТНОЙ СКРУББЕР (СКРУББЕР ВЕНТУРИ)



- 1 – КОНФУЗОР
- 2 – ГОРЛОВИНА
- 3 – ДИФФУЗОР

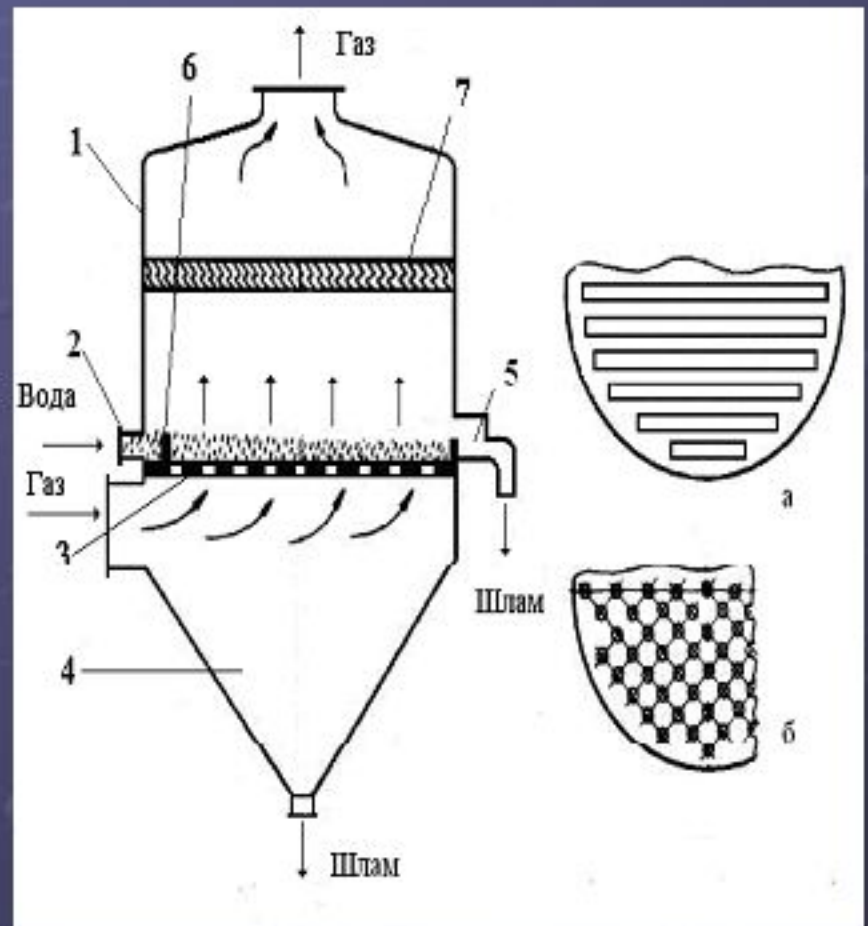
А – ТУРБУЛЕНТНЫЙ  
ПРОМЫВАТЕЛЬ

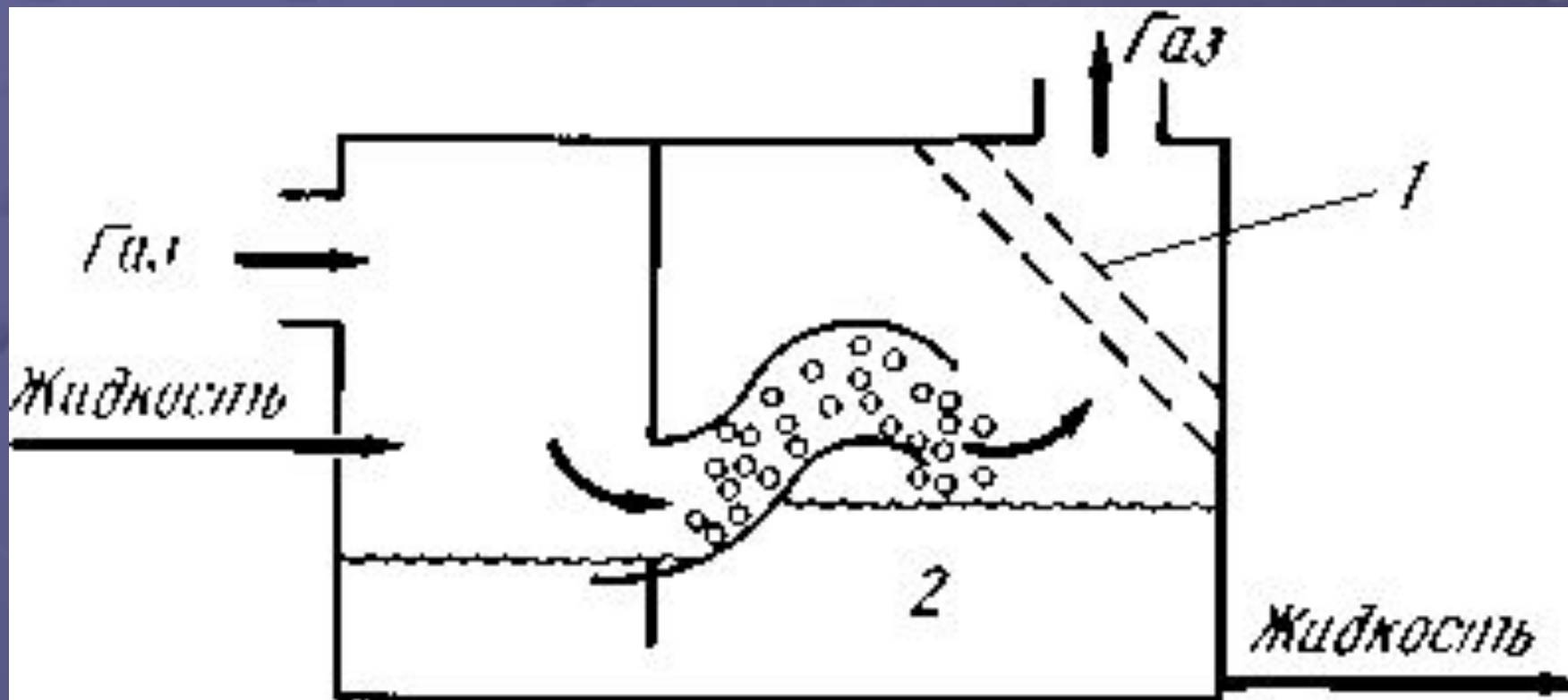
Б – ИНЕРЦИОННЫЙ ПЫЛЕ- И  
БРЫЗГОУЛОВИТЕЛЬ

В – ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ  
СКРУББЕР (ЦИКЛОН)

# ПЕННЫЙ АППАРАТ

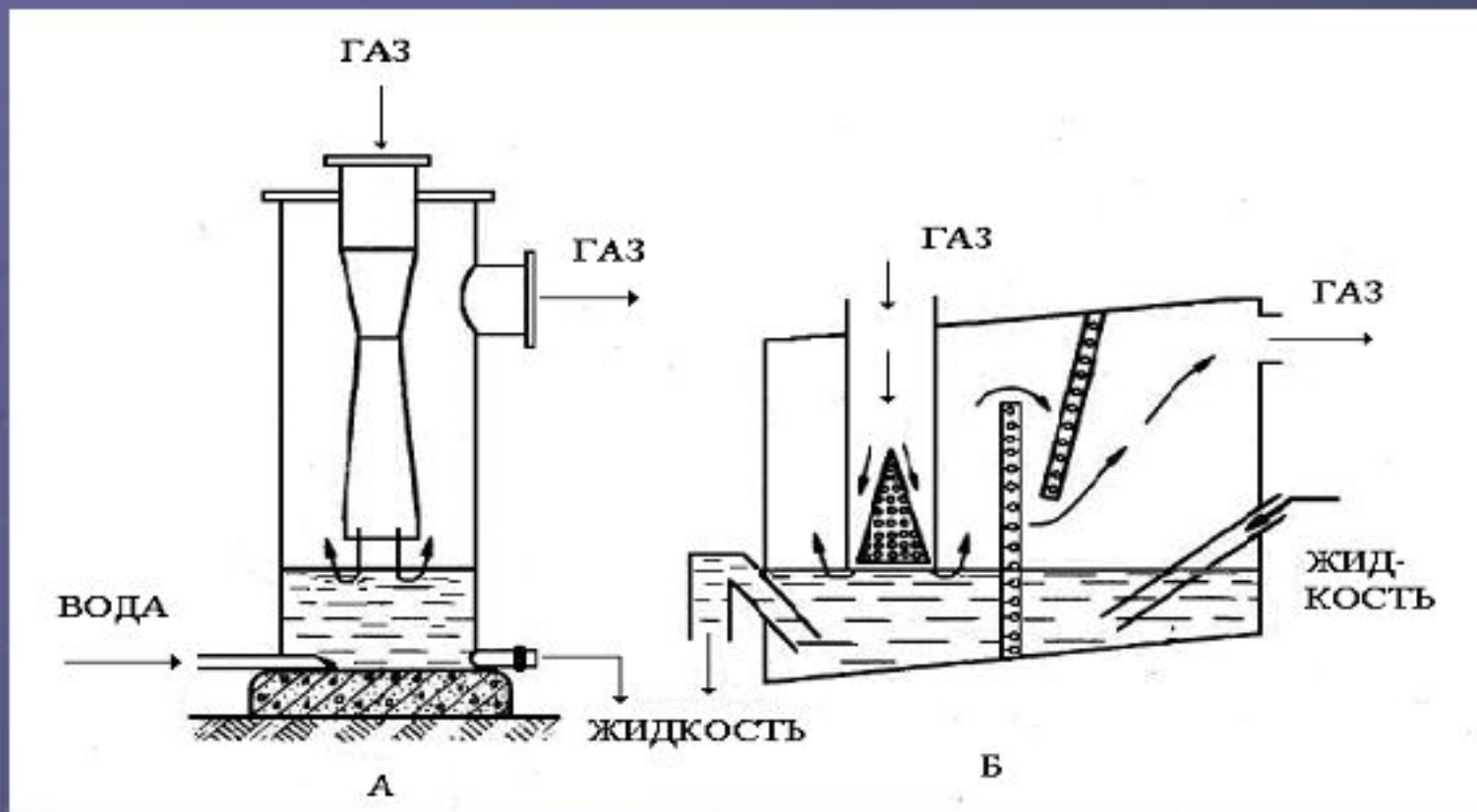
- 1 – КОРПУС
- 2 – ПРИЕМНАЯ КОРОБКА
- 3 – РЕШЕТКА
- 4 – БУНКЕР
- 5 – СЛИВНАЯ КОРОБКА
- 6 – ПОРОГ
- 7 – СЕПАРАТОР
- А – ЩЕЛЕВАЯ РЕШЕТКА
- Б – ДЫРЧАТАЯ РЕШЕТКА





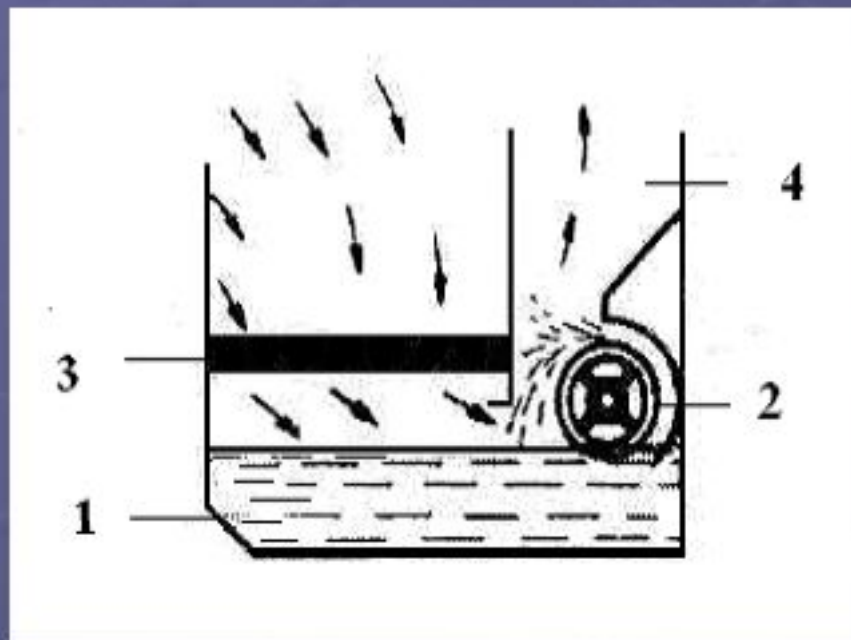
Система «удар-унос»

# УДАРНО-ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



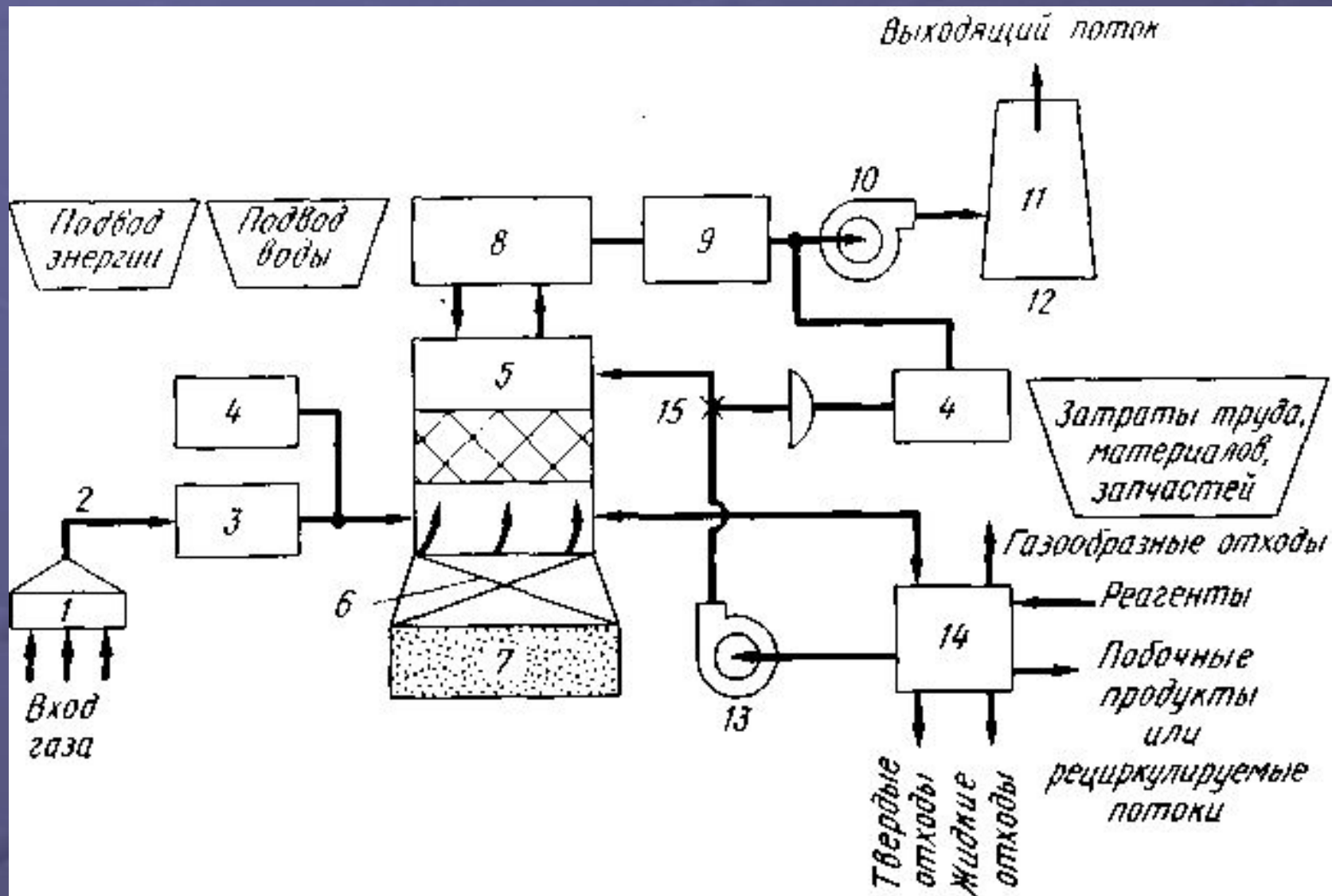
А – простой ПУ; Б – скруббер Дойля

# ДИНАМИЧЕСКИЙ (РОТАЦИОННЫЙ) СКРУББЕР



- 1 – ВАННА
- 2 – КОЛЕСО
- 3 – РЕШЕТКА
- 4 – ГАЗОХОД





Скрубберная система



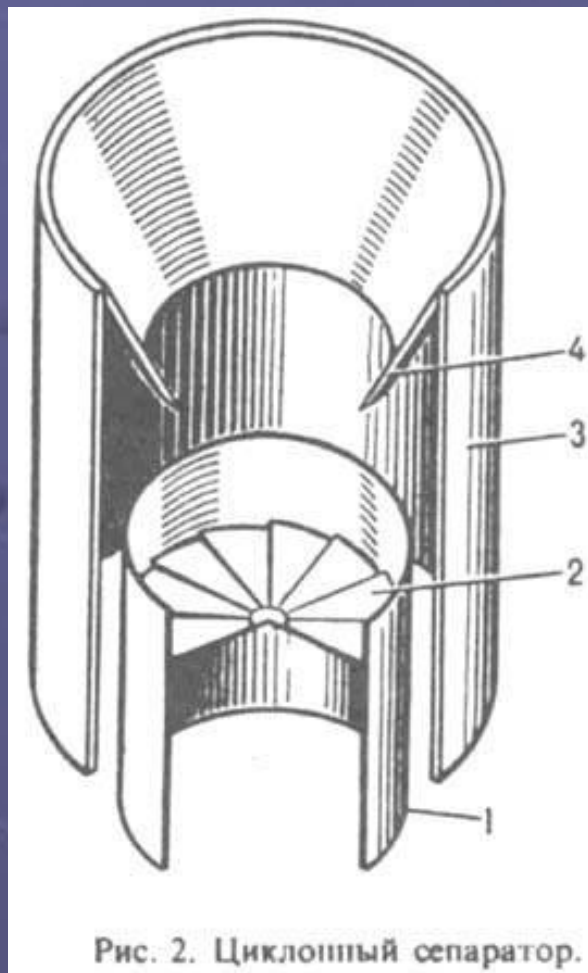
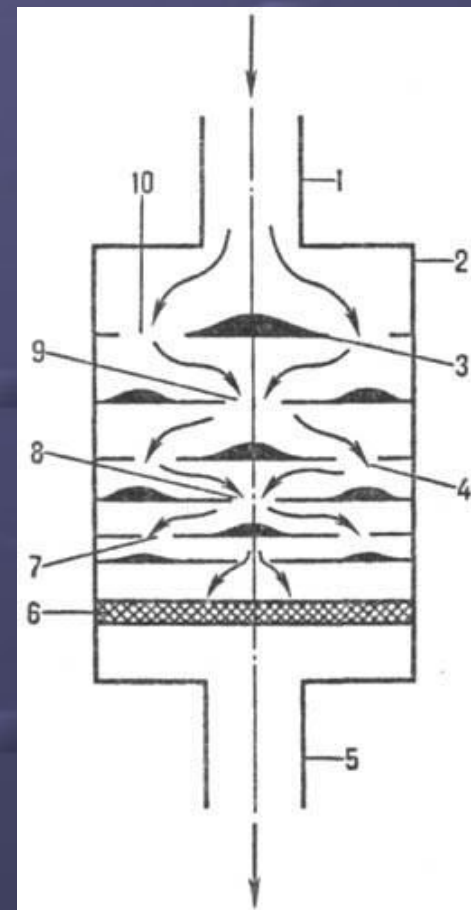
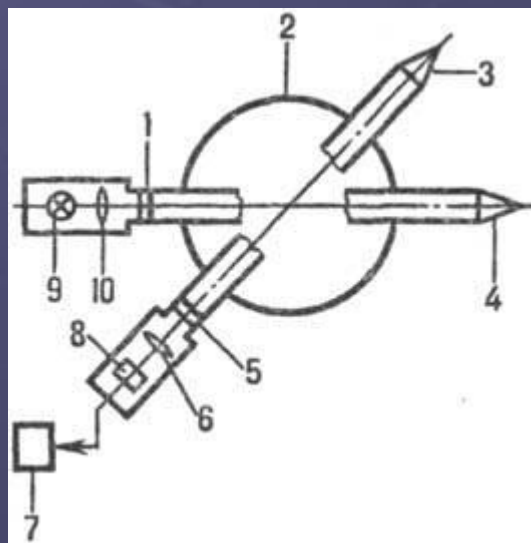
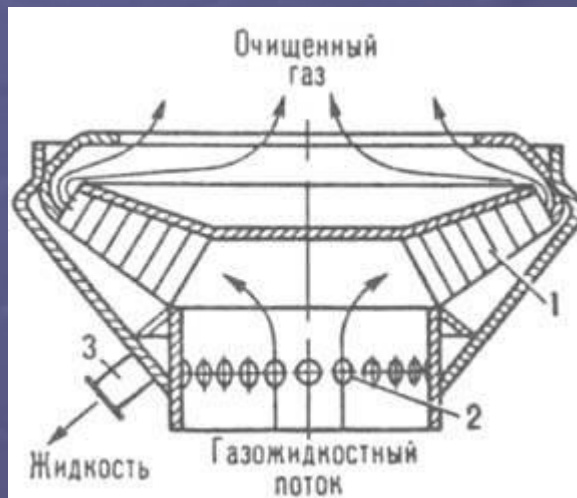
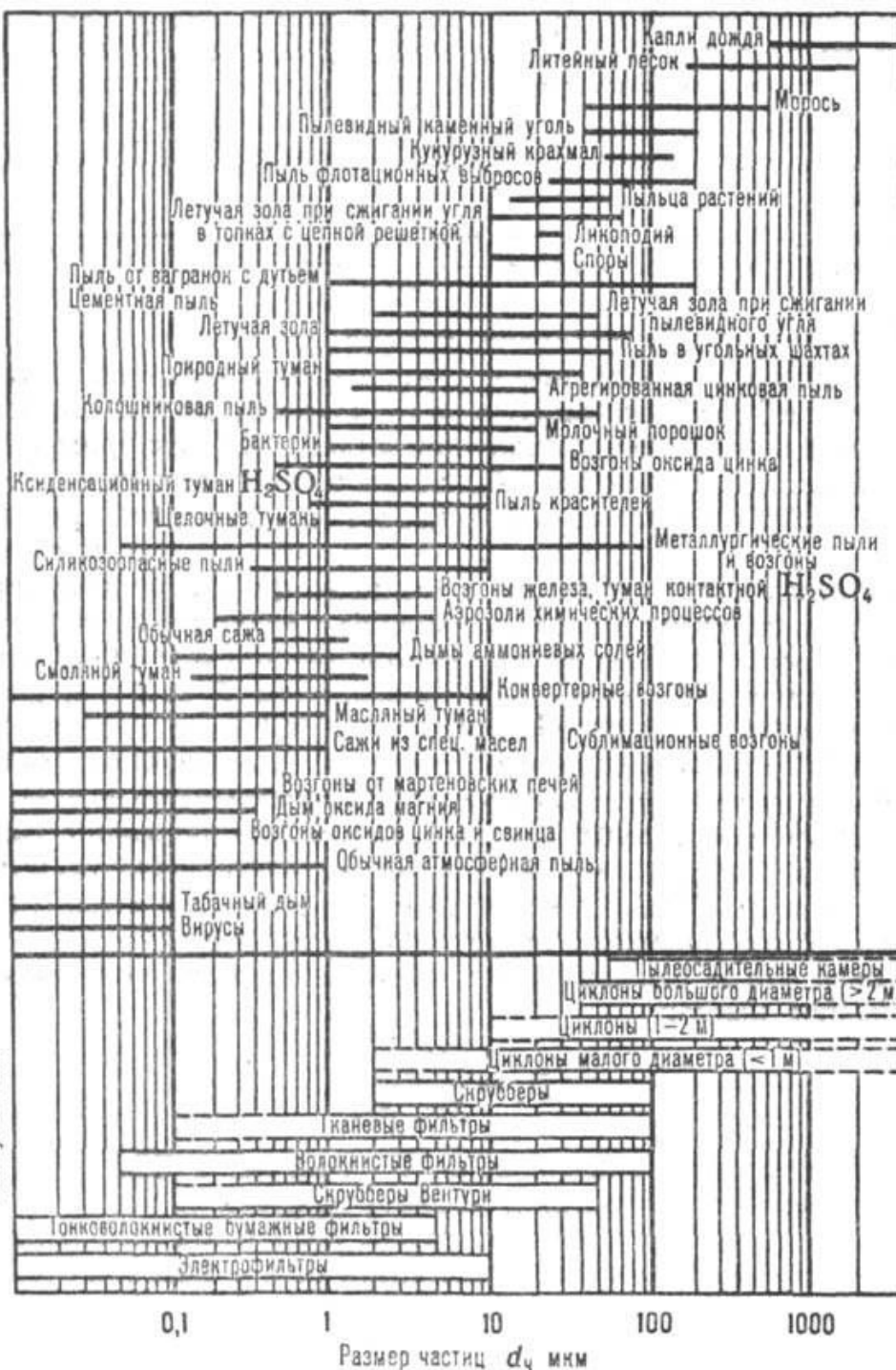


Рис. 2. Циклонный сепаратор.



Аэрозоли

Пылеуловители



**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ**

Показатель	Гравитац. пы- леуловители	Центробежные пылеуловители		Мокрые пылеуловители		Тканевые фильтры	Электро- фильтры
		низко- напорные	средне- напорные	низко- напорные	высоко- напорные		
Гидравлич. сопротивление, Па Параметр механизма осаждения	До 100 <i>G</i>	100-300	750-1250 $\omega$	750-1500	5000-12500 Stk	750-1500 $D_{oc}$ (при $d_a < 3 \cdot 10^{-7}$ м) $< 3 \cdot 10^{-7}$ м Stk (при $d_a > 3 \cdot 10^{-7}$ м) $> 3 \cdot 10^{-7}$ м)	100-400 $K_g$
Зависимость эффективности от размера частиц	$f(d_a^2 C_{ав})$	$f(d_a^2 C_{ав})$		$f(d_a^2 C_{ав})$		$f(C_{ав}/d_a)$ (при $d_a < 3 \cdot 10^{-7}$ м) $f(d_a^2 C_{ав})$ (при $d_a > 3 \cdot 10^{-7}$ м)	$f(d_a C_{ав})$
от т-ры		$f(C_{ав}/\mu_r)$		$f(C_{ав}/\mu_r)$		$f(C_{ав} T_r/\mu_r)$ (при $d_a > 3 \cdot 10^{-7}$ м) $f(C_{ав}/\mu_r)$ (при $d_a < 3 \cdot 10^{-7}$ м)	$f(C_{ав}/\mu_r)$
от концентрации частиц	Не влияет	Определяется диаметром аппарата и слипаемостью пыли		Определяется системой водоснабжения и возможными затратами энергии		Определяется типом фильтра (обычно не более 20 г/м <sup>3</sup> )	$z = \frac{n_e e r_a d_a}{12 \epsilon_0 E}$
от влажности	Не влияет	Не влияет	Не влияет	Способствует росту эффективности		Не влияет	Способствует росту эффективности
Ориентировочный миним. размер частиц, улавливаемых с высокой эффективностью, мкм	От 50 до 40	От 40 до 30	От 25 до 8	От 5 до 2	От 1 до 0,1	0,1	От 1 до 0,25
Макс. допустимая т-ра газов, °С		Определяется материалом, из которого изготовлен аппарат				Определяется материалом фильтрующей среды (< 220-250)	Определяется составом газа и св-вами пыли (< 425)
Миним. т-ра газов	Выше точки росы	Выше точки росы		Любая		Выше точки росы	
Стойкость к коррозии	Достаточно устойчивы	Достаточно устойчивы		При наличии в газах к-т требуется антикоррозионная защита		Устойчивы при т-ре, превышающей точку росы	
Взрыво- и огнеопасность	Незначит	Незначительная		Минимальная		Большая	
Ориентировочная относит стоимость очистки (по отношению к низконапорным циклонам)	1,0-1,5	2-3		2,5-4,0	7-15	3,0-7,5	5-15

Обозначения:  $z$  - макс. концентрация частиц в газах, кг/м<sup>3</sup>,  $n_e$  - концентрация ионов коронного разряда, ионы/м<sup>3</sup>;  $e$  - заряд электрона;  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м электр. постоянная (диэлектрич. проницаемость вакуума).













