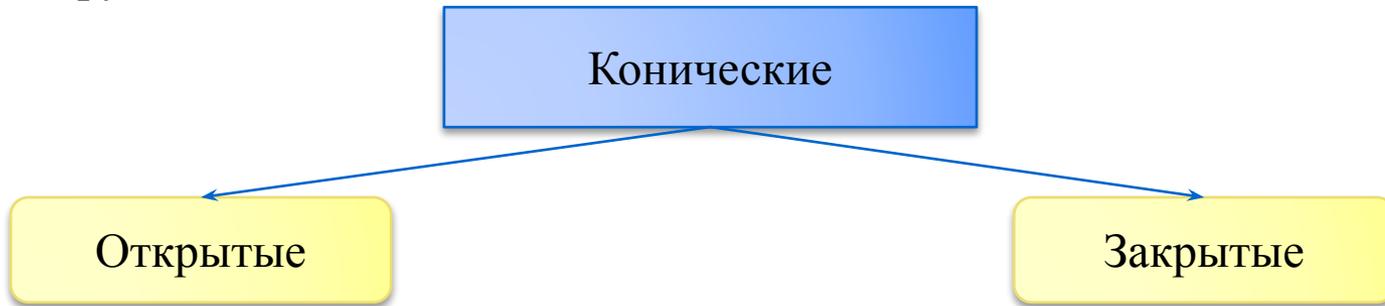
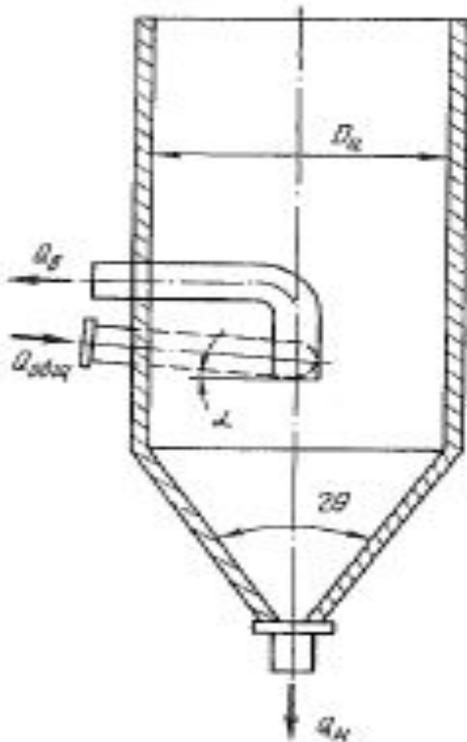


## Конструкции гидроциклонов

Из большого многообразия конструкций гидроциклонов можно выделить четыре основные группы:

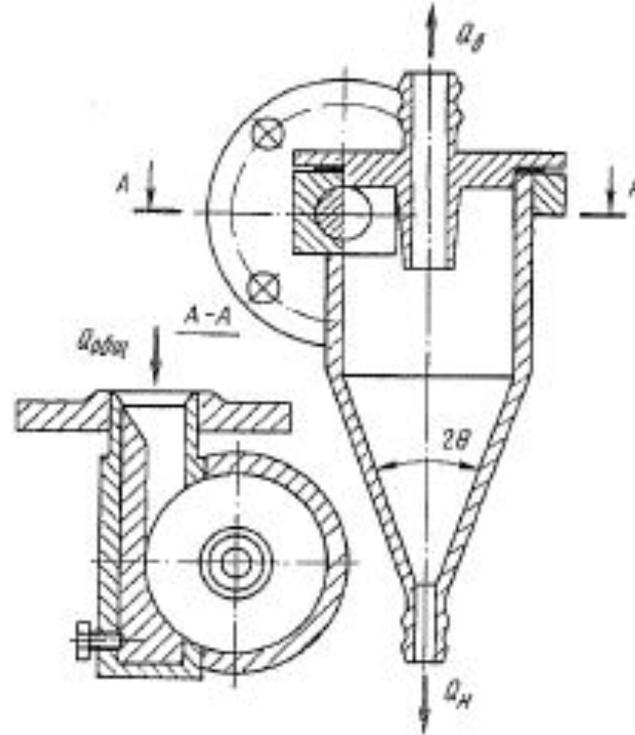
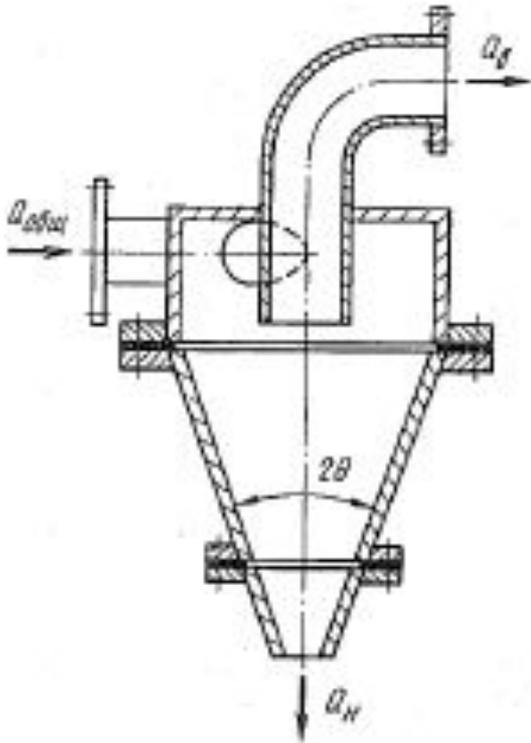


Предназначены для разделения грубых суспензий



# Конструкции гидроциклонов

## Цилиндрикониические



Предназначены для сгущения, обогащения, осветления, классификации

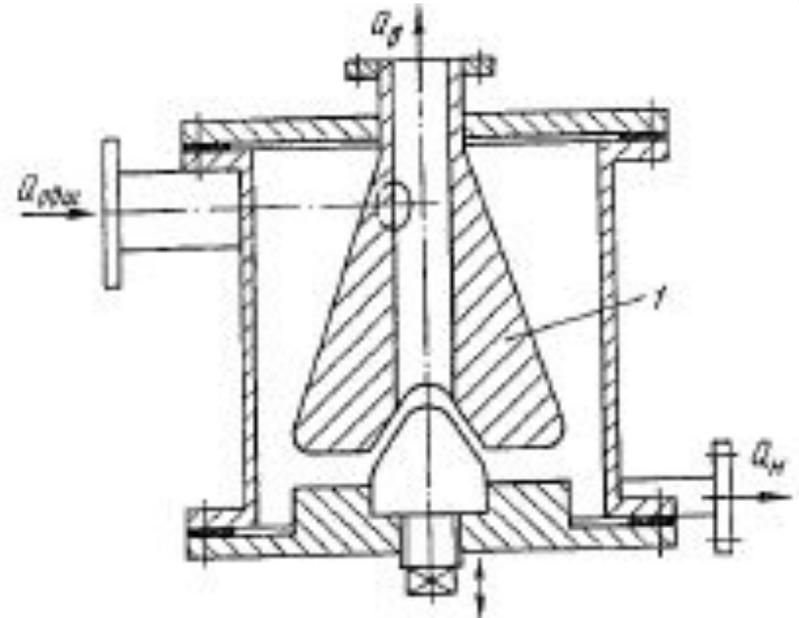
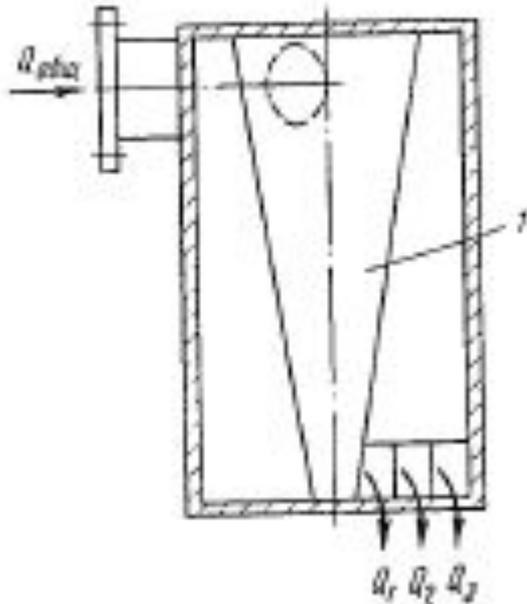


# Конструкции гидроциклонов

Цилиндрические

Прямоточные

Противоточные

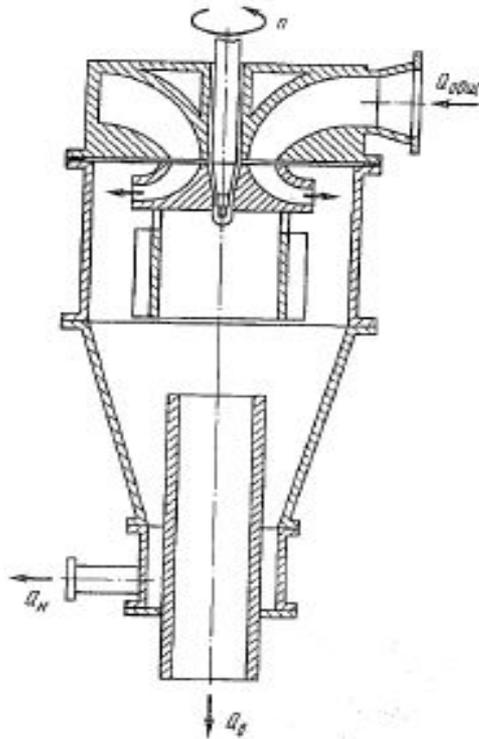


Часто используются для процессов двухфракционной или многофракционной классификации, осветления

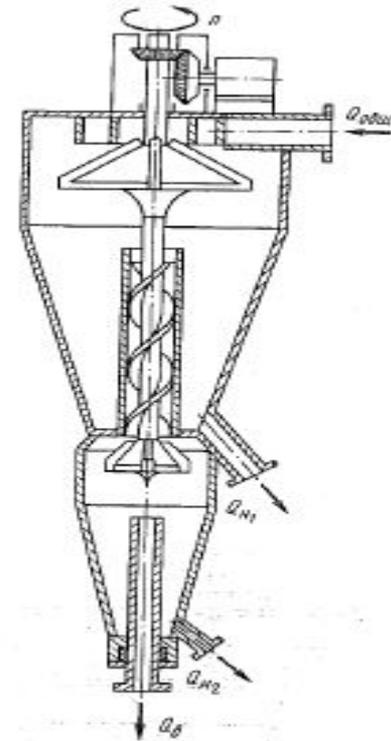
# Конструкции гидроциклонов

## Турбоциклоны

### Прямоточные

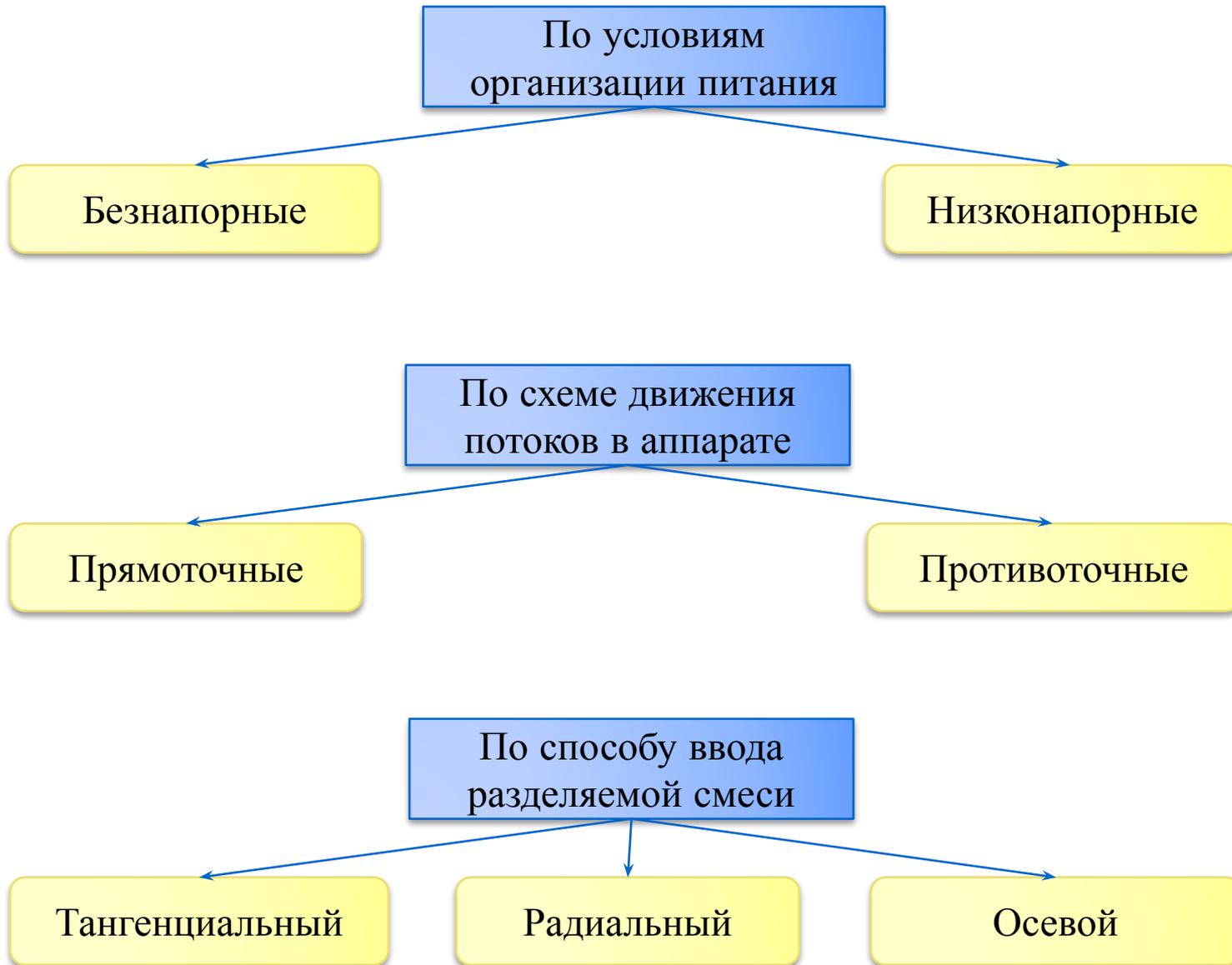


### Противоточные



Аппараты гидроциклонного типа с «разгонными» вращающимися устройствами (турбинками), которые целесообразно применять при разделении тонких разбавленных суспензий с переменной концентрацией и грансоставлм дисперсной фазы в безнапорном режиме питания

# Классификация по конструктивным признакам и условиям эксплуатации

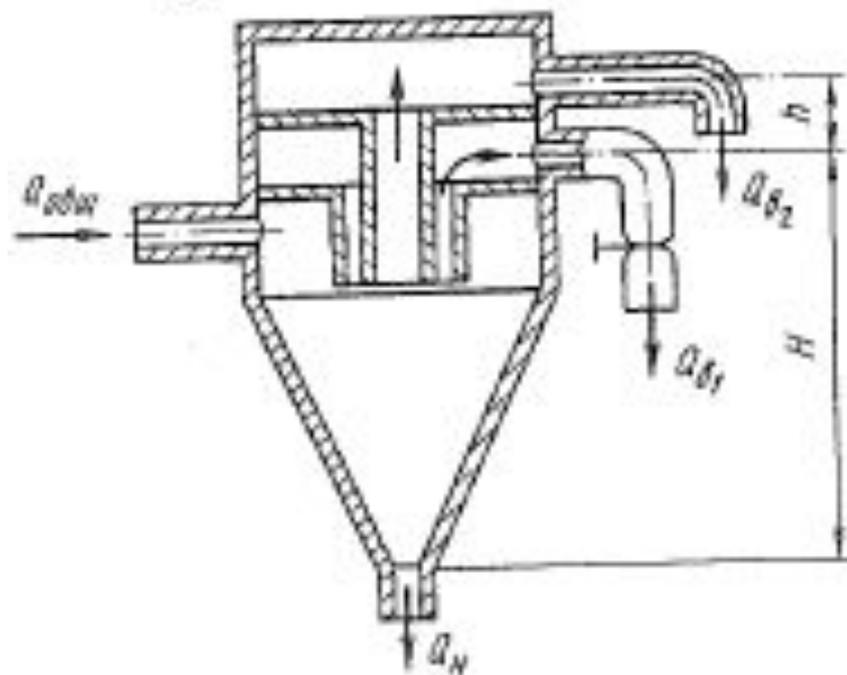
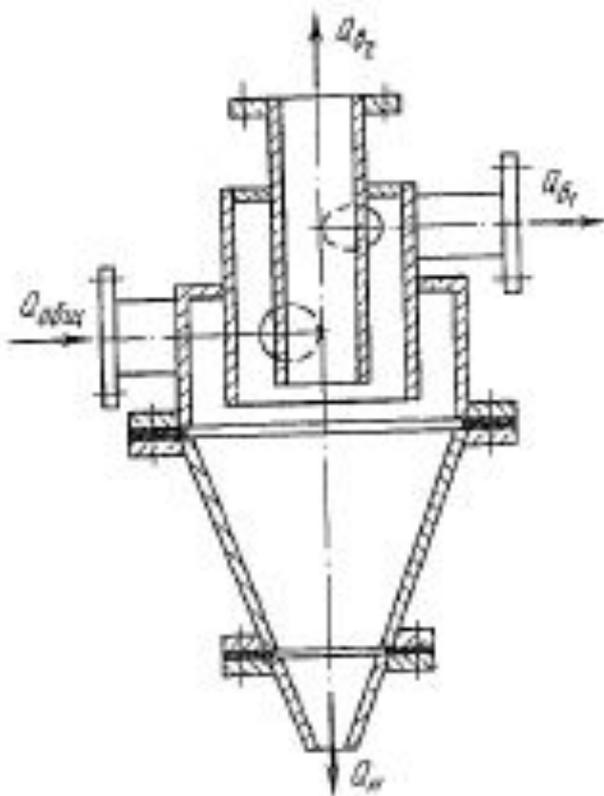


# Классификация по конструктивным признакам и условиям эксплуатации

По количеству продуктов  
разделения

Двухпродуктовые

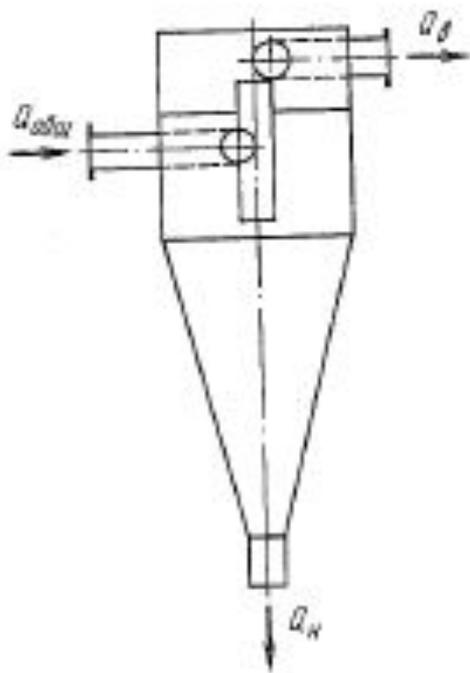
Многопродуктовые



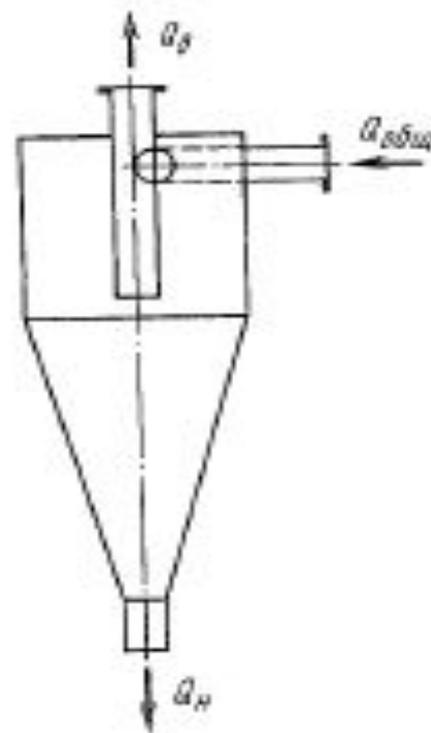
# Классификация по конструктивным признакам и условиям эксплуатации

По способу отвода продуктов  
разделения из корпуса

С отводными  
камерами



Без отводных камер



# Классификация по конструктивным признакам и условиям эксплуатации

По конструктивным особенностям

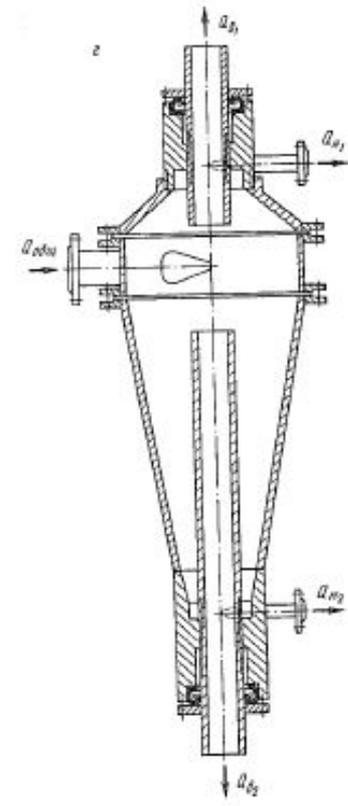
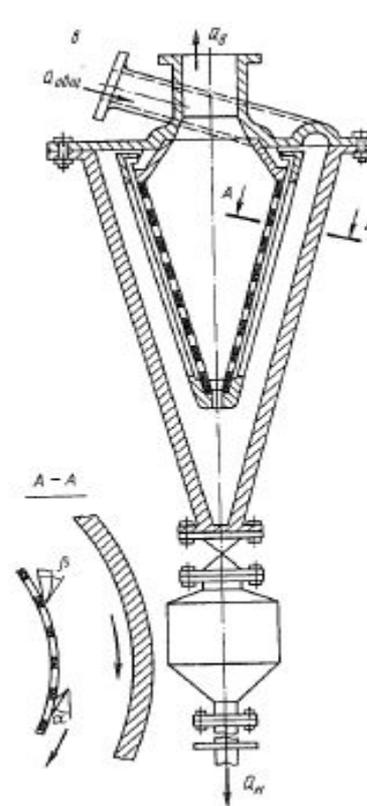
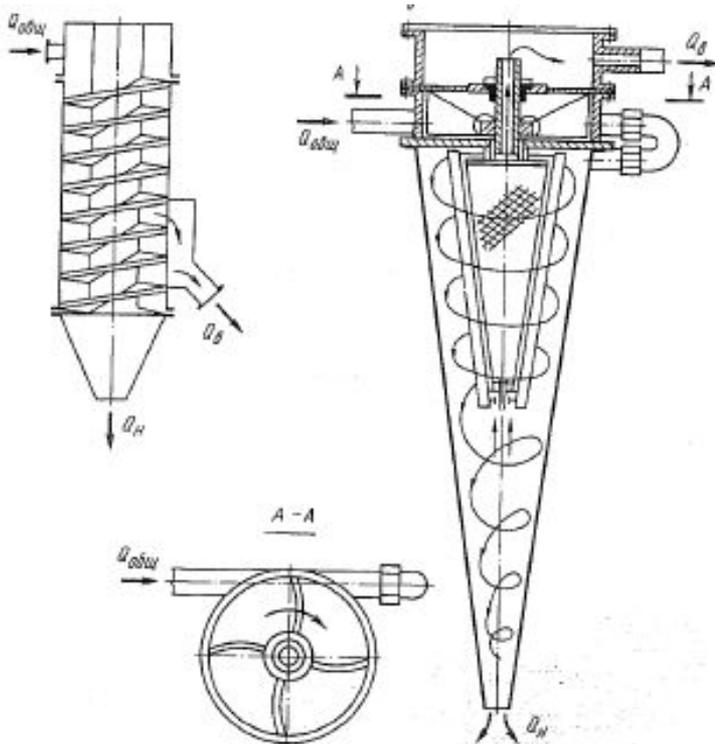
Бинарные

Двухконические

многозонные

С винтовыми вставками

С фильтрующими элементами

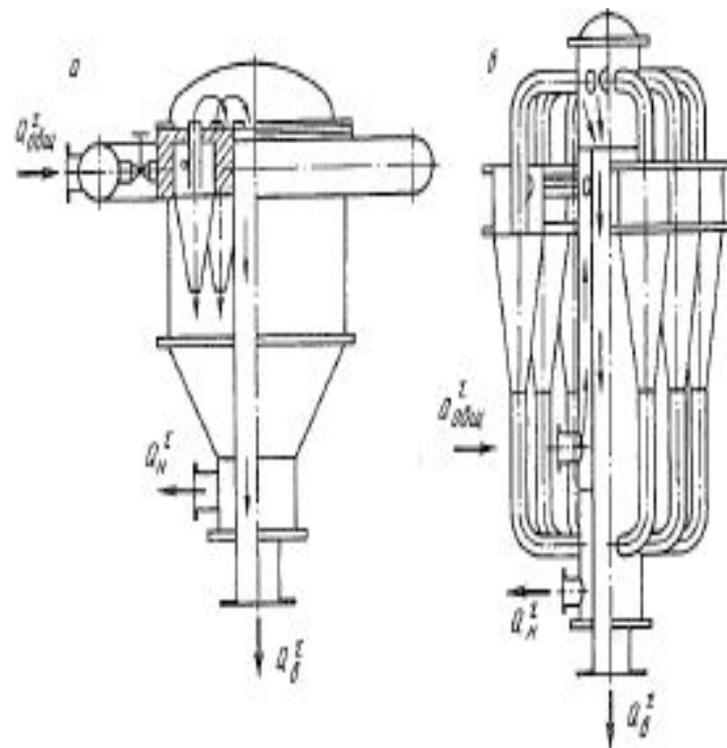
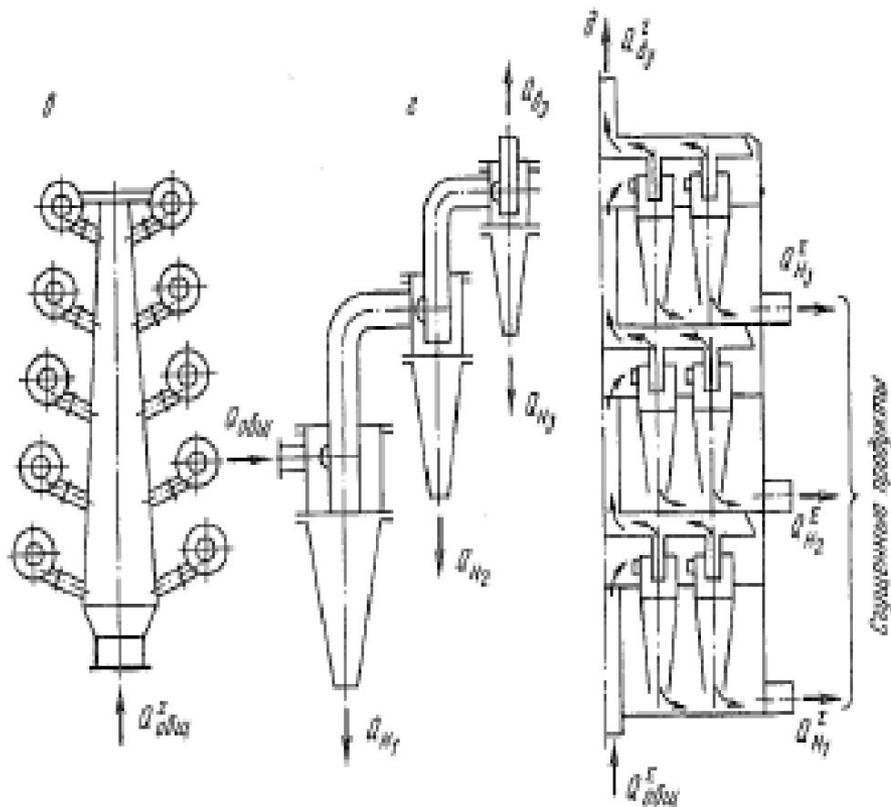


# Классификация по конструктивным признакам и условиям эксплуатации

Для увеличения  
производительности

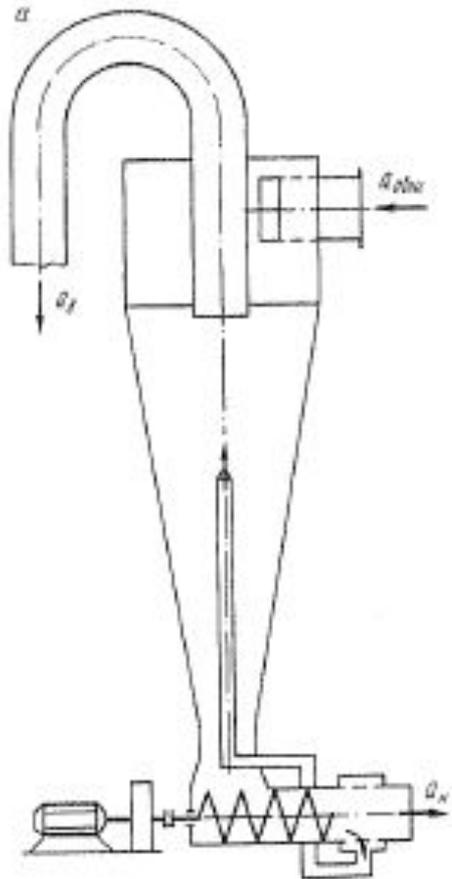
Батарейные

Мультигидроциклоны



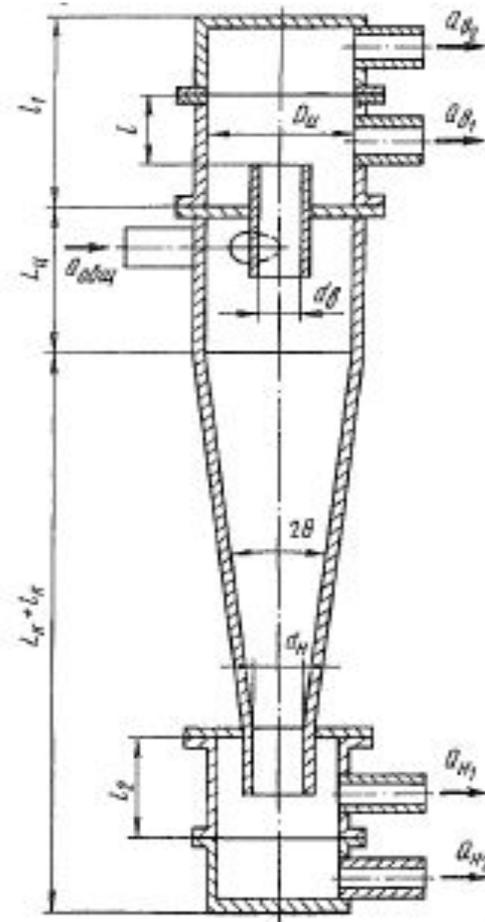
# Классификация по целевому назначению

## Гидроциклоны-сгустители



Применяются для выделения твердой фазы из суспензий и сгущения ее до высоких концентраций (50-90% об.)

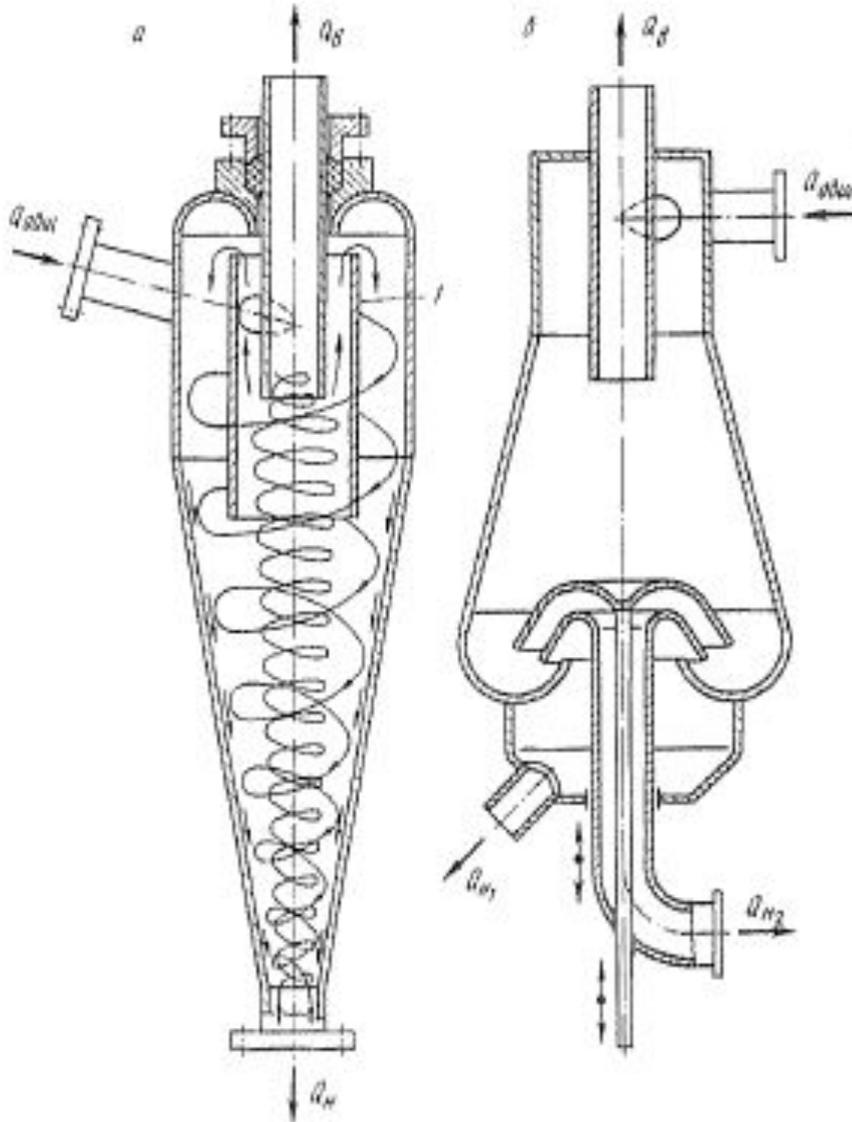
## Гидроциклоны-осветлители



Применяются для очистки жидких сред от твердых включений при обработке сточных вод

## Классификация по целевому назначению

### Гидроциклоны для разделения эмульсий и несмешивающихся жидкостей

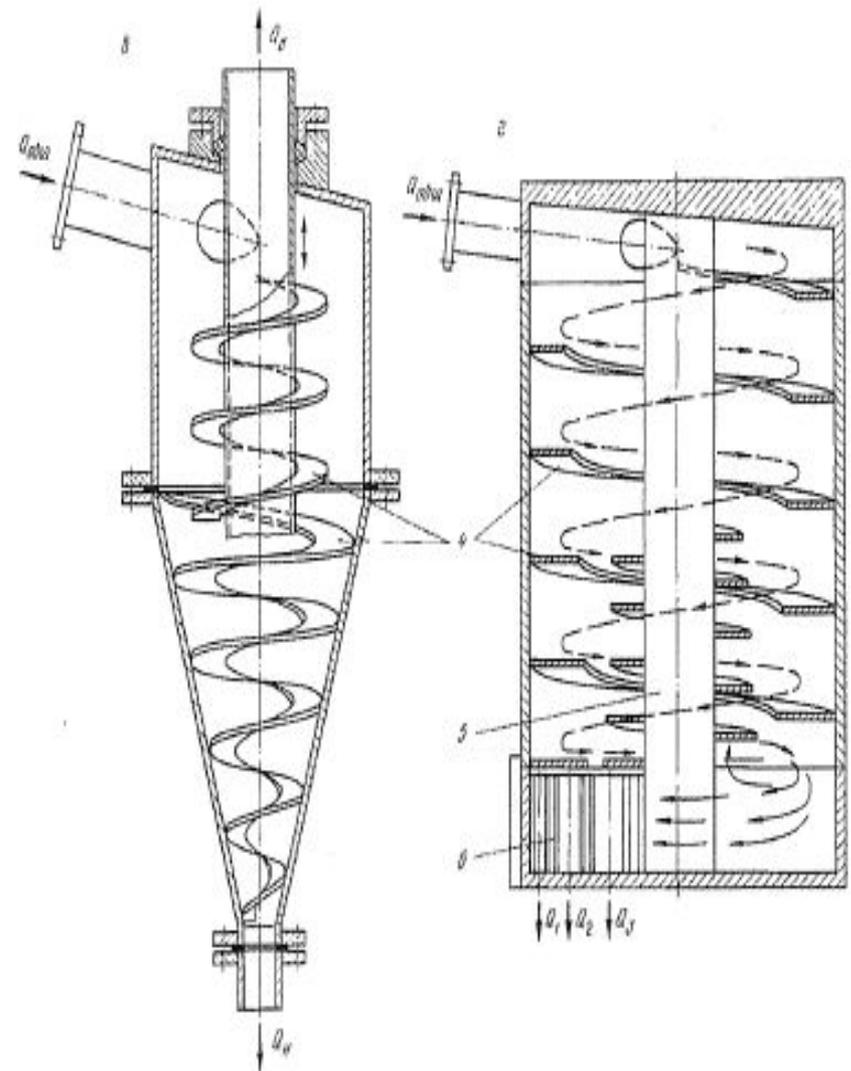
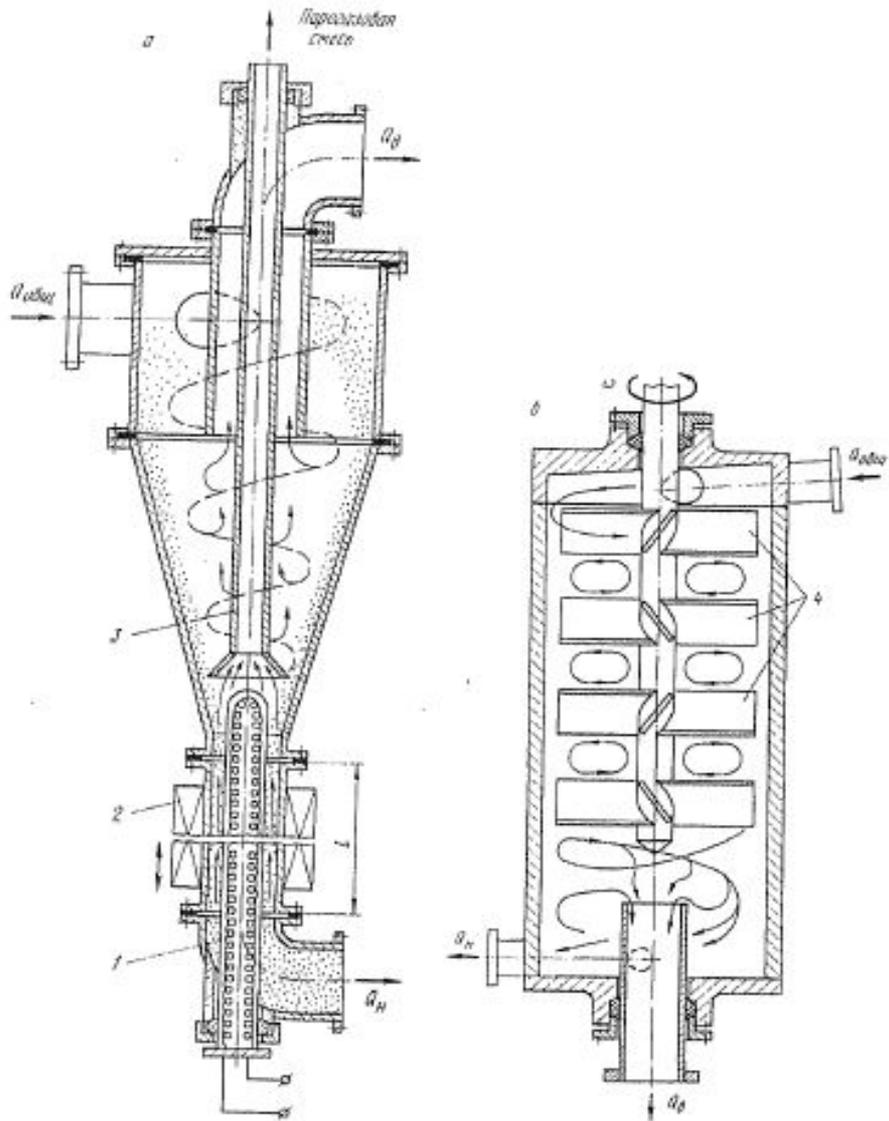


Применяются в процессах очистки сточных вод и других технологических процессах, где требуется разделение смесей, представляющих собой двухфазную систему жидкость-жидкость, с различными удельными весами (например, нефть-вода)



# Классификация по целевому назначению

Гидроциклоны для проведения  
массообменных процессов



## Области применения гидроциклонов

Гидроциклоны успешно применяются для решения задач:

- промышленной экологии,
- рационального использования природных ресурсов,
- экологической безопасности,
- комплексной переработки сырья.

Гидроциклоны могут использоваться для очистки и обработки воды на ТЭЦ, в котельных, тепловых сетях, а также для обработки сточных вод.

Однако необходимо отметить, что применение гидроциклонов открытого типа на теплоэнергетических объектах малоперспективно: для этой области больше подходят напорные гидроциклоны закрытого типа.

Другая специфическая особенность использования этих аппаратов в теплоэнергетике заключается в том, что высокая эффективность очистки достигается при многократном пропускании обрабатываемой воды через гидроциклон.



## Технологические показатели работы напорных гидроциклонов различных конструкций на природных водах

Тип гидроциклонов и место проведения исследования	Диаметр, мм	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Давление на входе, МПа	Крупность улавливаемой взвеси средняя, мкм	Содержание взвеси, мг/л		Эффект осветления, %
Конический напорный гидроциклон, река Кура	75	2,3	0,1	10-20	864	562	25
		4,25	0,15		1060	540	49
			0,2		1096	496	55
			0,25		1221	488	60
Напорные конструкции, река Кура	50	5,83	0,05-0,2	12,3	1000	350	65
	100	12		21	1000	480	52
	150	35,7		21,4	4000	1600	51
	150	35,7		22,6	1000	520	48
	200	52,3		32,2	4000	2120	47
	300	129		29,1	1000	620	38
				29,9	4000	2480	38
				41,1	1000	720	28
				42,1	4000	2920	27
Напорные конструкции, река Иня, г.Новосибирск	3,5	50	0,2	10,5	1750	525	69
				10,8	1170	440	62
				10,5	575	220	50
				10	260	102	57
Двухкамерный напорный КазНИИВХ, оросительная вода	200	98	0,2	100-50	7000	220	97
		120	0,3	песок	7000	310	96

## Степень эффективности различных способов очистки воды

Аппараты для очистки воды	Степень удаления, %	
	Нефтепродукты	Минеральные примеси
Гидроциклон	-	20-30
Гидроциклон + реагенты	50-95	50-95
Отстойник	30-60	30-60
Отстойник + реагенты	50-95	50-95
Флотатор	30-60	-
Флотатор + реагенты	50-95	50-95
Осветительный фильтр	100	100
Сорбционный фильтр	100	100

**Вывод: Эффективность очистки воды с помощью гидроциклона значительно возрастает в комбинации с химическими реагентами, способствующими переводу примесей в нерастворимое состояние**

## Области применения гидроциклонов

Традиционно гидроциклоны довольно широко применяются на горнообогатительных предприятиях.

Для водоподготовки они применяются неоправданно мало. Среди большого числа фирм и организаций, занимающихся проектированием, монтажом и сервисным обслуживанием систем водоподготовки, лишь единицы используют в своей работе аппараты гидроциклонного типа.

Стоит отметить способы удаления механических примесей из воды путем совместного применения гидроциклонов с другими видами обработки.

Так, достаточно продуктивно гидроциклоны используют в комбинации с магнитными способами обработки воды. Под действием магнитного поля в воде происходит образование осадка, который удаляется с помощью гидроциклонов. Такой способ обычно реализуется при обработке циркуляционной воды в системах теплоснабжения.

Другой пример комбинированного использования гидроциклонов – совмещения процессов удаления механических примесей на гидроциклонном аппарате и фильтрации на складчатом мембранном фильтре картриджного типа. При таком сочетании основная доля механических примесей удаляется гидроциклоном, а окончательная (тонкая) доочистка происходит на фильтрационном аппарате. Такое сочетание двух приемов удаления механических примесей позволяет не только повысить степень очистки воды, но и значительно продлить срок службы картриджного фильтра.

# Основные характеристики цилиндрикоконических гидроциклонов-классификаторов малых размеров с инъекцией

Свойства суспензии:	
$T$	Температура
$P$	Давление суспензии
$C_{\text{вх}}$	Исходная концентрация суспензии
$f=f(d_p)$	Гранулометрический состав частиц
$\mu=\mu(T,C)$	Динамическая вязкость суспензии
$\rho_c=\rho_c(T)$	Плотность дисперсионной среды
$\rho_{\text{ч}}$	Средняя плотность частиц дисперсной фазы
$k_{\phi}$	Осредненный коэффициент формы
$\rho_{\text{ч}}=\rho_{\text{ч}}(d_{\text{ч}})$	Плотность дисп. фазы
$f_i=f_i(d_{\text{ч}})$	Плотность распределения химического состава
$f=f(d_{\text{ч}})$	Плотность распределения частиц по размерам
$k_{\phi}=k_{\phi}(d_{\text{ч}})$	Коэффициент формы частиц

Конструктивные параметры:	
$d_{\text{ц}}$	Диаметр цилиндрической части аппарата
$d_{\text{н}}$	Диаметр нижнего сливного патрубка
$d_{\text{в}}$	Диаметр верхнего сливного патрубка
$a$ и $b$ , $(d_{\text{вх}})$	Высота и ширина или диаметр входного канала
$h$	Высота коаксиального сечения между верхним и нижним сливами
$h_{\text{ц}}$	Высота цилиндрической рабочей части аппарата
$h_{\text{к}}$	Высота конической рабочей части аппарата
$\gamma$	Угол раскрытия конусной части классификатора
$k_{\text{вх}}$	Коэффициент, учитывающий потери скорости потока на входе в аппарат
$\psi, d_{\text{ин}}$	Особенности конструкции инжектора

Технологические параметры:	
<b>Расходные характеристики</b>	
$Q$	Расход на входе в аппарат
$p$	Давление на входе
$S$	Сплит параметр
$Q_{\text{ин}}$	Расход инъекции
$\Delta p(Q, Q_{\text{ин}})$	Изменение давления на входе в аппарат
$S^{\text{ин}}(Q, Q_{\text{ин}})$	Сплит параметр
$n$	коэффициент
$w'_0, w_{\text{ин}}$	Скорость суспензии на входе и скорость инъекционной струи
<b>Характеристики разделяющей способности гидроциклона</b>	
$\delta_{\text{зр}}, d_{50}$	Граничное и медианное зерно разделения
$\eta, \eta'$	Эффективность улавливания
$\varepsilon, \varepsilon'$	Эффективность извлечения
$T=T(d_{\text{ч}})$	Функция эффективности разделения

# Основные характеристики цилиндрикоконических гидроциклонов-классификаторов малых размеров с инъекцией

$T$	Температура
$P$	Давление суспензии
$C_{ex}$	Исходная концентрация суспензии
$f=f(d_p)$	Гранулометрический состав частиц
$\mu=\mu(T,C)$	Динамическая вязкость суспензии
$\rho_c=\rho_c(T)$	Плотность дисперсионной среды
$\rho_q$	Средняя плотность частиц дисперсной фазы
$k_\phi$	Осредненный коэффициент формы
$\rho_q=\rho_q(d_q)$	Плотность дисп. фазы
$f_i=f_i(d_q)$	Плотность распределения химического состава
$f=f(d_q)$	Плотность распределения частиц по размерам
$k_\phi=k_\phi(d_q)$	Коэффициент формы частиц

Конструктивные параметры:	
$d_u$	Диаметр цилиндрической части аппарата
$d_n$	Диаметр нижнего сливного патрубка
$d_e$	Диаметр верхнего сливного патрубка
$a$ и $b$ , ( $d_{ex}$ )	Высота и ширина или диаметр входного канала
$h$	Высота коаксиального сечения между верхним и нижнем сливами
$h_u$	Высота цилиндрической рабочей части аппарата
$h_k$	Высота конической рабочей части аппарата
$\gamma$	Угол раскрытия конусной части классификатора
$k_{ex}$	Коэффициент, учитывающий потери скорости потока на входе в аппарат
$\psi, d_{in}$	Особенности конструкции инжектора

Технологические параметры:	
Расходные характеристики	
$Q$	Расход на входе в аппарат
$p$	Давление на входе
$S$	Сплит параметр
$Q_{in}$	Расход инъекции
$\Delta p(Q, Q_{in})$	Изменение давления на входе в аппарат
$S^{in}(Q, Q_{in})$	Сплит параметр
$n$	коэффициент
$w'_0, w_{in}$	Скорость суспензии на входе в аппарат и скорость инъекционной струи
Характеристики разделяющей способности гидроциклона	
$\delta_{zp}, d_{50}$	Граничное и медианное зерно разделения
$\eta, \eta'$	Эффективность улавливания
$\varepsilon, \varepsilon'$	Эффективность извлечения
$T=T(d_q)$	Функция эффективности разделения

**Я НЕ СУМЕЛ РАССЧИТАТЬ  
ГИДРОЦИКЛОН В МАГИСТЕРСКОЙ  
ДИССЕРТАЦИИ!!!**

