

СУХИЕ
(МЕХАНИЧЕСКИЕ)
ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

ТИПЫ СУХИХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

В сухих пылеуловителях для очистки газов от пыли используют гравитационные, инерционные и центробежные силы.

По конструкции разделяются на:

- осадительные камеры;
- жалюзийные;
- ротационные;
- циклонные:
 - противоточные осевые циклоны;
 - прямоточные осевые циклоны;
 - вихревые пылеуловители;
 - группы циклонов;
 - батарейные циклоны;
- комбинированные пылеуловители.

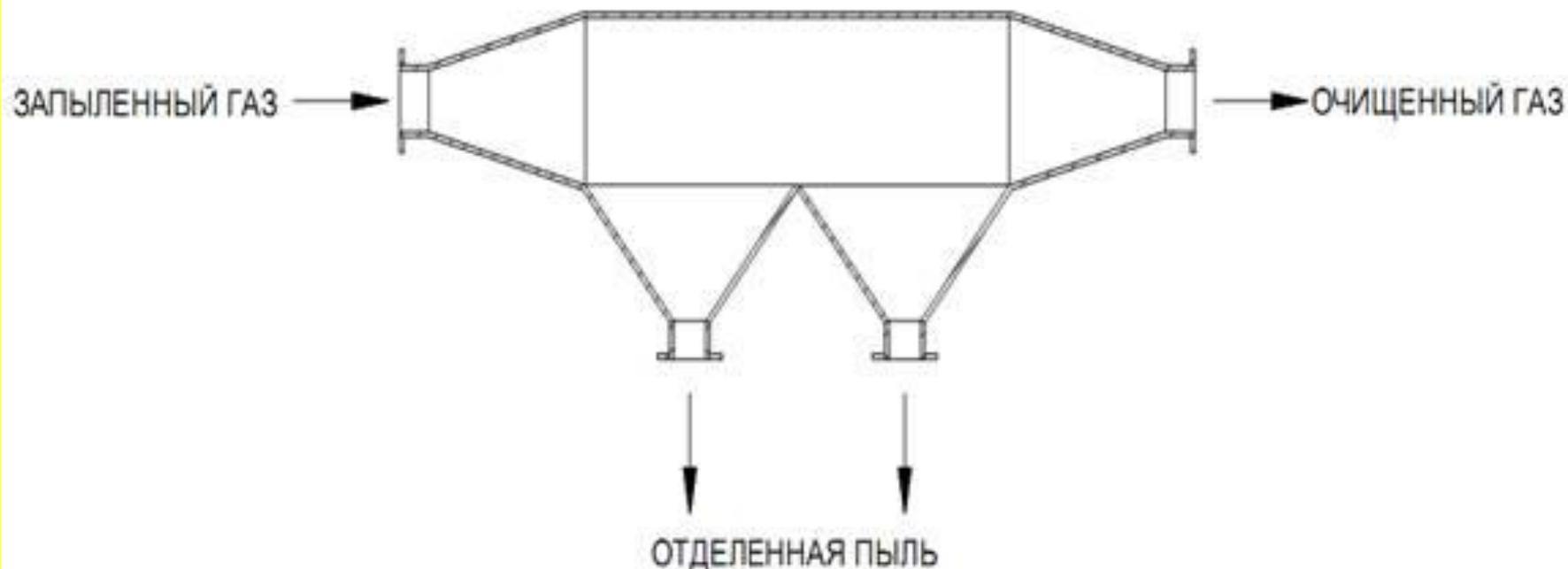
ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Принцип действия пылеосадительной камеры заключается в том, что внутри данной установки **газ движется** настолько **медленно**, что загрязняющие **частицы успевают осесть** в результате действия силы тяжести.

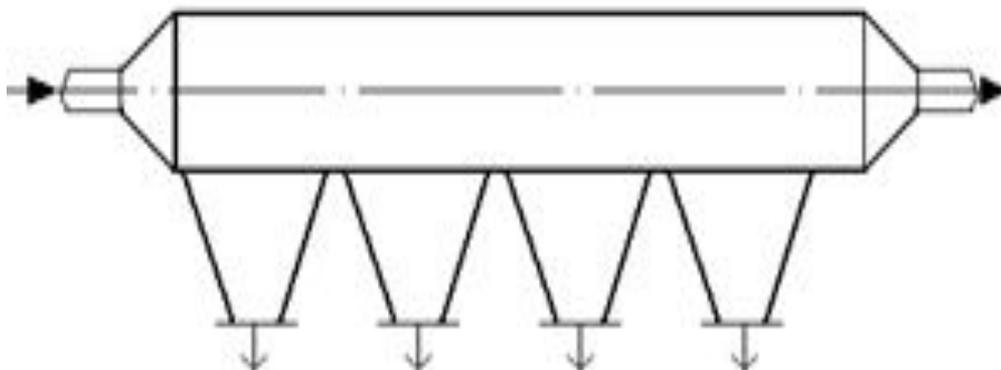
Осаждение частиц происходит **при ламинарном движении воздушного потока**, скорость которого должна составлять **до 1-2 м/с**. При более высокой скорости возможен вторичный унос частиц.

Чем меньше высота камеры, тем быстрее осаждаются частицы.

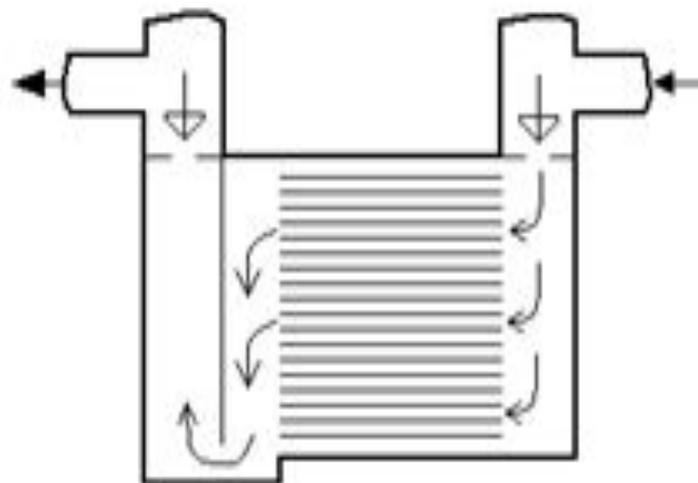


ТИПЫ ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНЫХ КАМЕР

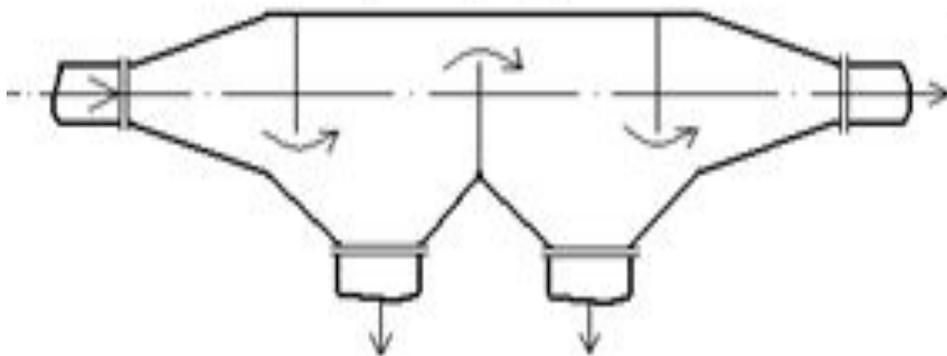
Простейшая пылеосадительная камера



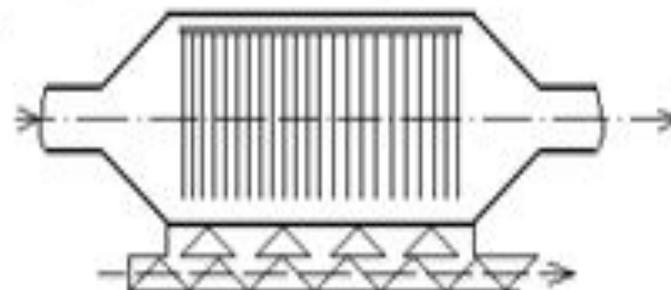
Многополочная камера



Камера с перегородками



Камера с цепными или проволочными завесами



Эффективность работы пылевой камеры возрастает с увеличением ее площади и уменьшением высоты.

ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

При необходимости непрерывной очистки газа пылеосадочные камеры разделяют на две параллельные секции, из которых одна находится в работе, а другая в это время очищается от пыли.

Эксплуатация пылеосадочных камер и коллекторов заключается в периодическом удалении из них осевшей пыли и ликвидации неплотностей в их ограждающих конструкциях, которые часто возникают при очистке газа, нагретого до высокой температуры.

Скорость газа:

- 0,2-0,8 м/с - в простых камерах и камерах с вертикальными перегородками,
- до 3 м/с - в камерах с горизонтальными или наклонными полками.

Учитывая **большие размеры камеры**, наиболее часто для ее изготовления применяют **кирпич или бетон, а также металл.**

Применяют в основном там, где по условиям производственного процесса **необходимо разделение уловленной из газа пыли на крупные и мелкие фракции в качестве первой ступени** перед аппаратами, предназначенными для очистки газа от мелкодисперсной пыли.

ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛИ

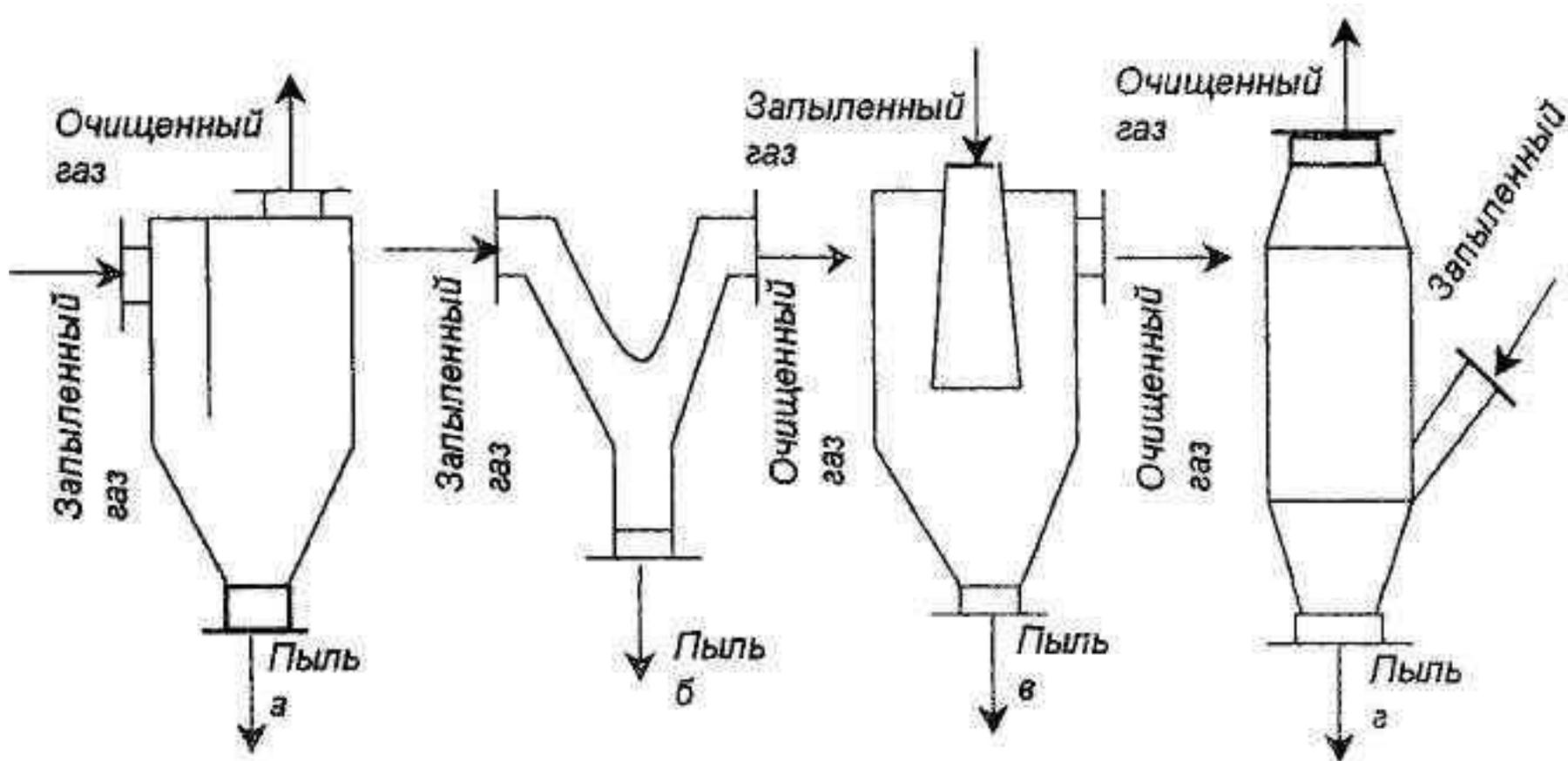
ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Чтобы повысить эффективность очистки в пылевой камере и уменьшить ее размеры, **гравитационное осаждение совмещают с инерционным**. Для этого используют такие аппараты, в которых **резко меняется направление движения** воздушного потока. При этом на частицы начинают действовать **инерционные силы**, заставляющие их стремиться двигаться в прежнем направлении. В результате частицы пыли, плотность которых **выше плотности газа**, двигаясь по инерции, выводятся из газового потока и попадают в пылесборник, а очищенный газовый поток выходит из аппарата.

По такому принципу работают **инерционные (в том числе жалюзийные) пылеуловители**.

Инерционные пылеуловители также называют **пылевыми мешками** и используют **для выделения из газа крупных (размером 25-30 мкм) и тяжелых частиц пыли перед аппаратами тонкой очистки**.

ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



Типы инерционных пылеуловителей с различными способами подачи газа:

а – при помощи перегородки; б – пылеуловитель, встраиваемый в газоход;
в – через центральную трубу; г – через боковую трубу;

ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Рис. а - частицы пыли отделяются от газа при ударе о перегородку и во время огибания ее газом. Сначала частицы теряют скорость и падают в бункер под действием гравитационных сил, а затем – за счет инерционных сил.

Рис. б - простейшее устройство – сухой инерционный пылеуловитель с изменением направления потока газа на 90 или 180°, который встраивают в газоход. Рост гидравлических потерь при этом незначителен, эффективность такого аппарата низка.

Более эффективны пылеуловители других типов.

Рис. в - очистка газа в пылеуловителе с центрально расположенной трубой осуществляется за счет инерционных сил. Диффузорный насадок на конце трубы уменьшает скорость газа на выходе из нее, т.е. снижает силу удара газа о бункер.

Рис. г - в пылеуловителе с вводом газа через боковую трубу пыль по инерции отделяется от газа при его повороте после входа в аппарат.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНЕРЦИОННЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

Преимущества:

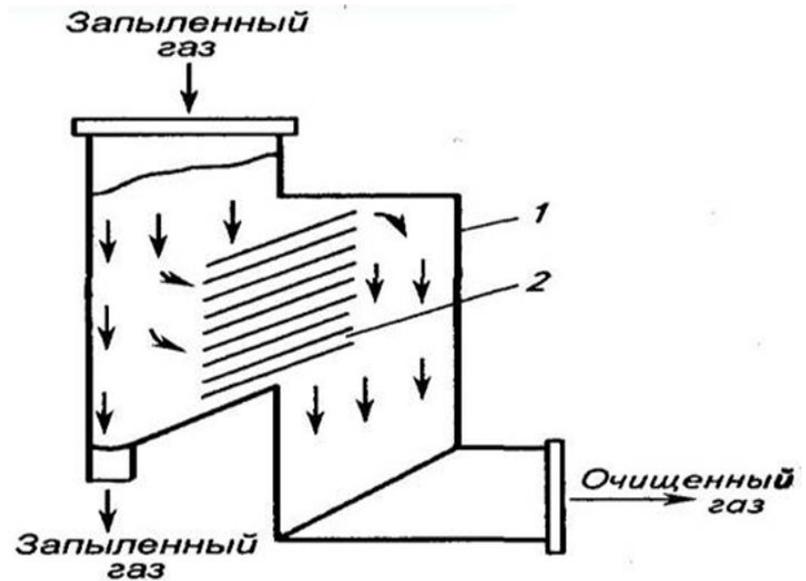
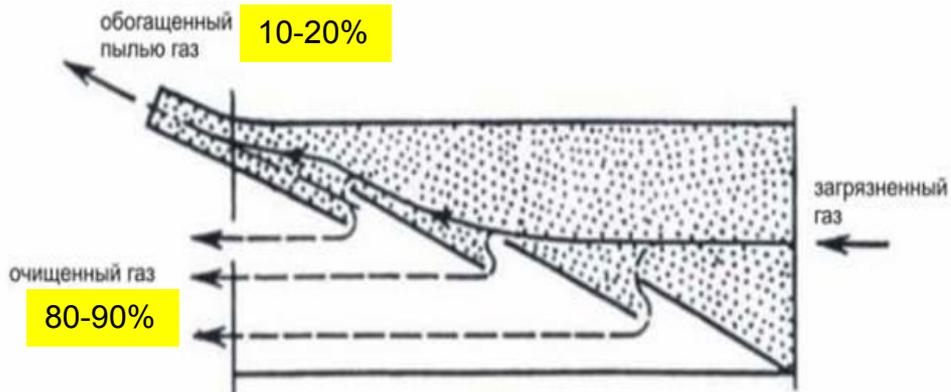
- простота изготовления и эксплуатации;
- невысокое гидравлическое сопротивление (150-400 Па);
- надежность;
- работоспособность **при повышенных температурах, большой начальной запыленности и практически любых давлениях газа.**

Недостатки:

- степень улавливания пыли (крупнее 20 мкм) - 65-85 %;
- достаточно большие размеры.

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛИ

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



Жалюзийные пылеуловители относятся к **простейшим типам инерционных сепараторов.**

В отличие от гравитационных, они работают **при более высоких скоростях потоков и имеют меньшие габариты.**

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Большая часть газа (80-90 %) огибает установленные под углом пластины, резко меняя направление своего движения, освобождается от пыли и продолжает свое движение по газопроводу в первоначальном направлении.

Меньшая часть газа (10-20 %), обогащенная пылью, отводится из газохода в другой пылеуловитель (чаще всего центробежный циклон) и после очистки присоединяется к газу, прошедшему через жалюзийную решетку.

Жалюзийная решетка может быть выполнена из пластин, уголков или конусов колец.

По мере износа жалюзийной решетки степень улавливания пыли уменьшается.

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Выделение пыли из газового потока в жалюзийных пылеуловителях основано на использовании силы инерции. Факторы, влияющие на силу инерции и работу жалюзийных пылеуловителей :

- скорость движения газов при подходе к пластинам решетки;
- размер, плотность и упругие свойства частиц пыли;
- вязкость и плотность очищаемых газов;
- конструкция решетки.

Для эффективной очистки **скорость газа** при прохождении через пылеуловитель должна составлять **12-20 м/с**.

Чем меньше размеры частиц и их плотность, тем большая скорость газа должна быть перед жалюзийной решеткой.

При увеличении размеров частиц пыли повышается степень ее улавливания жалюзийным пылеуловителем.

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Достоинства:

- просты по конструкции;
- дешевы;
- небольшое гидравлическое сопротивление;
- хорошо зарекомендовали себя в системах очистки дымовых труб от крупнодисперсной пыли при температуре 450–600 °С.

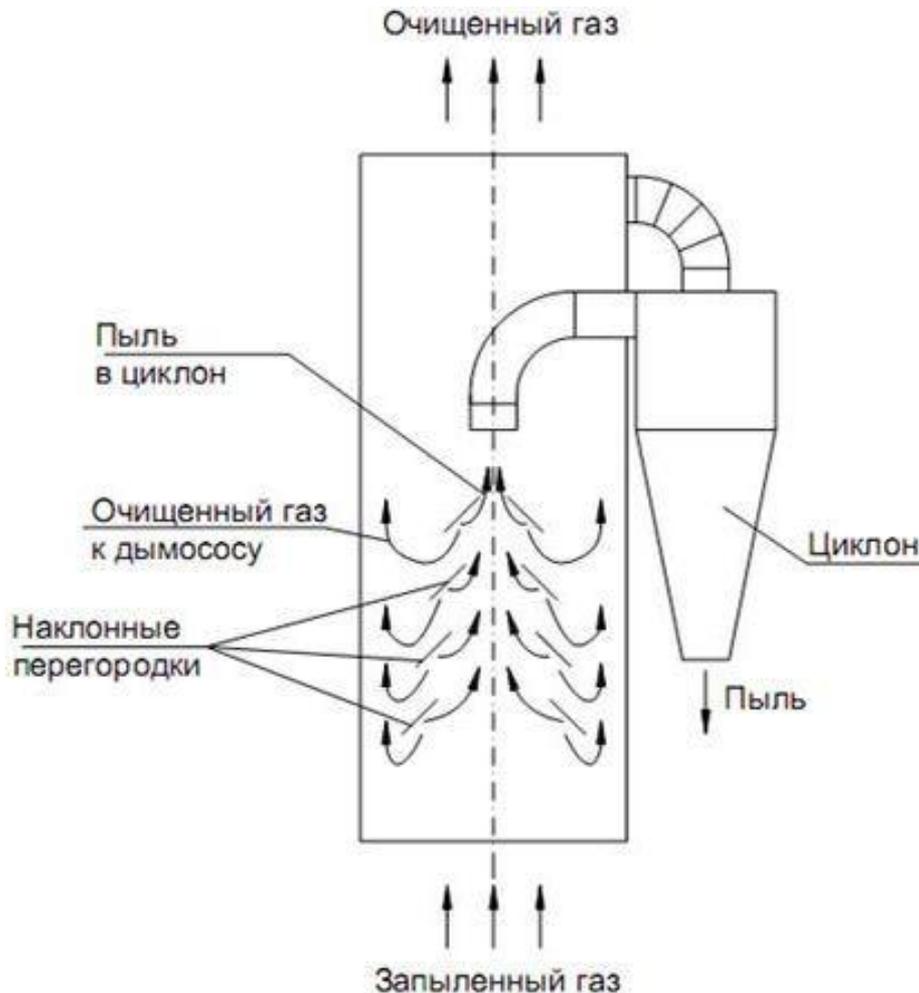
Эффективность жалюзийных пылеуловителей:

- достаточно низкая для частиц пыли размером до 20 мкм
- достаточно высокая (95-97 %) для упругих частиц размером 40-50 мкм.

Поэтому область применения жалюзийных пылеуловителей:

- для предварительного осаждения крупных частиц с целью уменьшения абразивного износа технологического оборудования или облегчения работы очистных устройств последующих ступеней;
- совместно с центробежными циклонами для улавливания относительно крупной пыли для частиц пыли размерами больше 20 мкм.

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



Гидравлическое сопротивление:

□ решетки – 98 - 490 Па (10...50 мм вод. ст.);

□ циклонов – 98 - 245 Па (10...25 мм вод. ст.).

Часто жалюзийные пылеуловители используются **совместно с циклонами** и служат **концентраторами пыли** для них. **Жалюзийная решетка**, установленная в газоход, **разделяет поток аэрозоля** на части.

Основная часть потока, проходя через лопасти решетки, в некоторой степени **освобождается от крупных фракций** пыли и уходит по газоходу.

Меньшая часть, отбираемая циклоном (до 20%), насыщается пылью, что облегчает ее очистку.

После циклона поток вновь возвращается в газоход.

ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ С ЦИКЛОНАМИ

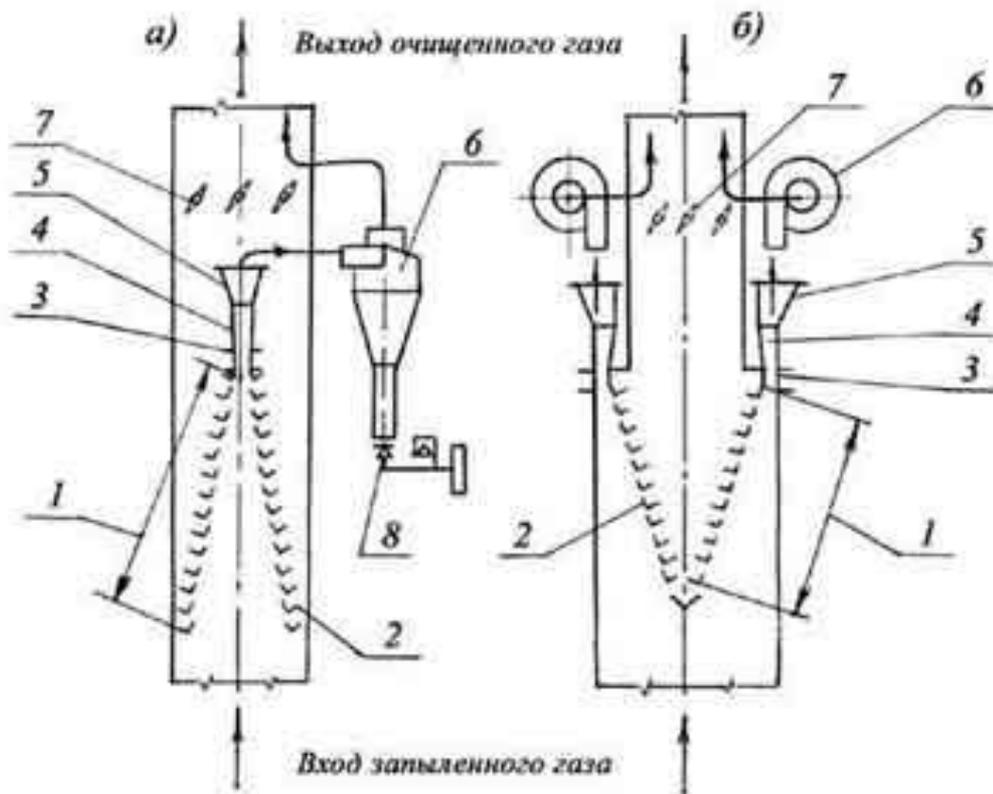


Рис. 2.15

Схема жалюзийного пылеуловителя ВТИ

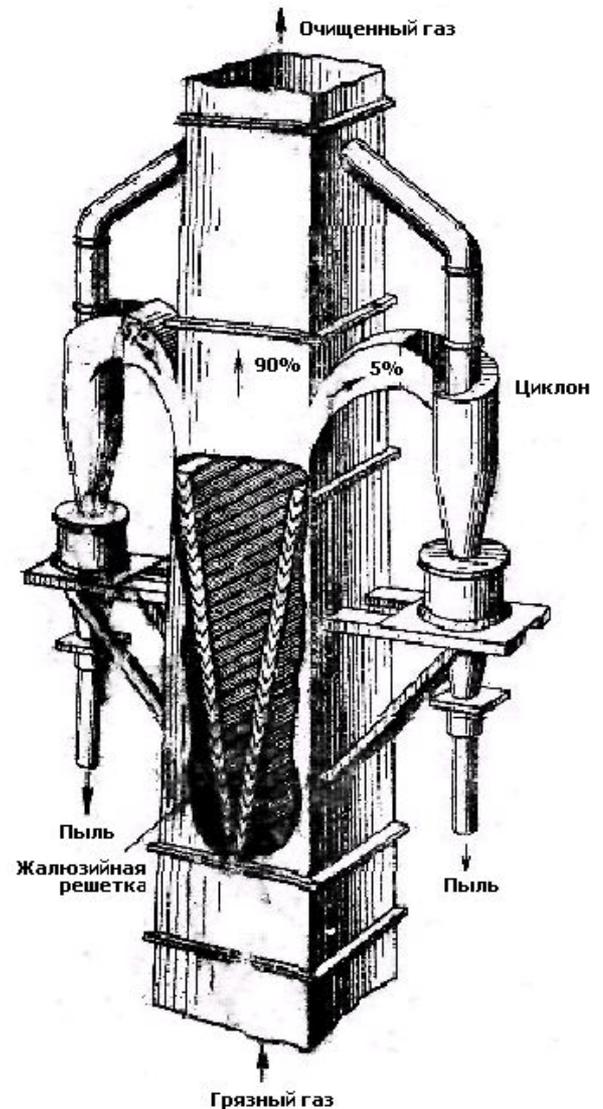
а) с центральной отсосной щелью;

б) с боковой отсосной щелью

1 - решетка жалюзийная; 2 - лопасть; 3 - отсосная щель;

4 - диффузор; 5 - переходной патрубок; 6 - циклон;

7 - заслонка; 8 - мигалка



ЖАЛЮЗИЙНЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

В отечественной промышленности применяют жалюзийные пылеуловители:

- ВТИ (Всероссийского теплотехнического института),
- ИП (института Ленпромстройпроект),
- ЦНИЛАС ИП-2-20 (Центральной научно-исследовательской лаборатории сантехники)
- других разработчиков.

ЦИКЛОНЫЕ ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛИ

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

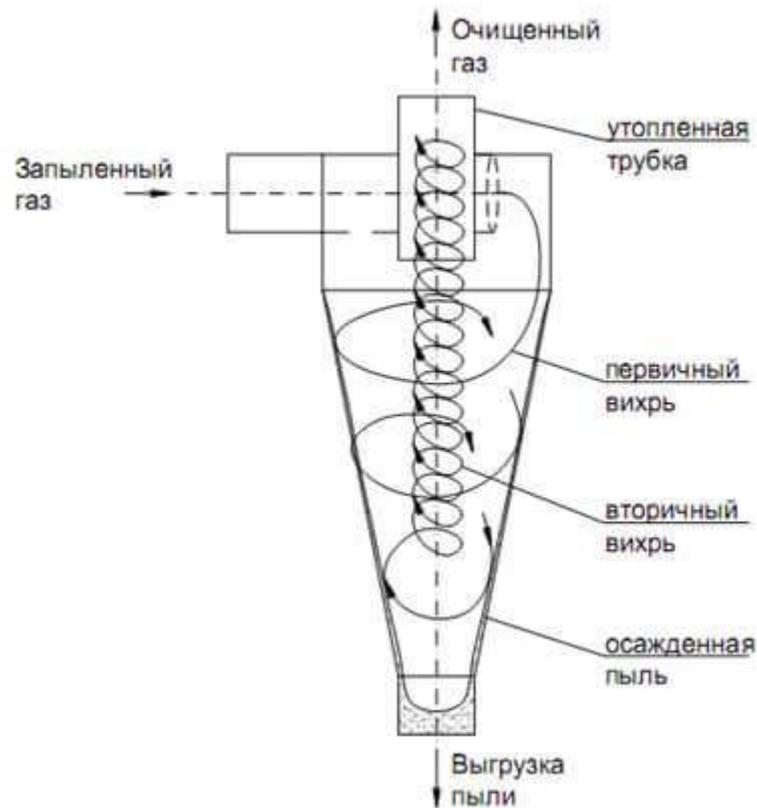
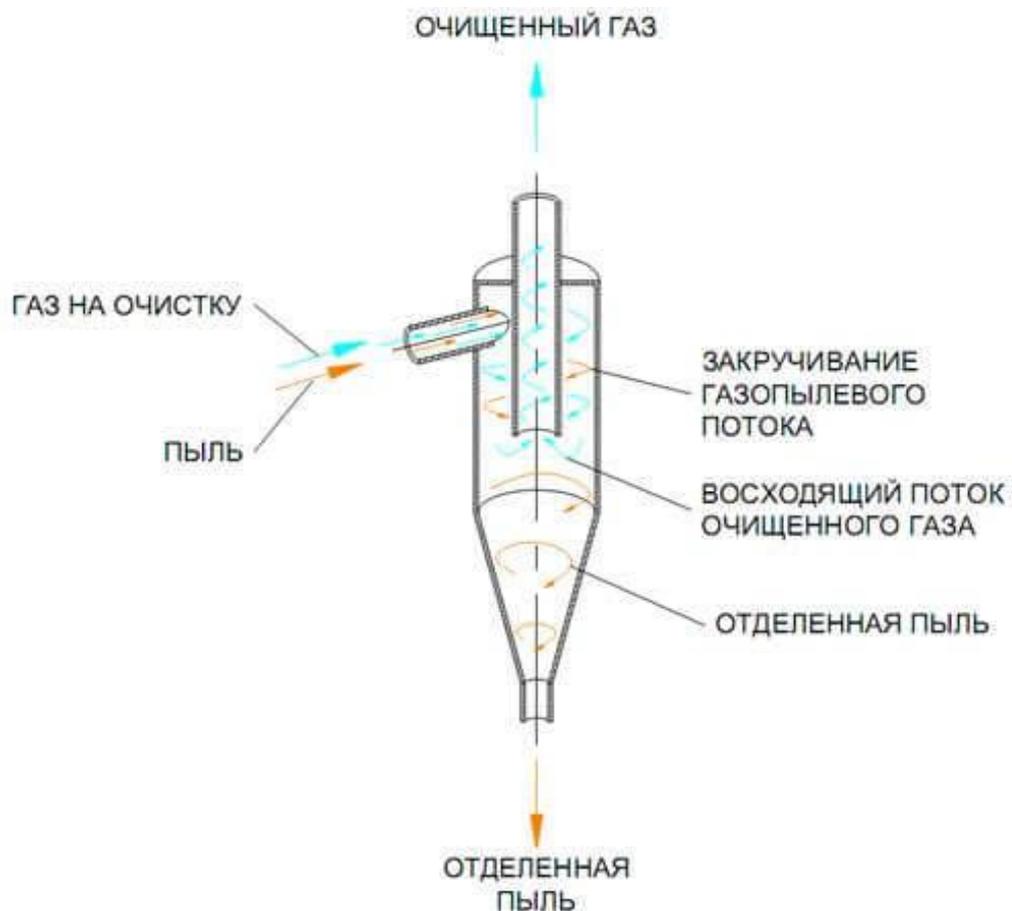
Центробежные пылеуловители (циклоны, батарейные циклоны) – самый распространенный вид механических пылеуловителей, который широко применяется в:

- промышленных вентиляционных системах;
- отопительных и производственных котельных;
- сушильных агрегатах брикетных и обогатительных фабрик;
- черной и цветной металлургии;
- пищевой;
- химической;
- горнодобывающей и многих других отраслях промышленности.

Циклоны используются **для выделения** из воздуха или технологических газов **грубой пыли диаметром более 5 мкм.**

Применяются **в качестве единственной ступени очистки или в качестве первой ступени очистки** перед аппаратами тонкого пылеулавливания.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



В составе аппарата находится цилиндрический корпус, имеющий коническое днище. Корпус бывает либо цилиндрическим с конической нижней частью, либо полностью коническим.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Исходный газ с **большой скоростью 20-30 м/с** поступает в корпус циклона **тангенциально**: либо через входной патрубок, установленный по касательной к стенке корпуса, либо через улиточный вход, либо через специальные механические закручивающие устройства.

При этом он приобретает **вращательное движение** вокруг трубы, которая располагается по оси корпуса и осуществляет вывод очищенного газа. Таким образом, **внутри циклона образуются два потока**, движущихся по траектории **спиралеобразной формы**.

Исходный газ образует внешний поток и движется вниз вдоль стенок корпуса.

Выделение частиц пыли из газового потока происходит за счет **центробежных сил**, под воздействием которых пыль из газа отбрасывается на стенки корпуса и далее выводится в бункер через пылевыпускное отверстие в суженном конце конической части.

Очищенный газ образует внутренний поток. Он поднимается вверх и выводится наружу через выхлопную трубу, концентрически установленную в корпусе

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Циклоны разделяются по ряду параметров:

- по движению потоков на:

- противоточные;
- прямоточные (газ выводится вдоль одной оси, являются менее эффективными, чем противоточные циклоны).

- по форме их корпуса на:

- цилиндроконические,
- конические;
- цилиндрические.

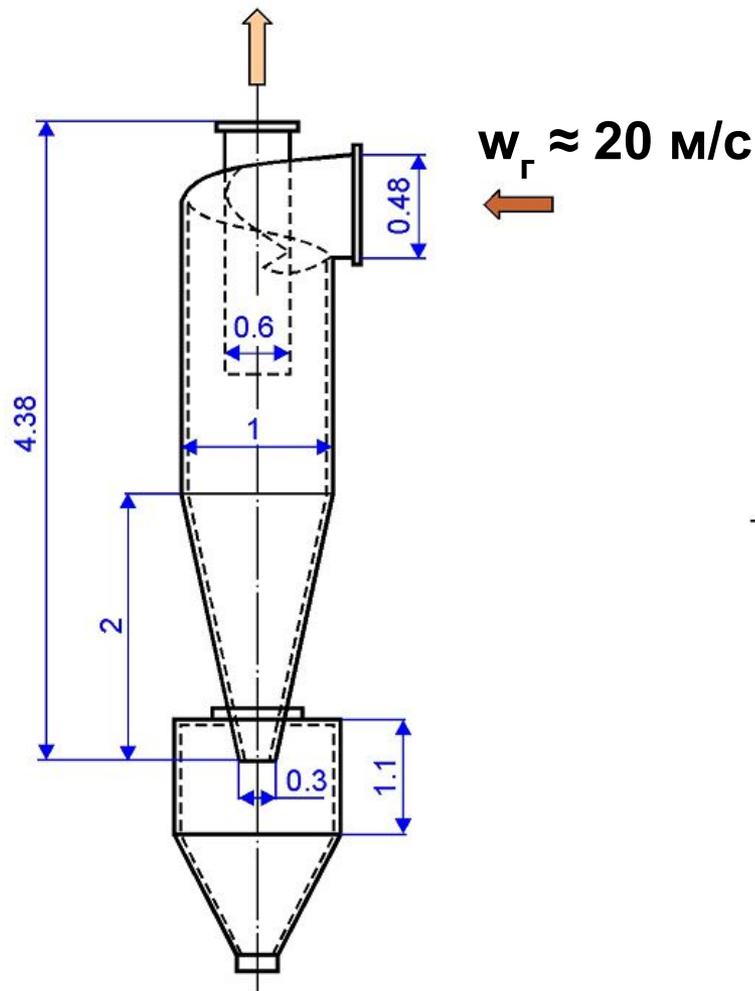
- по конструкции закручивающего устройства на:

- спиральные;
- тангенциальные;
- винтообразные.

- по направлению закрутки на:

- правые (вращение газового потока в циклоне по часовой стрелки, если смотреть со стороны выхлопной трубы);
- левые (вращение газового потока в циклоне против часовой стрелки).

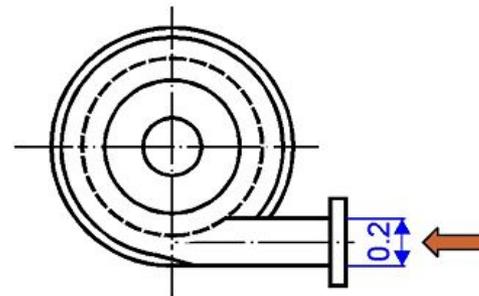
ОДИНОЧНЫЕ ЦИКЛОНЫ типа ЦН (НИИОГАЗ)



Типоразмеры:

$d_{\text{ц}} = 0,4 - 0,8$ м

$h_{\text{ц}} = 1,8 - 3,5$ м



$\Delta p = 350 - 500$ Па = 35 - 50 кгс/м²

$$\eta_{\text{з\text{у}}} \sim F_{\text{цб}} = m_{\text{ч}} \cdot w_{\text{r}}^2 / R_{\text{ц}}$$

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Центробежная сила:

$$F_{цб} = m_{ч} \cdot w_{г}^2 / R_{ц}$$

$m_{ч}$ - масса, $w_{г}$ - скорость вращения тела в м/сек, R - радиус вращения в м.

Центробежная сила действует на частицы газа и пыли. Однако из-за того, что плотность частиц пыли больше, чем газа, то на них действует большая центробежная сила, которая вытесняет частицы пыли наружу.

Отношение центробежной силы к силе тяжести называется **фактором разделения** и является основным параметром, характеризующим центробежные аппараты. Данное отношение в условиях режима осаждения показывает во сколько раз центробежная сила, действующая на твердую частицу, будет больше силы тяжести:

$$K_p = w_{г}^2 / (R_{ц} \cdot g)$$

Циклоны, как правило, используются для удаления достаточно крупных частиц пыли из газа, имеющего большой объем. При этом мелкая пыль практически не осаждается в таких аппаратах.

Для эксплуатации циклона не требуется другая энергия, кроме энергии течения газа.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Скорость газа, находящегося в полном сечении аппарата (диаметр D), должна составлять как минимум **2,5 м/с**. В противном случае циклон быстро засорится твердыми частицами.

Кроме того, **при увеличении скорости газа эффективность работы циклона возрастает до определенного предела, затем она падает в связи с частичным уносом осевших частиц.**

Скорость газа принимают в диапазонах:

- от 4 до 8 м/сек в выхлопной трубе;
- от 18 до 20 м/сек во входном отверстии циклона.

Гидравлическое сопротивление циклона (разность давлений на входе и выходе газа) обычно составляет $\Delta p = 350 - 500 \text{ Па} = 35 - 50 \text{ кгс/м}^2$ (иногда до 600-1000 Па)

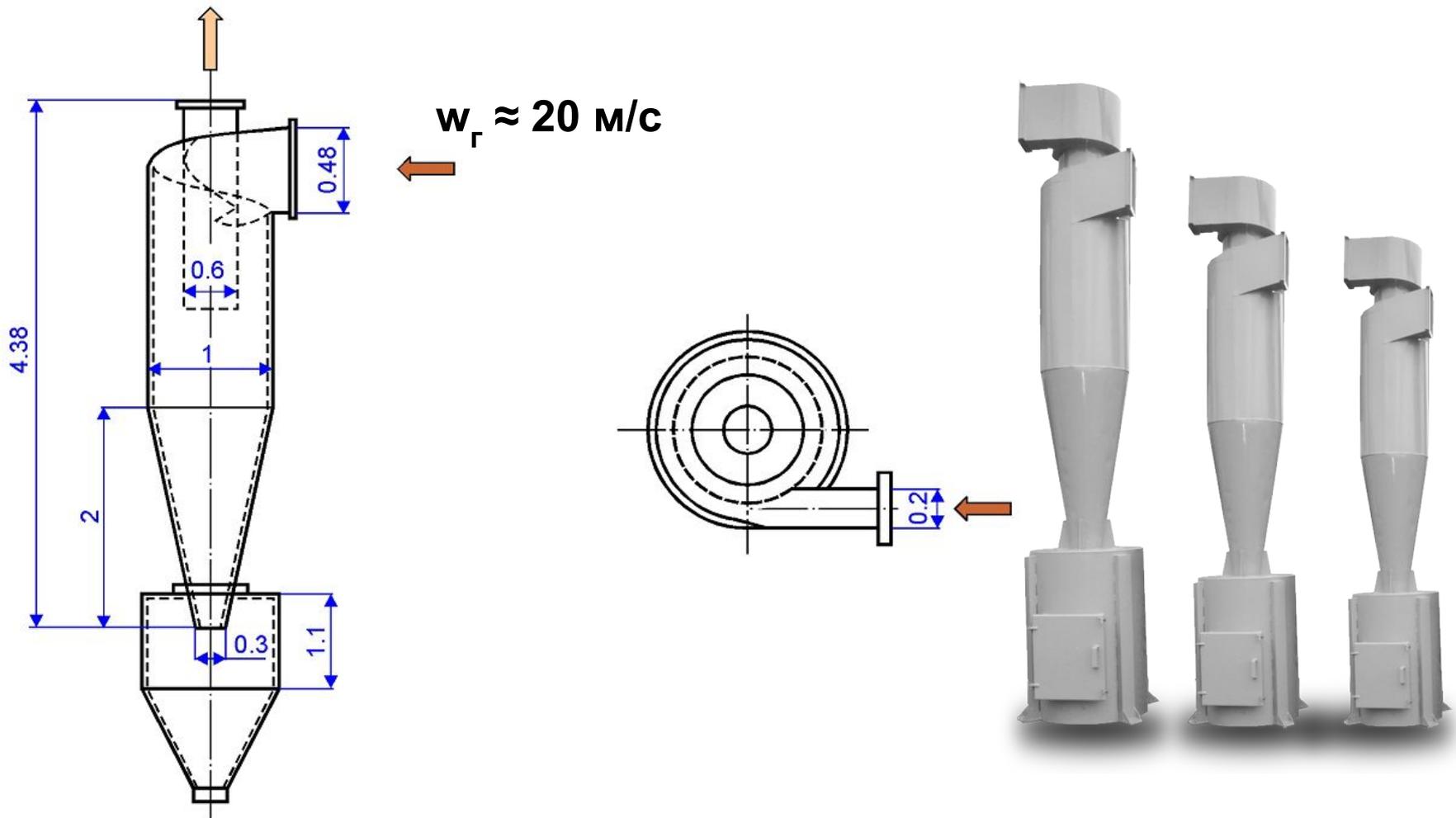
ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Основными преимуществами циклонов являются:

- дешевизна,
- высокая производительность,
- простота изготовления и ремонта;
- компактность,
- простая и не затратная эксплуатация,
- надежная работа при высокой температуре и давлении,
- отсутствие движущихся частей,
- более высокая степень очистки газа, чем в аппаратах гравитационного осаждения.

Циклоны не рекомендуется использовать для очистки газа, содержащего частицы размером менее 10 мкм или обладающих сильным абразивным действием, а также для очистки от частиц слипающейся золы

ОДИНОЧНЫЕ ЦИКЛОНЫ типа ЦН (НИИОГАЗ)



При работе циклонов должна быть обеспечена выгрузка пыли. При этом уровень пыли в бункерах должен быть не выше плоскости, расположенной от крышки бункера на 0,5 диаметра циклона.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Диаметр одиночных циклонов - 40-1000 мм.

Степень очистки в циклонах достигает:

- 96-99% при содержании частиц размером 20 мкм,
- 70-95% - при наличии частиц размером 10 мкм
- 30-85% - если размер частиц составляет 5 мкм.

Производительность современных циклонов варьируется от 6500 до 43000 м³/ч кубометров воздуха в час.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

В настоящее время эксплуатируются циклоны различных конструкций: ЛИОТ, НИИСТО, СИОТ и др.

Наибольшее распространение получили **циклоны конструкции НИИОгаза**, которые более совершенны и способны с достаточной эффективностью улавливать частицы пыли размером более 10 мкм:

- цилиндрические с винтовой крышкой серии ЦН;
- спирально-конические типов СДК-ЦН-33 и СК-ЦН-34.



ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Циклоны ЦН рекомендуется применять для улавливания:

- зола из дымовых газов котельных установок;
- пылевидных продуктов, уносимых из различного типа сушилок;
- зернистого катализатора в процессах каталитического крекинга;
- пыли, удаляемой после помола;
- зернистых и пылевидных продуктов, перемещающихся пневмотранспортом;
- пыли, уносимой из аппаратов, в которых протекают процессы со взвешенными в газах частицами;
- пыли, удаляемой вентиляционными установками.



ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

К цилиндрическим относят циклоны типов ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15У и ЦН-24, которые отличаются один от другого углом наклона входного патрубка (цифры обозначают угол его наклона к горизонтали, перпендикулярной оси циклона). Они имеют удлиненную цилиндрическую часть; отношение диаметра выхлопной трубы d к диаметру циклона D составляет 0,59.

Циклон типа ЦН-11 является наиболее эффективным, однако для него характерно наибольшее гидравлическое сопротивление.

Циклон типа ЦН-15У (укороченный) характеризуется меньшей высотой.

Циклон типа ЦН-24 отличается от циклонов других типов высокой пропускной способностью и небольшой степенью очистки газа. Поэтому его используют для грубой очистки газа от пыли в качестве первой ступени перед наиболее эффективными аппаратами (рукавными фильтрами, электрофильтрами и др.).

Циклоны типа ЦН-15 получили наибольшее распространение для очистки газа с высокой концентрацией мелкой пыли, а также для улавливания пыли, склонной к слипанию.

Для циклонов типа ЦН характерны низкие технико-экономические показатели, склонны к истиранию стенок пылью, их используют при отсутствии в месте установки достаточных габаритов по высоте.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Циклоны СК-ЦН, СДК-ЦН

Предназначены для очистки сажегазовых и сажевоздушных смесей от твёрдых частиц в системах пневмотранспорта, аспирации и пневмоупорки сажевого (технического углерода) производства.

При равных производительностях с цилиндрическими отличаются от последних большими габаритными размерами и поэтому обычно не применяются в групповом исполнении.

Конические циклоны характеризуются более удлиненной конической частью и спиральным входным патрубком.

Конические циклоны обеспечивают наибольшую эффективность пылеулавливания.

Циклоны изготавливаются как для «правого», так и для «левого» вращения газового потока.



ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Для очистки газов от абразивной пыли рекомендуют использовать конические циклоны типа **СДК-ЦН-33** и **34**, которые различаются по высоте, длине конической части, имеют спиральный входной патрубок и малое отношение диаметров выхлопной трубы к корпусу циклонов – соответственно 0,33 и 0,34.

Эти циклоны работают с **достаточной эффективностью при небольшой скорости газового потока** и поэтому меньше подвержены истиранию пылью.

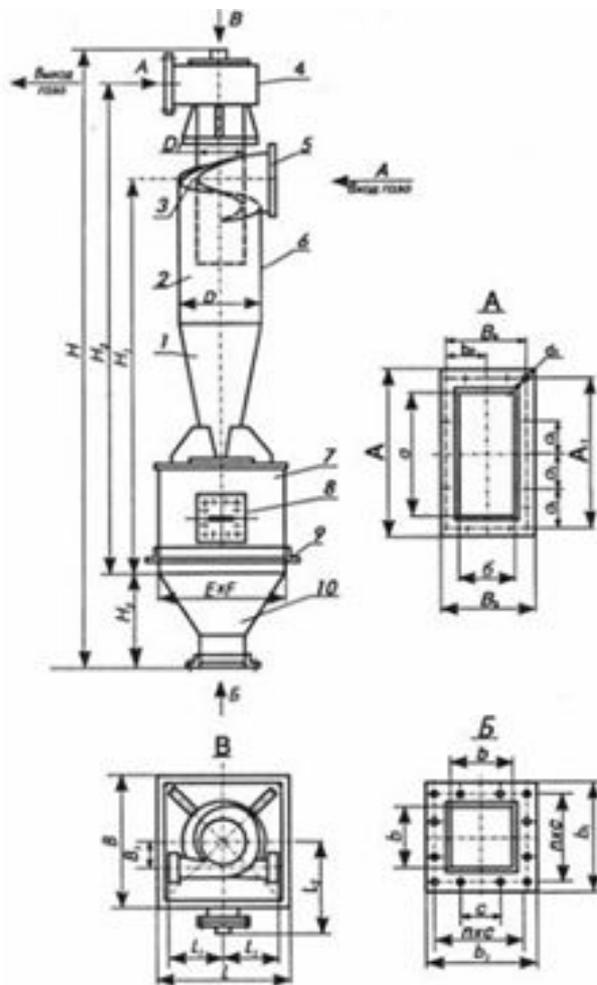
Кроме того, циклон **СДК-ЦН-33** является **высокоэффективным** аппаратом для очистки газа от **пыли размером более 10 мкм**.

Однако вследствие больших размеров его использование возможно при наличии достаточных габаритов помещения по высоте.

При ограниченных габаритах рекомендуют применять циклоны **СК-ЦН-34**, которые работают эффективно, но обладают более высоким гидравлическим сопротивлением.

Циклоны **СК-ЦН-34М** применяют для улавливания пылей, обладающих высокой абразивностью частиц или их высокой слипаемостью. Однако потери давления в этих циклонах примерно в 2 раза больше, чем в циклонах **СДК-ЦН-33**, **СК-ЦН-34**.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



Основные параметры циклонов ЦН-15

Массовая концентрация пыли в очищаемом газе, г/м³:

для слабослипающихся пылей до 1000

для среднеслипающихся пылей 250

Температура очищаемого газа, С до 400

Давление, кПа до 5

Коэффициент гидравлического сопротивления циклонов:

для одиночного исполнения 147

для группового исполнения

с "улиткой" 175

со сборником 182

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Циклоны ЦН-15 предназначены для сухой очистки газов. Указанные циклоны рекомендуется применять для улавливания золы из дымовых газов; пыли, уносимой из сушилок; пыли, уносимой газом из аппаратов, в которых протекают процессы со взвешенными в газе частицами; пыли, образующейся при пневматической транспортировке материалов; для очистки загрязненного воздуха с начальной запыленностью до 400 г/м³. Для очистки воздуха от взрывоопасной, сильнослипающейся и волокнистой пыли циклоны ЦН-15 применять не следует. В зависимости от расхода очищаемого воздуха циклоны могут применяться как в одиночном исполнении, так и в групповом, состоящем из 2-х, 4-х, 6-и и 8-ми циклонов. При подборе типоразмера циклона надо учитывать, что с увеличением диаметра циклона степень очистки воздуха уменьшается. В связи с этим не рекомендуется применять циклоны с диаметром более 800-1000мм. Конструкция циклона рассчитана на температуру до 400°С и разрежение (давление) 5(500) кПа (кгс/м²). Циклоны изготавливаются как левого, так и правого исполнения. Они могут устанавливаться как на всасывающей линии вентилятора, так и на нагнетании. В зависимости от этого одиночный циклон комплектуется с улиткой на выходе очищенного воздуха или зонтом. При очистке воздуха от абразивной пыли, вызывающей износ крыльчаток вентилятора, циклоны рекомендуется устанавливать перед вентилятором. В группе циклонов патрубки с выходом очищенного воздуха могут объединяться сборным коллектором с выходом воздуха вертикально и системой улиток каждого циклона, объединенных общим фланцем. В первом случае группа циклонов носит название ЦН-15-СП, во втором случае ЦН-15-УП, где П - форма бункера циклона-пирамидальная; числа 200,300,400 и т.д. соответствуют диаметру циклона Dмм. может быть увеличена.

Условное обозначение типоразмера одиночного группового циклона:

Например: ЦН-15Л-600х2УП.

ЦН – циклон НИИОгаза; 15 – угол наклона входного патрубка относительно горизонтали (град.); П, Л – «Правое» («Левое») вращение газа; число после тире (600) – внутренний диаметр цилиндрической части циклона (мм); следующая цифра (2) – количество циклонов в группе; У – с камерой очищенного газа в виде «улитки»; С – с камерой очищенного воздуха в виде сборника; П – пирамидальная форма бункера.

Материал для изготовления циклонов – углеродистая сталь при температуре окружающей среды до 400°С. При температуре ниже - 400°С применяют низколегированные стали.

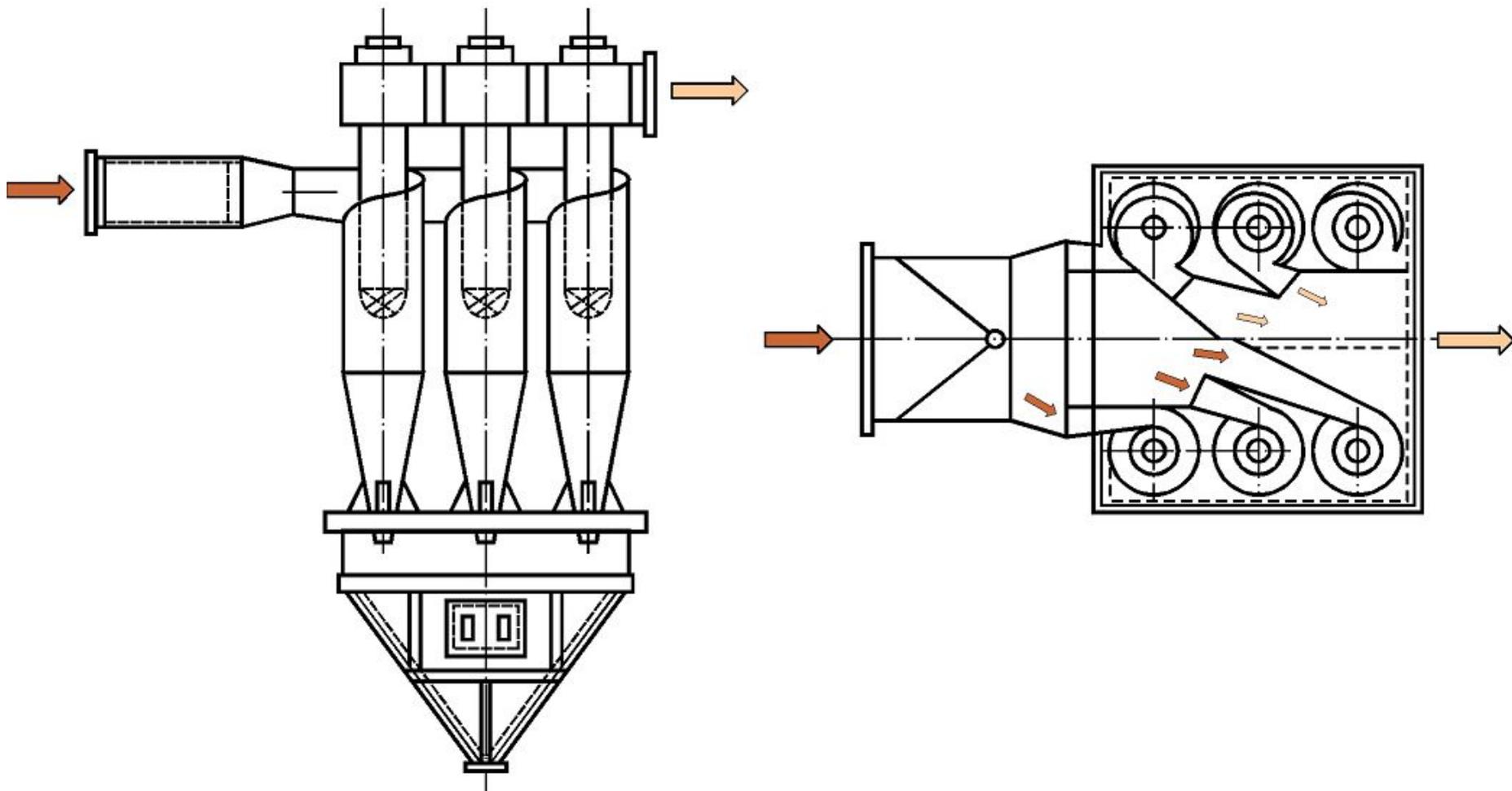
ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

В зависимости от объема очищаемого газа циклоны устанавливают либо по одному (**одиночные циклоны**), либо объединяют в группы по 2, 4, 6, 8 (реже по 14) элементов (**групповые циклоны**).

При очистке большого количества газов для достижения высокой степени улавливания пыли необходимо устанавливать группу циклонов.

Однако число циклонов в группе ограничивается из-за конструктивных соображений; тем самым ограничивается и производительность группы.

БЛОКИ ЦИКЛОНОВ

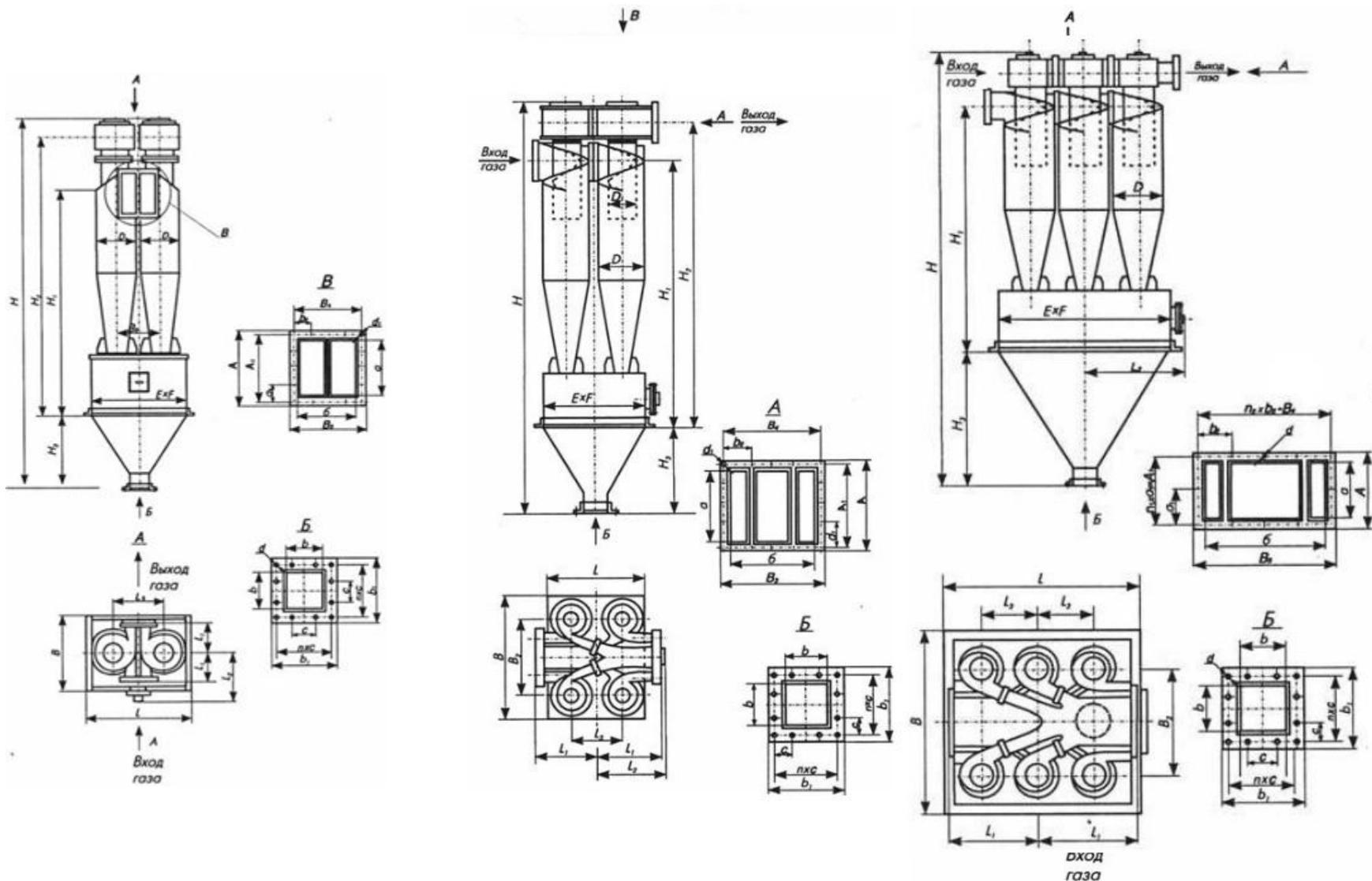


Прямоугольные блоки (2 - 8 циклонов) и круговые блоки (10 - 14 циклонов) с общим подводом и отводом газов и общим бункером золы.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



ЦН-15 2УП

ЦН-15 4УП

ЦН-15 6УП

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

С увеличением центробежного ускорения увеличивается скорость потока, а время пребывания в циклоне сокращается. При условии, что скорость газовой взвеси на входе постоянная, эффективность работы циклона тем выше, чем меньше диаметр его корпуса.

По этой причине для очистки больших объемов газа используют установки, которые в одном корпусе объединяют несколько циклонных компонентов небольшого размера вместо одного циклона большого радиуса.

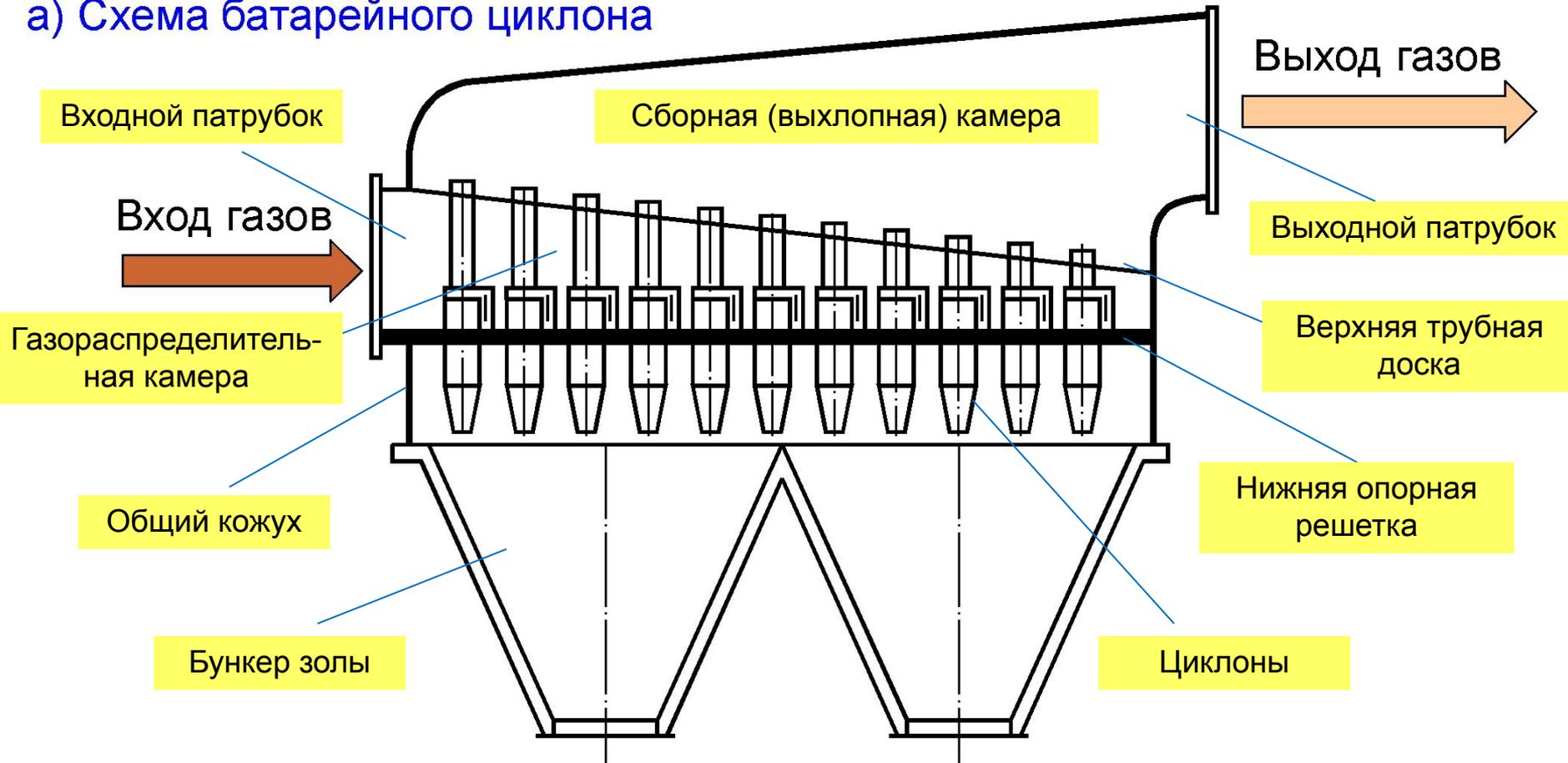
Подобные аппараты называются **батарейными циклонами** (или мультициклонами).

Аппарат представляет собой циклонные элементы с внутренним диаметром не более 250 мм, которые включены параллельно и имеют общий корпус, сборный бункер, а также общий подвод и отвод газа.

Если одиночные циклоны имеют диаметр 40-1000 мм, то диаметр циклонного элемента в батарейном циклоне – 40-250 мм.

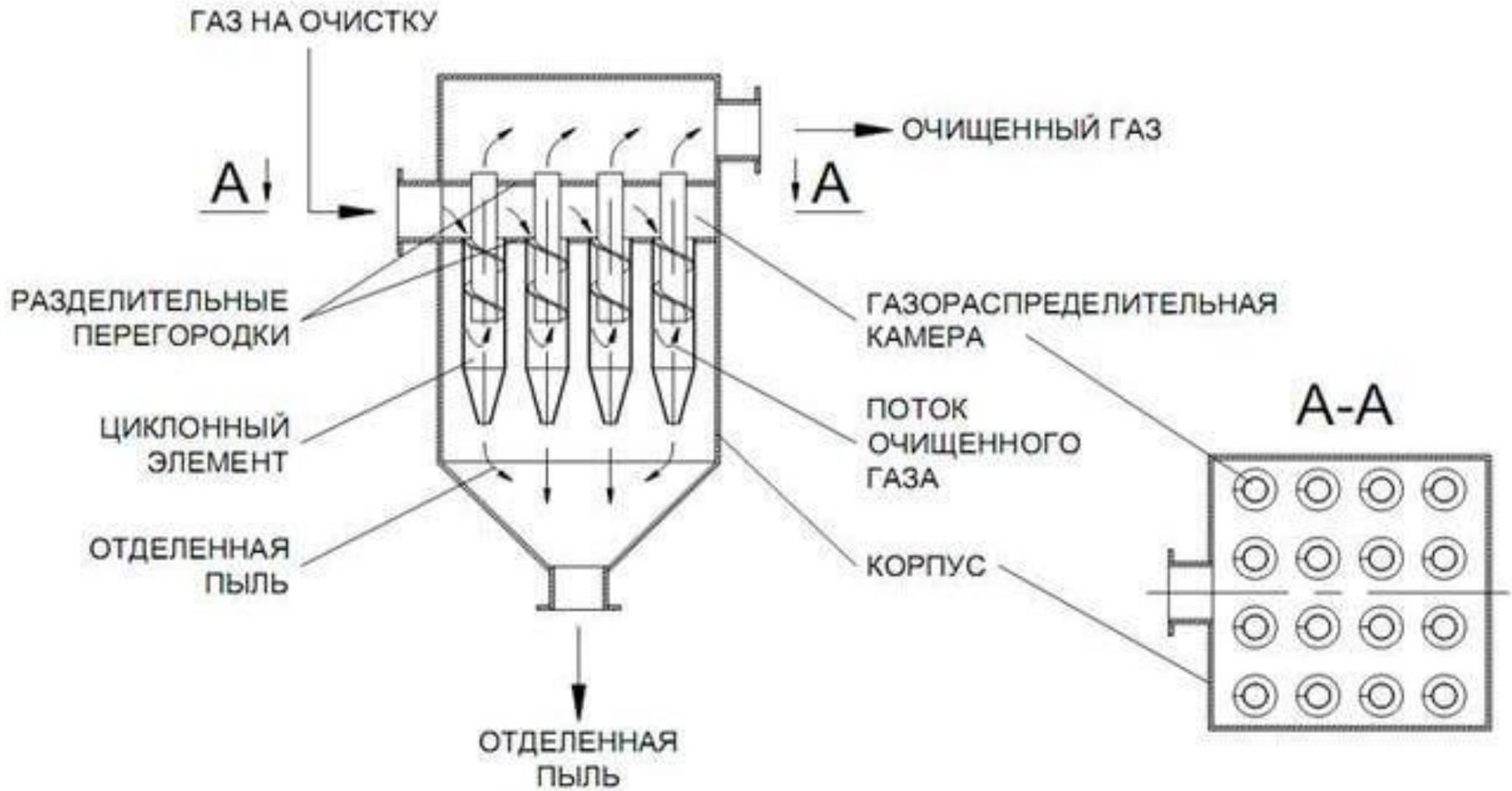
БАТАРЕЙНЫЕ ЦИКЛОНЫ

а) Схема батарейного циклона

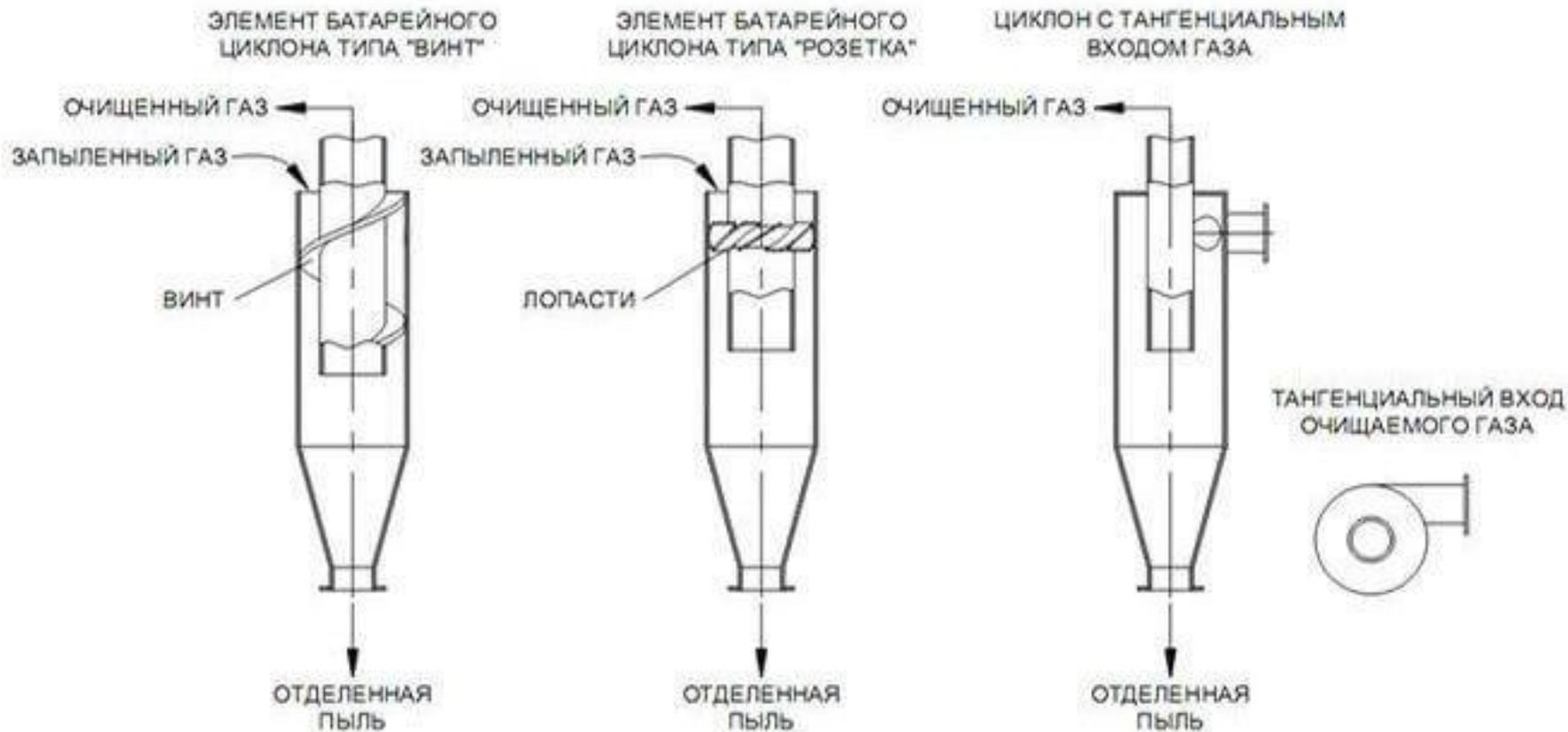


Батарейный циклон представляет собой большую группу параллельно включенных циклонов, скомпонованных внутри общего корпуса и имеющих общие бункер для сбора золы, распределительную и выхлопную камеры

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

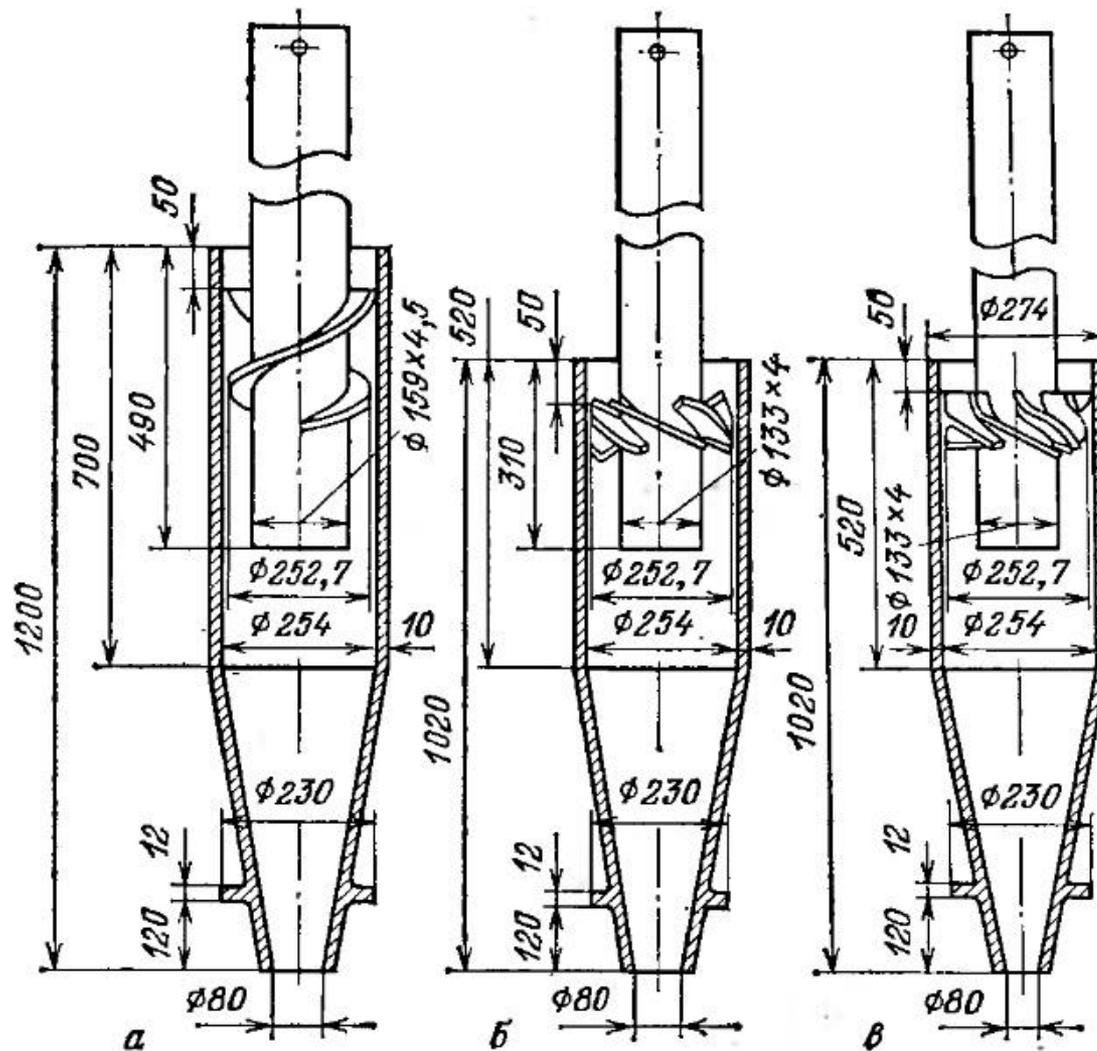


ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



В батарейных циклонах (мультициклонах) движение газа достигается установкой в каждой части аппарата закручивающего элемента **в виде розетки или винта**, **а не тангенциальным подводом газа**. Благодаря этому производительность батарейного циклона будет намного больше, чем производительность обычного циклона такого же размера.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



Элемент батарейного циклона.

- а) - с направляющим аппаратом типа "винт"; б) - с направляющим аппаратом типа "розетка";
в) - с направляющим аппаратом типа "розетка" с безударным входом.

Батарейный циклон:

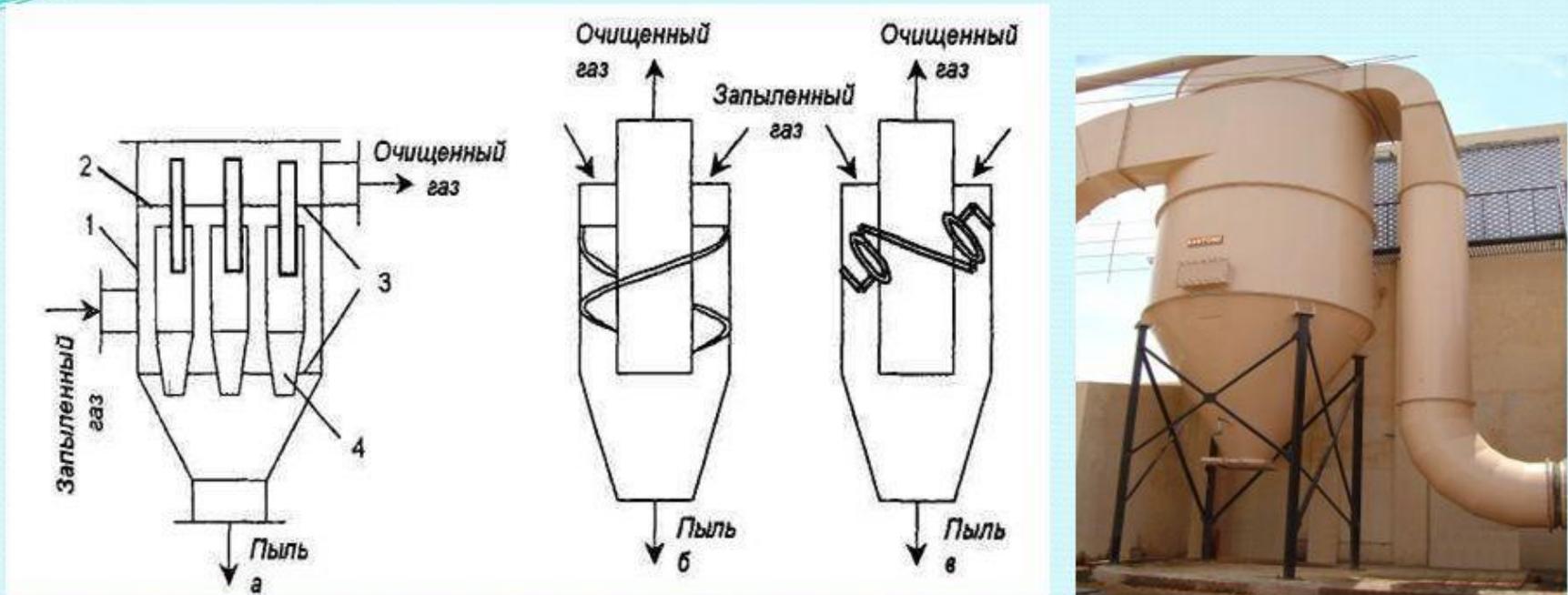
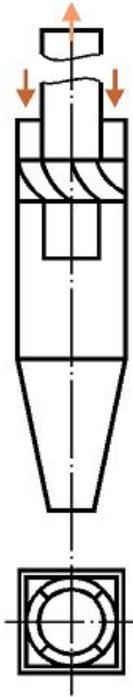


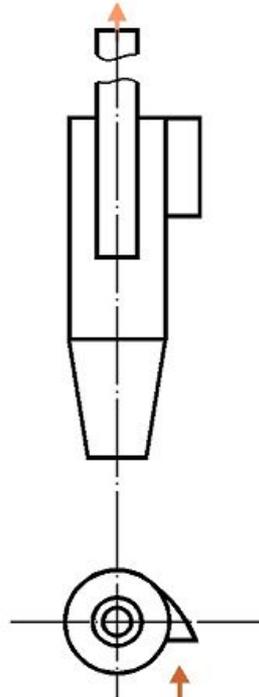
Рис.3

а - схема: 1- корпус; 2 - распределительная камера; 3 - решетки; 4 - циклонный элемент; б - элемент с направляющим аппаратом типа "винт"; в - элемент с направляющим аппаратом типа "розетка"

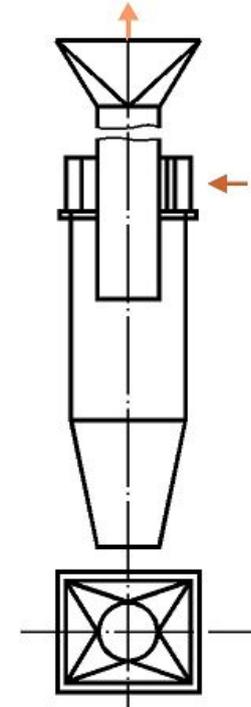
ЭЛЕМЕНТЫ БАТАРЕЙНЫХ ЦИКЛОНОВ



С восьмилопастными лопатками
безударного входа (тип БЦ)



С полуэллиптическим
входом (тип БЦУ)



С тангенциальным четырехзаходным
завихрителем (тип БЦ-512)

Скорость газов 4 - 5 м/с

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Степень очистки газов:

- 65—85% - для частиц с размерами 5 мкм,
- 85-90% - для частиц с размерами 10 мкм
- 90-95% - для частиц с размерами 20 мкм.

Чем выше гидравлическое сопротивление в циклоне, тем больше степень очистки.

$$\Delta p = 500 - 700 \text{ Па} = 50 - 70 \text{ кгс/м}^2$$

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Начальное пылесодержание газа, поступающего на очистку в батарейный циклон, ограничивают и принимают в соответствии с приведенными ниже данными:

диаметр элемента, мм	100	150	250
допустимая запыленность газа, г/м ³	25/15	50/35	100/75

Примечание: В числителе – для направляющего аппарата типа «винт», в знаменателе – типа «розетка».

Если начальная запыленность газа будет выше приведенных значений, перед батарейным циклоном **необходимо устанавливать аппарат грубой очистки газа** (типа пылесадочной камеры, коллектора и т.д.).

Циклонные элементы диаметром 100 мм рекомендуется применять для очистки газа от пыли, имеющей размеры частиц до 10 мкм, а диаметром 150 и 250 мм – в том случае, если размер частиц превышает 10 мкм.

Каждая секция батарейного циклона должна быть снабжена отдельным бункером с пылевым затвором.

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Батарейные циклоны БЦ-512

Золоуловители предназначены для сухого улавливания золы, уносимой газами с максимальной температурой на входе в золоуловитель 400° (из топок паровых и водогрейных стационарных котлов) при сжигании топлив.

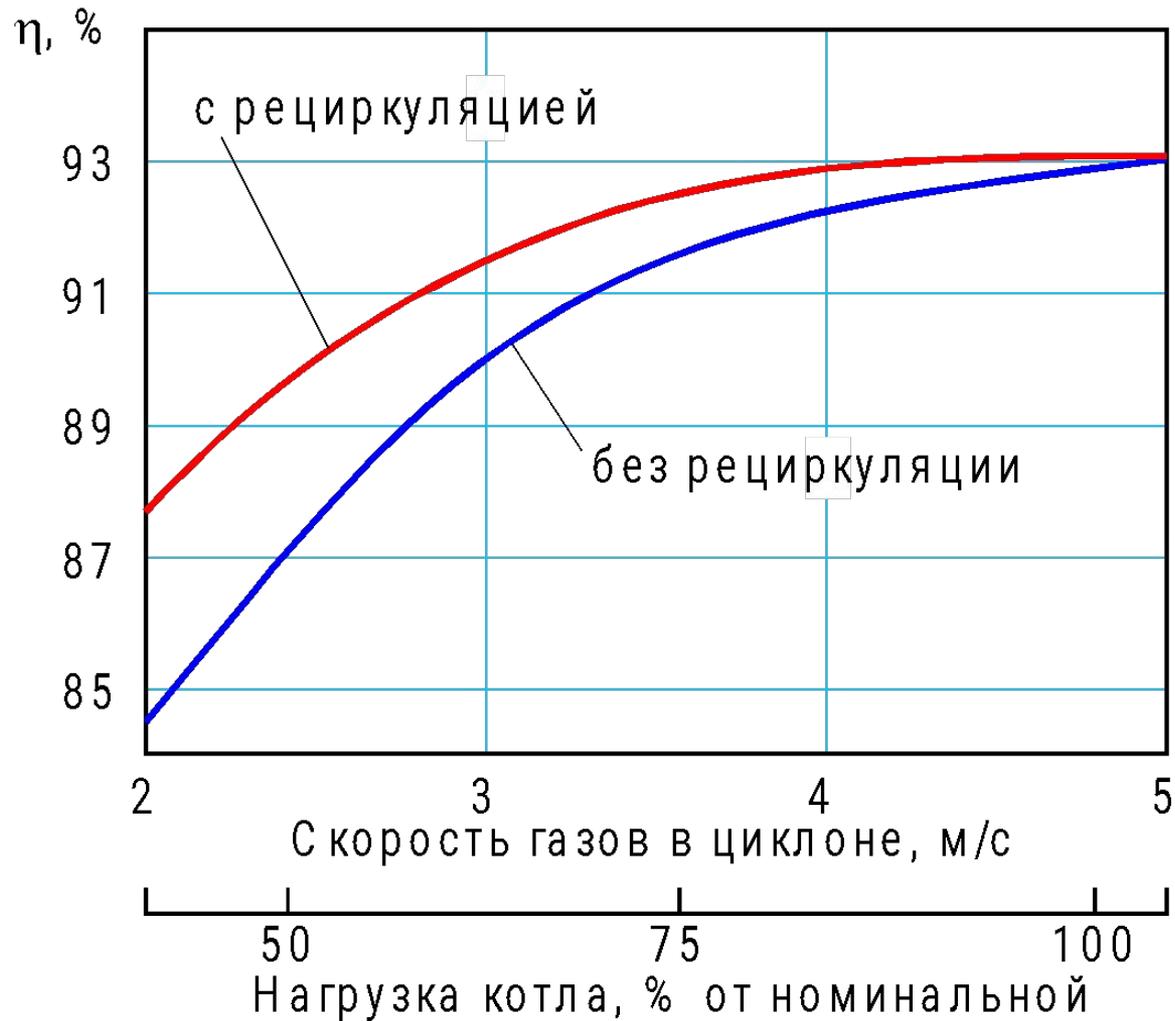
Золоуловитель поставляется как **с системой рециркуляции 10 % газов из бункера** на вход золоуловителя со степенью очистки 94 % гидравлическим сопротивлением 1300 Па, так и без системы рециркуляции со степенью очистки 92 % гидравлическим сопротивлением 1100 Па.

Золоуловитель комплектуется из батарей циклонных элементов диаметром 512 мм, **повышенный диаметр которых обеспечивает надежную работу золоуловителя при улавливании слипающихся зол, а также при работе котлов на многозольных топливах.**

Высокий уровень очистки дымовых газов обеспечивается значительной круткой зологазового потока посредством четырехзаходного улиточного завихрителя.

Конструкция золоуловителя позволяет осуществлять дистанционное управление заслонками шиберов в зависимости от рабочей нагрузки котлов в пределах от 60 до 100 %.

БАТАРЕЙНЫЕ ЦИКЛОНЫ ТИПА БЦУ-М



Эффективность очистки дымовых газов от нагрузки котла

БАТАРЕЙНЫЕ ЦИКЛОНЫ ТИПА БЦУ-М

Маркировка батарейных циклонов типа БЦУ-М

БЦУ-М $a \times b \times m - I$

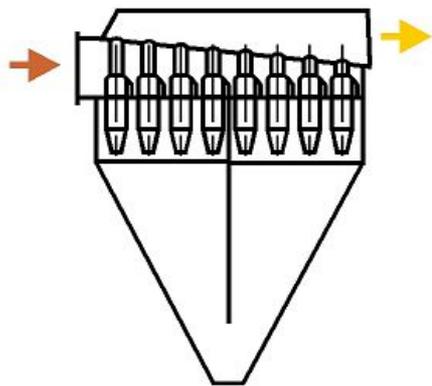
$a = 1; 2; 4; 6$ - количество секций батарейного циклона

$b = 10; 12; 14$ – количество циклонов в глубину секции

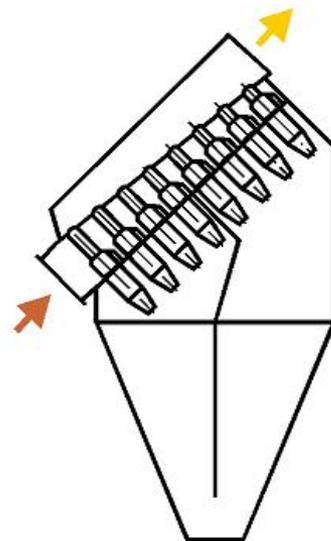
$m = 7 \div 15$ – количество циклонов по ширине секции

$I = I, II, III$ – тип установки (компоновки) циклонов

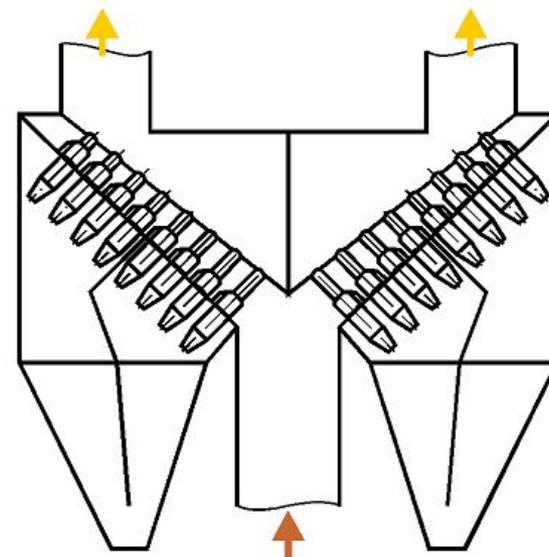
КОМПОНОВКА БАТАРЕЙНЫХ ЦИКЛОНОВ



Тип I - вертикальная установка



Тип II - угловая установка



Тип III - установка в решетку

БАТАРЕЙНЫЕ ЦИКЛОНЫ ТИПА БЦУ-М

Типо-размер	Число секций	Число циклонных элементов				Суммарное сечение циклонных элементов, м ²	Расход газов, м ³ /с
		по глубине	по ширине	в каждой секции	общее		
4×14×7	4	14	7	98	392	16,42	74
4×14×8	4	14	8	112	448	18,77	84
4×14×9	4	14	9	126	504	12,12	95
4×14×10	4	14	10	140	560	23,46	106
4×14×11	4	14	11	154	616	25,81	116
4×14×12	4	14	12	168	672	28,16	127
4×14×13	4	14	13	182	728	30,5	187
4×14×14	4	14	14	196	784	32,85	148
4×14×15	4	14	15	210	840	35,19	158
6×14×10	6	14	10	140	840	35,19	158
6×14×11	6	14	11	154	824	38,71	174
6×14×12	6	14	12	168	1008	42,23	190
6×14×13	6	14	13	182	1092	45,75	206
6×14×14	6	14	14	196	1176	49,27	222
6×14×15	6	14	15	210	1260	52,79	238

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Все типы циклонов и батарейных циклонов можно устанавливать как на всасывающей, так и на нагнетательной линиях системы газоходов.

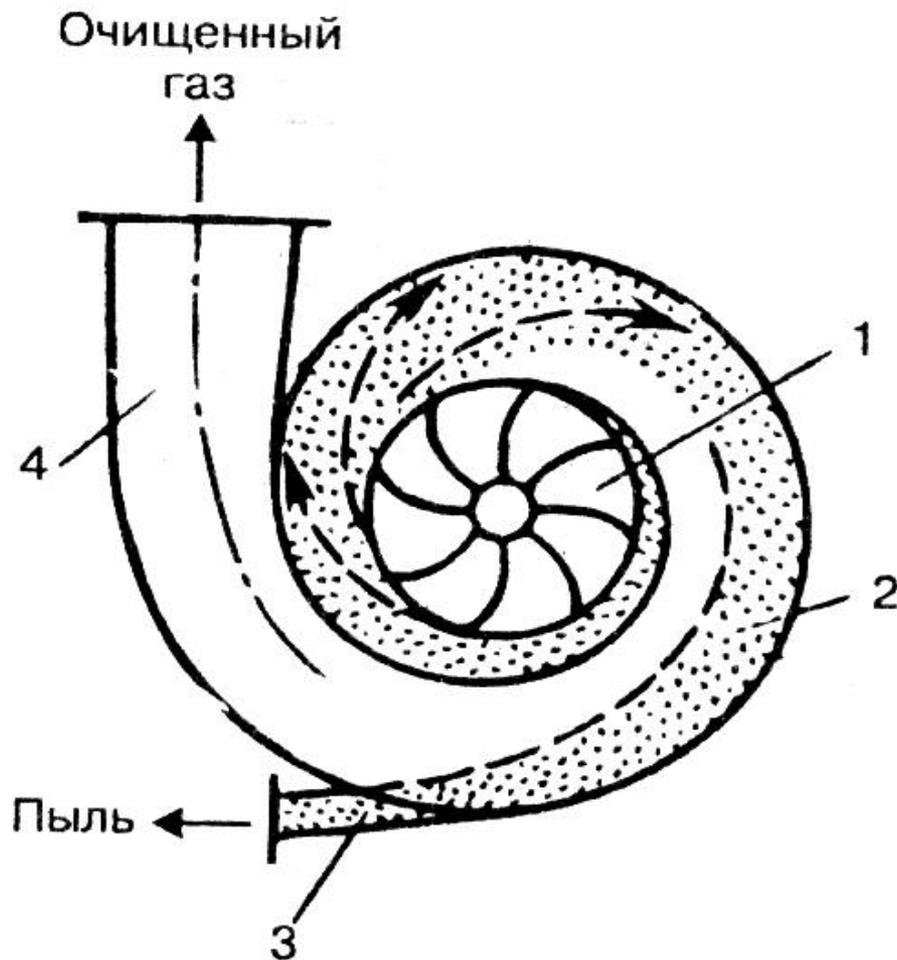
Для очистки газов **от абразивной пыли**, вызывающей износ крыльчаток дымососов и вентиляторов, эти аппараты следует устанавливать **перед дымососами или вентиляторами**.

Нормализованные циклоны и батарейные циклоны рассчитаны на **давление или разрежение до 2500 Па и температуру газа до 400°C**.

При низкой температуре газа с **большим влагосодержанием** для исключения конденсации водяных паров на внутренней поверхности стенок циклонов их необходимо **устанавливать в отапливаемых помещениях**.

При установке аппаратов вне пределов цеха внешнюю поверхность их корпуса следует термоизолировать, а газ в зимнее время при необходимости следует подогревать.

РОТАЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ



При вращении вентилятора колеса 1 частицы пыли за счет центробежных сил отбрасываются к стенке спиралеобразного кожуха 2 и движутся по ней в направлении выхлопного отверстия 3.

Газ, обогащенный пылью, через специальное пылеприемное отверстие 3 отводится в пылевой бункер, а очищенный газ поступает в выхлопную трубу 4.

Достаточно высокая эффективность очистки воздуха такими аппаратами достигается при улавливании сравнительно крупных частиц пыли (свыше 20...40 мкм).

