

Оборудование пылеулавливания

- На предприятиях цветной металлургии приходится иметь дело с технологическими газами и вентиляционным воздухом, содержащими в себе пыль и газообразные вещества.
- Улавливание указанных веществ необходимо по техническим, экономическим и санитарно-гигиеническим соображениям.

- Образование пылей может происходить в результате:
- а) уноса газовым потоком мелких частиц (механический унос);
- б) конденсации паров при охлаждении газов
- в) химических реакций.
- Образование газообразных веществ происходит только в результате химических процессов и испарения.

Санитарные нормы допустимых концентраций загрязняющих воздух веществ

Загрязняющие вещества	Предельно допустимая концентрация мг/м ³		Загрязняющие вещества	Предельно допустимая концентрация мг/м ³	
	максимальная разовая	средне- суточная		максимальная разовая	средне- суточная
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	Фтористые соединения	0,03	0,01
Хлор	0,10	0,03	Серная кислота	0,30	0,10
Сероводород	0,03	0,01	Фенол	0,30	0,10
Серовуглерод	0,50	0,15	Мышьяк (неорганические соединения, кроме мышьяковистого водорода) в пересчете на As	—	0,003
Окись углерода	6,0	2,0	Свинец и его соединения (кроме тетраэтилсвинца) в пересчете на Pb	—	0,0007
Окислы азота в пересчете на N ₂ O ₅	0,5	0,15	Ртуть металлическая	—	0,0003
Сажа (копоть)	0,15	0,05			
Фосфорный ангидрид	0,15	0,05			
Марганец и его соединения в пересчете на Mn	0,03	0,01			
Пыль нетоксическая	0,5	0,15			

- Наиболее важной характеристикой пыли, с точки зрения пылеулавливания, является дисперсность и химический состав, поскольку они в значительной степени обуславливают удельный и насыпной вес, слипаемость, электрические и другие свойства.

- Дисперсность пылей определяется механизмом и условиями их образования:
- Пыли, образовавшиеся за счет воздействия газового потока на мелкие частицы, что в свою очередь, может быть сопряжено с дроблением, обжигом, пересылкой материалов, обычно называются механическим уносом. Крупность этих пылей определяется скоростью и другими параметрами газового потока и крупностью исходного материала и процессами, приводящими к его размельчению. Обычно эти пыли имеют размеры от 3—10 *мкм* до частиц в несколько сотен микрон и более.
- Пыли механического происхождения по химическому составу часто оказываются идентичными исходному материалу или шихте, из которой они получились при воздействии газового потока.

- Пыли, образовавшиеся в результате конденсации паров при охлаждении газов или при реакции газовых компонентов, при которой образуется вещество с низкой упругостью пара, что приводит к образованию твердых частиц.
- Такие аэрозоли называются дымами, а в цветной металлургии — условно возгонами.
- В большинстве случаев первичные частицы таких пылей имеют размеры в десятые или сотые доли микрона и в основном монодисперсны.
- По химическому составу возгоны могут значительно отличаться от шихты и обогащены более летучими компонентами.

ОСНОВНЫЕ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИЕ АППАРАТЫ

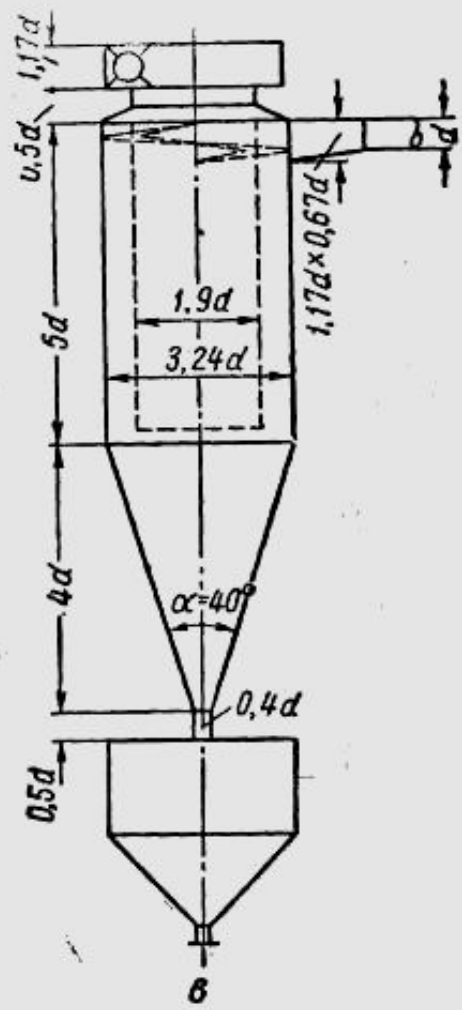
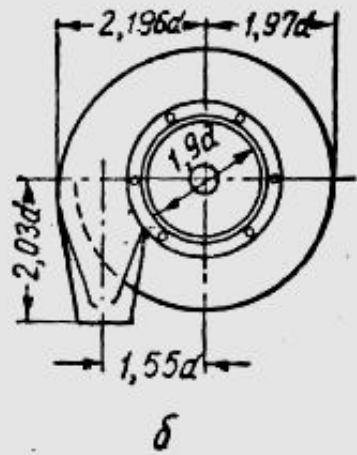
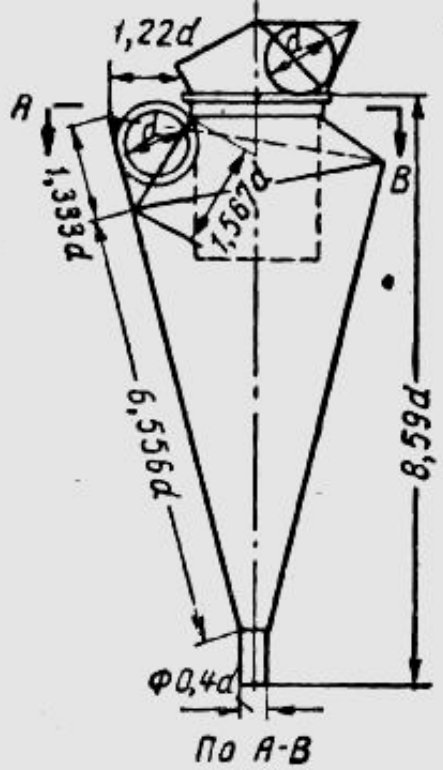
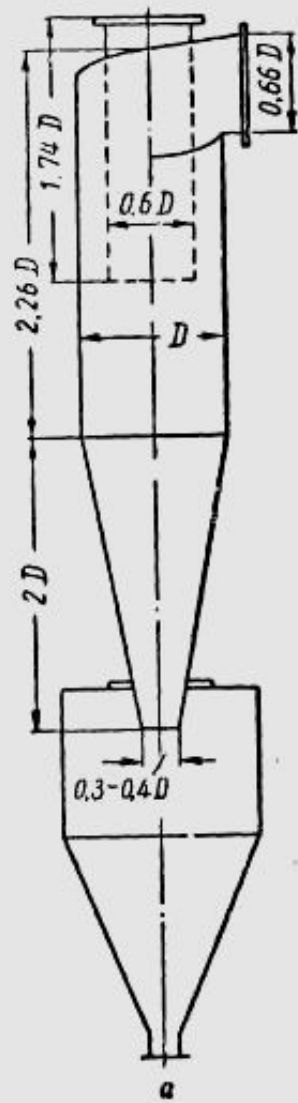
- Аппараты и методы пылеулавливания могут быть подразделены на две основные группы:
- а) для улавливания более крупной пыли с частицами, превышающими 5 *мкм*,
- б) для частиц менее 5 *мкм*.
- Однако эта классификация в значительной степени условна, поскольку улавливание зависит не только от размеров частиц, но и от других их свойств, а также от концентрации пыли в газовой фазе.

- Во всех пылеуловительных аппаратах частицы пыли и тумана подвергаются действию сил, выводящих их из газового потока (сила тяжести, центробежная сила, электрическая сила, броуновское движение и т. д.).
- На предприятиях цветной металлургии часто целесообразно устанавливать последовательно аппараты для раздельного улавливания крупных и высокодисперсных частиц.

ОСАДИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ И ЦИКЛОНЫ

- Осадительные камеры вследствие их малой эффективности, больших габаритов и трудности равномерного распределения газа по сечению применяются для улавливания очень крупной пыли иногда при высокой температуре газов.
- В этих аппаратах частицы пыли осаждаются в результате действия силы тяжести.

- Центробежная сила использована для выделения частиц из газового потока в циклонах. На рисунке изображены циклоны различных типов и показаны их основные размеры в долях диаметра аппарата (D) или диаметра входного штуцера d

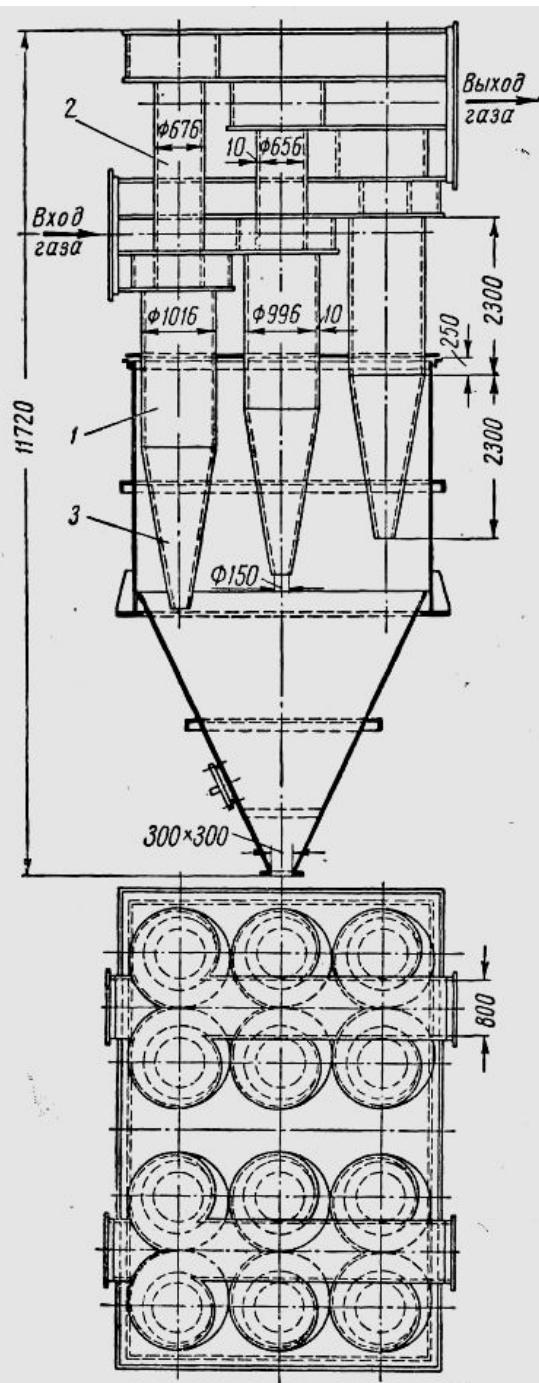


Общие виды циклонов:

а — системы Нииогаз ЦН-15; б — системы СИОТ; в — системы ЛИОГ

- Для улавливания пыли крупнее 5—10 *мкм* циклон является простым, дешевым относительно, малогабаритным и надежным пылеулавливающим аппаратом при надлежащем его проектировании, изготовлении и эксплуатации.
- Последнее, по сути, сводится только к поддержанию герметичности и своевременной выгрузке уловленной пыли.

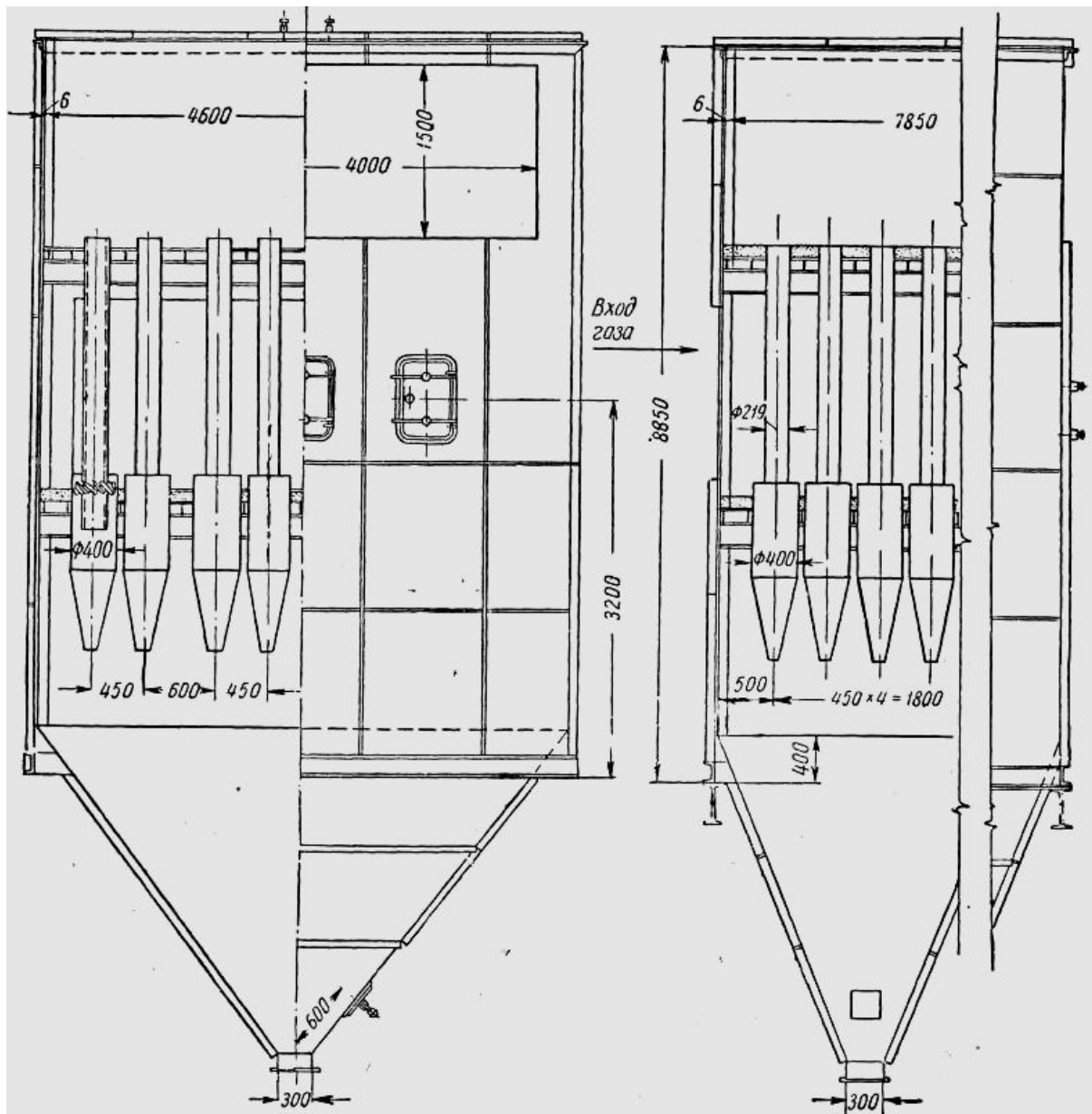
- Поскольку частицы диаметром меньше 5 *МКМ* в циклонах почти не улавливаются, то их область применения ограничена.



Групповой циклон со спиральным подводом газов к элементам:

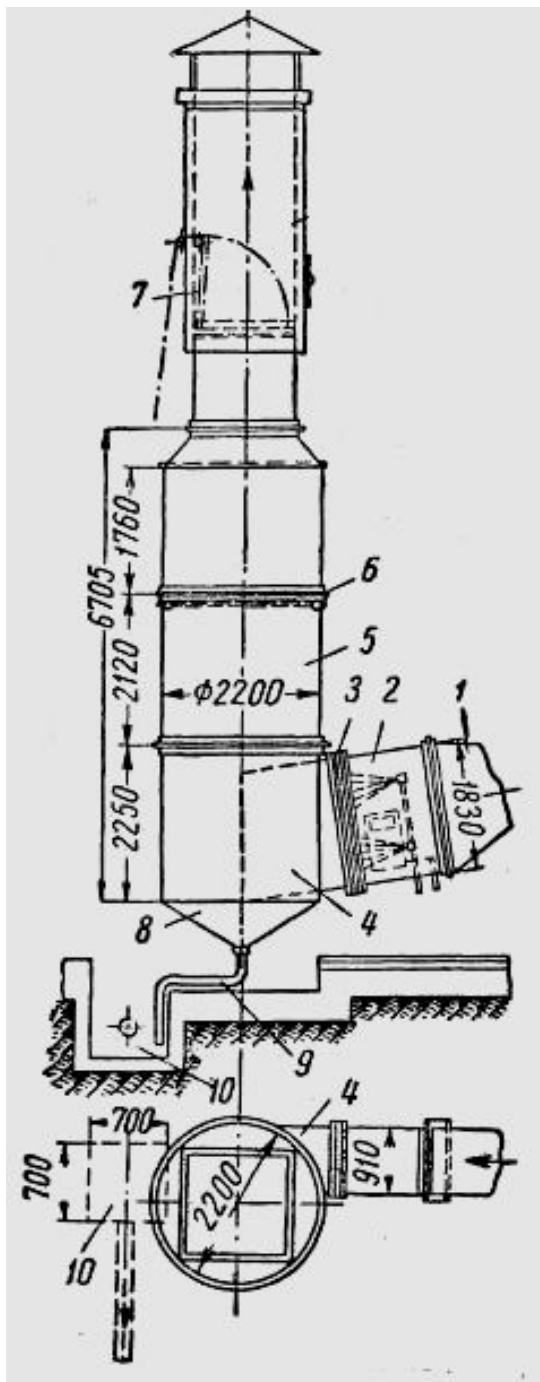
1 — корпус элемента (цилиндрическая часть); 2 — выхлопная труба элемента; 3 — коническая часть элемента

- Хорошо зарекомендовали себя батарейные циклоны Гипроцветмета с диаметром элементов 400 мм (обычно диаметр элемента от 100 до 400 мм) и с проходами между ними, что позволяет производить их очистку.



Батарейный циклон с элементами диам. 400 мм

- В тех случаях, когда допустимо улавливаемую пыль получать в виде шлама, применяют прямоточные циклоны с орошаемыми стенками (скрубберы ВТИ). На рисунке показан скруббер ВТИ, в котором газ поступает тангенциально в нижнюю часть и проходит его снизу вверх двигаясь по спирали.
- В верхней части тангенциально установлены сопла, создающие пленку жидкости, стекающую по стенкам скруббера.
- Во входном патрубке в шахматном порядке установлены прутки диаметром 16 мм с шагом 12 мм, орошаемые форсунками. Аппараты футеруют кислотоупорной плиткой.
- Эти аппараты не могут быть применены для улавливания возгонов, но на более крупной пыли, получаемой при дроблении и сушке, дают высокую степень очистки.



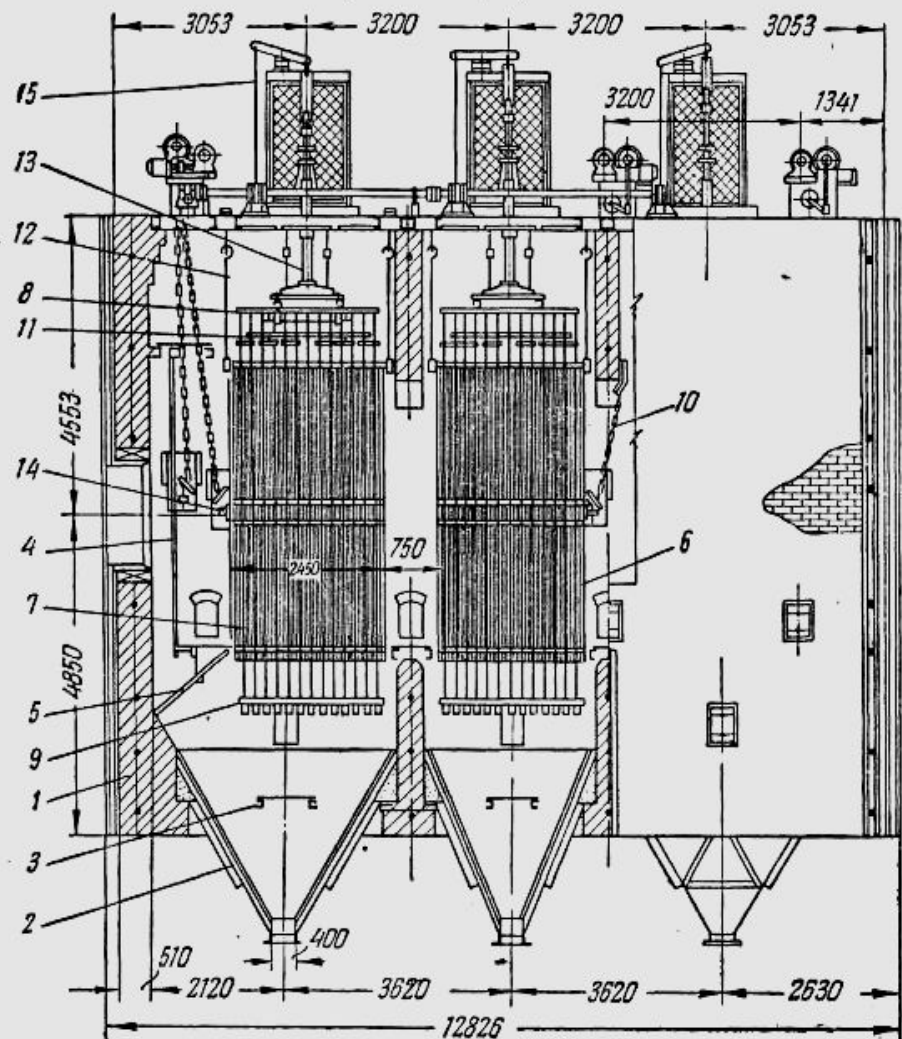
Центробежный скруббер ВТИ:

1 — патрубок входа газа; 2 — камера с форсунками; 3 — решетки из горизонтальных прутков; 4 — тангенциальный наклонный патрубок; 5 — цилиндрический корпус; 6 — сопла для подачи жидкости на стенки; 7 — клапан; 8 — конусное дно; 9 — труба слива пульпы; 10 — отстойник

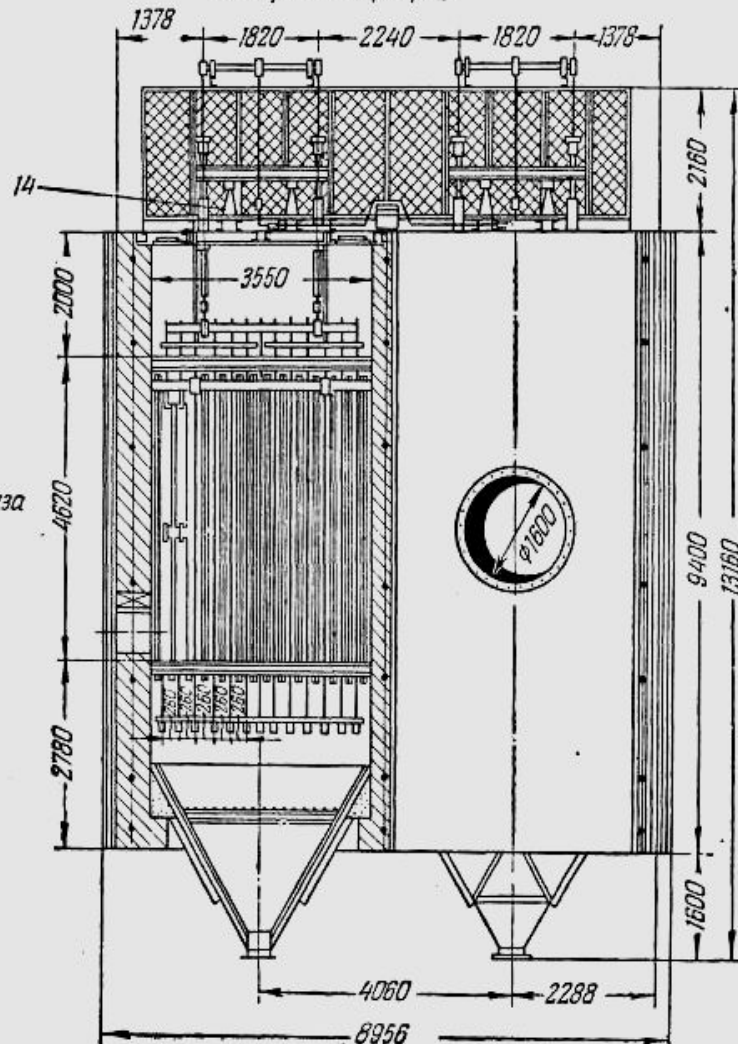
ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ

- Одним из лучших аппаратов для наиболее полного улавливания высокодисперсной пыли и тумана является электрофильтр.
- По конструкции осадительных электродов электрофильтры бывают трубчатыми или пластинчатыми. Разновидностью трубчатых электрофильтров являются шестигранные, более сложные в изготовлении, но более компактные и требующие меньше металла для своего изготовления.
- По ходу газа пластинчатые фильтры могут быть вертикальными или горизонтальными.

Продольный разрез



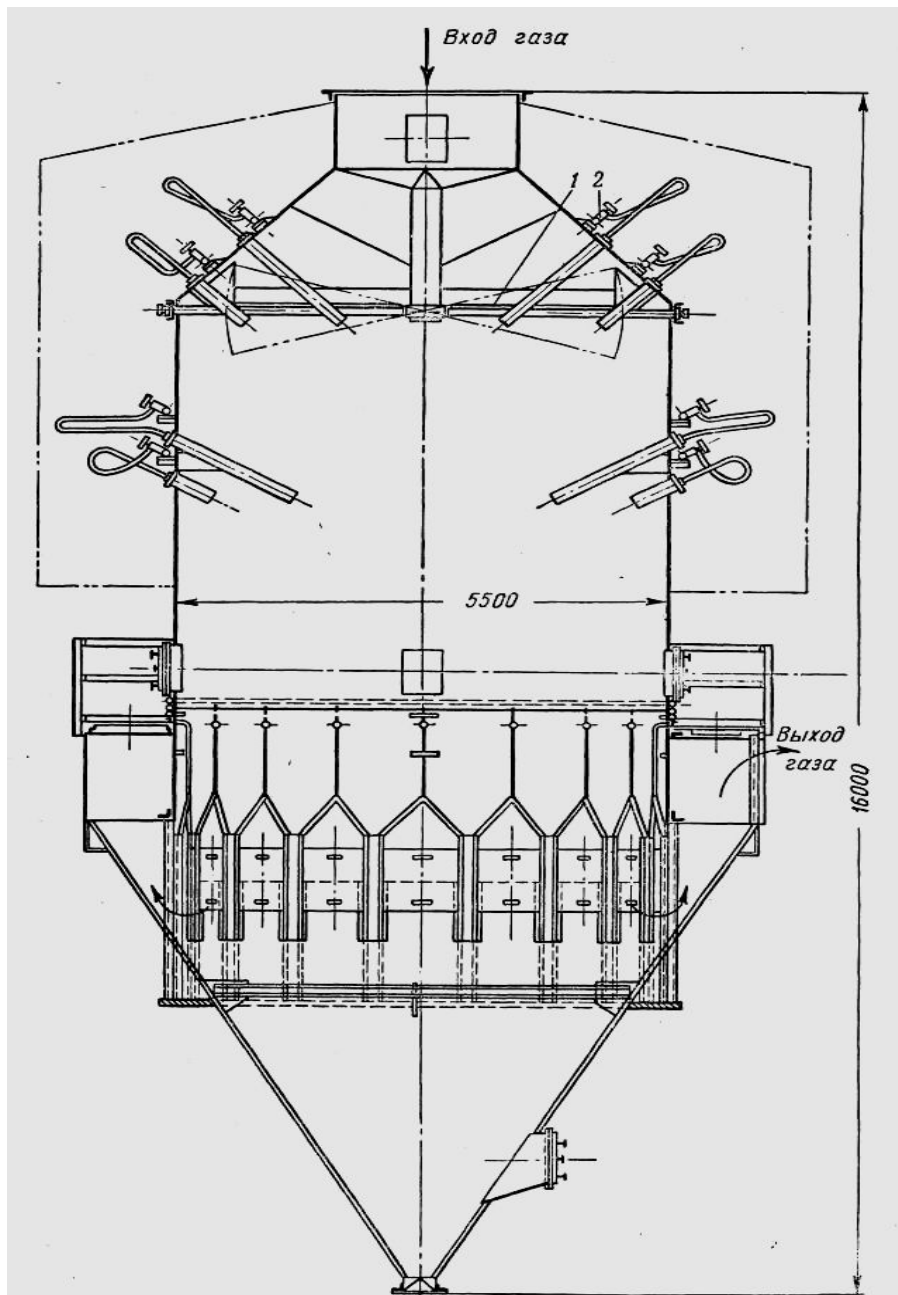
Поперечный разрез



Электрофильтр типа ГК30-Г:

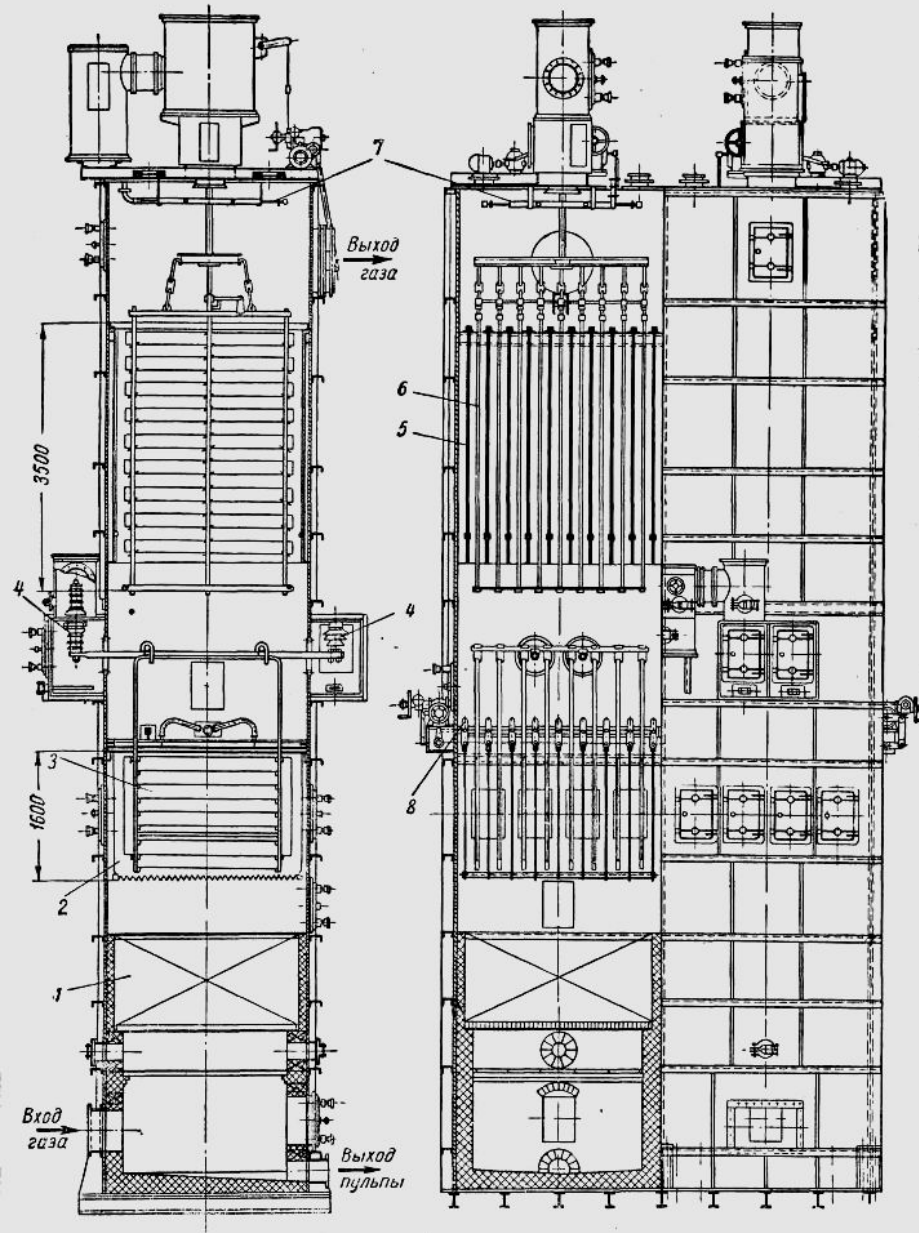
1 — кладка электрофильтра; 2 — бункер; 3 — площадка для обслуживания; 4 — распределительная решетка; 5 — отбойная стенка; 6 — осадительные электроды; 7 — коронирующие электроды; 8 — верхняя рама подвеса коронирующих электродов; 9 — нижняя рама подвеса коронирующих электродов; 10 — механизм встряхивания осадительных электродов; 11 — рама для встряхивания коронирующих электродов; 12 — тяги подвеса осадительных электродов; 13 — подвес рамы коронирующих электродов и проходной кварцевый изолятор; 14 — опорные изоляторы; 15 — привод механизма встряхивания коронирующих электродов

- Электрофильтр ГК-30-Г представляет собой горизонтальный двухсекционный трехпольный аппарат с кирпичным корпусом. Осадительные электроды — прутковые, длина каждого поля вдоль хода газа около 2500 мм.
- Активная площадь сечения обеих –секций 30 м². Электроды отряхивают электровибраторами и механическим приводом.
- Для равномерного распределения газа по сечению аппарата на входе установлены две последовательно расположенные газораспределяющие решетки.
- Время пребывания газов в аппарате составляет от 10 до 20 сек. Аппарат применяется для очистки газов, не требующих подготовки (газы обжиговых печей), а также в тех случаях, когда газы (отражательных печей и т. п.) предварительно охлаждаются и увлажняются.
- Для охлаждения и увлажнения газов рекомендуется устанавливать прямоточный скруббер конструкции Гипроцветмета.
- Применение сухих электрофильтров с предварительной подготовкой газов сильно затрудняется при переменном режиме основного технологического процесса. В этих случаях рекомендуется устанавливать мокрые



Безнасадочный скруббер:
 1 — распределительная решетка; 2 — форсунка

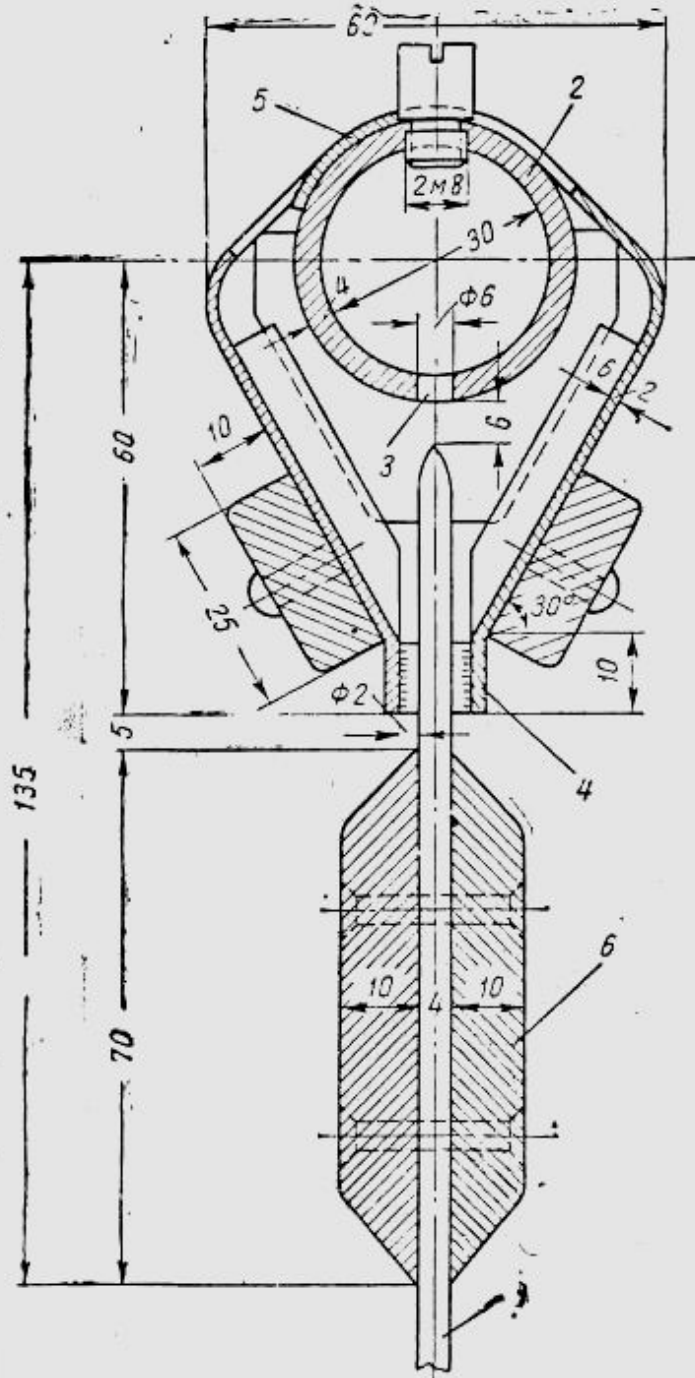
- Электрофильтр типа ВДМ— вертикальный двухпольный и двухсекционный аппарат. Нижнее поле, где оседает основная масса пыли (75—90%), снабжено устройством для непрерывного орошения осадительных электродов. Поле это укорочено и благодаря ряду люков легко доступно для обслуживания.



Мокрый электрофильтр типа ВДМ:

1 — насадка из керамических колец; 2 — осадительные электроды нижнего поля; 3 — коронирующие электроды нижнего поля; 4 — изоляторы для подвеса системы коронирующих электродов нижнего поля; 5 — осадительные электроды верхнего поля; 6 — коронирующие электроды верхнего поля; 7 — форсунки промывки верхнего поля; 8 — система орошения осадительных электродов нижнего поля

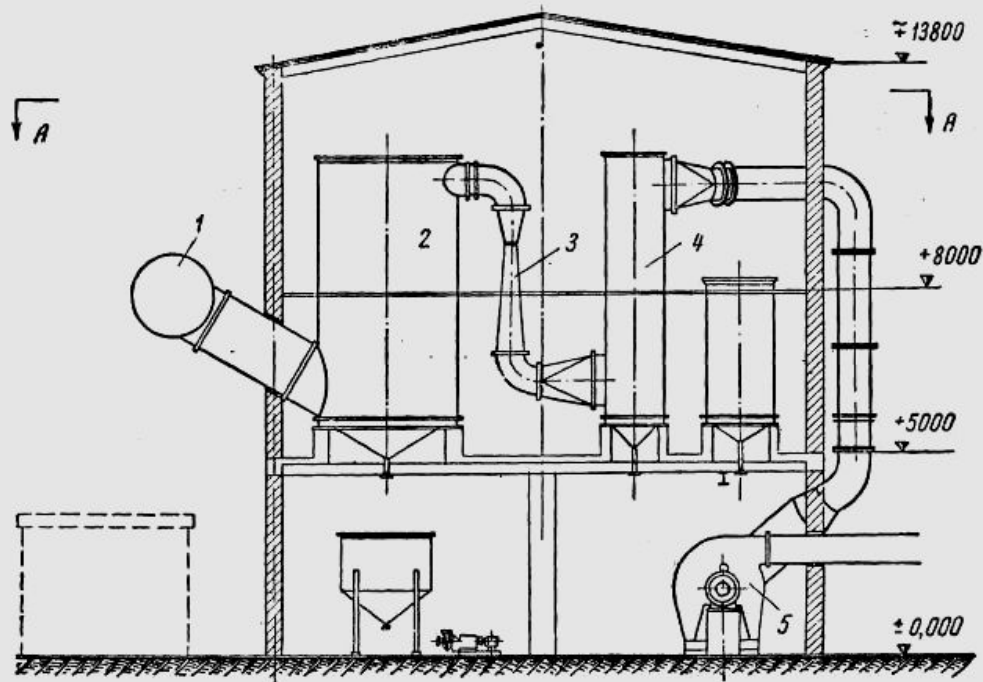
- Орошающее устройство состоит из ряда труб, расположенных над осадительными электродами.
- В трубах внизу просверлены отверстия, через которые вытекает вода, орошающая электроды.



Разрез устройства непрерывной промывки осадительных электродов нижнего поля:

1 — осадительный электрод; 2 — труба для подачи жидкости; 3 — отверстие для выхода жидкости; 4 — щетки для направления жидкости на электрод; 5 — скобы подвеса щеток; 6 — полосы для распределения жидкости по всей ширине электрода

- Активная площадь сечения аппарата 12 м^2 . Время пребывания газа в зависимости от условий осаждения лежит в пределах от 6 до 12 сек.
- При установке перед электрофильтром скоростного распылителя малого сопротивления скорость газа в электрофильтре может быть увеличена. На рисунке дана схема подобной установки.
- Установка электрофильтров ВДМ должна включать отстойник, фильтры и насосы. Этот аппарат не предназначен для очистки кислых газов.



По А-А

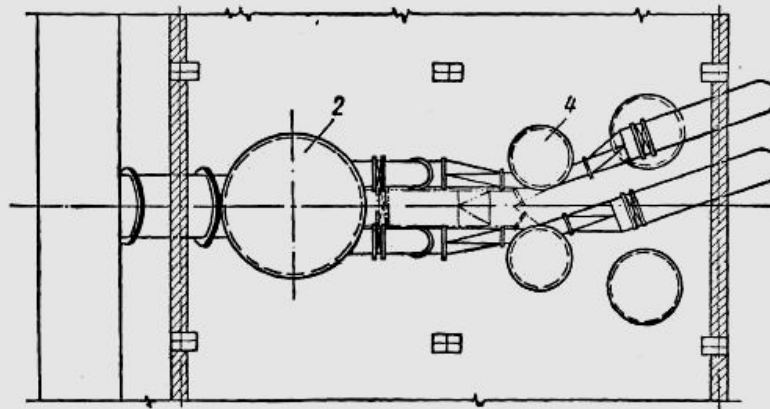


Схема установки скоростного распылителя с электрофильтром:
 1 — газоход грязного газа; 2 — скруббер; 3 — скоростные распылители; 4 — мокрые электрофильтры; 5 — вентилятор

РУКАВНЫЕ ФИЛЬТРЫ

- Фильтрация запыленных газовых потоков через пористые среды различного вида широко используется в технике для удаления твердых и капельных частиц.
- При этом в качестве фильтрующих пористых сред применяют:
 - а) кусковые материалы; кокс, кварц и т. п.;
 - б) керамические и железные кольца, укладываемые правильными рядами или засыпаемые навалом;
 - в) сплавленные керамические и металлические зерна;
 - г) различные волокнистые материалы неорганического (минерального) и органического происхождения, натуральные и искусственные—шерсть, хлопок, стекло, асбест, капрон, нитрон, орлон и т. п.

- В цветной металлургии наиболее распространена фильтрация газов через ткани, которым придана форма рукавов, так называемые рукавные фильтры; эти ткани изготавливаются в основном из овечьей шерсти или некоторых видов синтетического волокна.
- Наиболее используемыми являются многосекционные рукавные фильтры с автоматическим механическим встряхиванием рукавов и обратной продувкой фильтровальной ткани, работающие как под разрежением, так и под давлением. Устройство подобных фильтров схематично показано на рисунке.

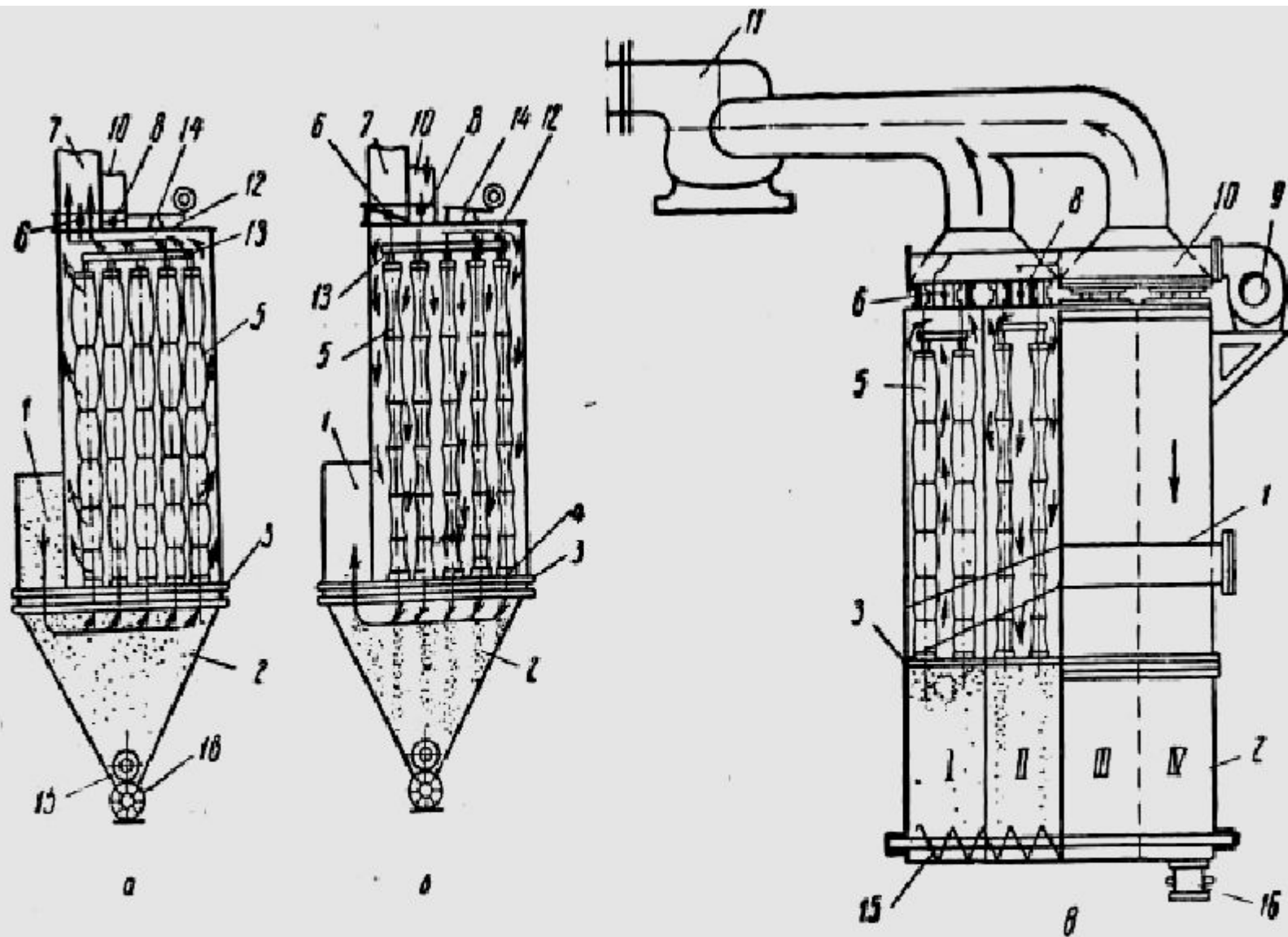
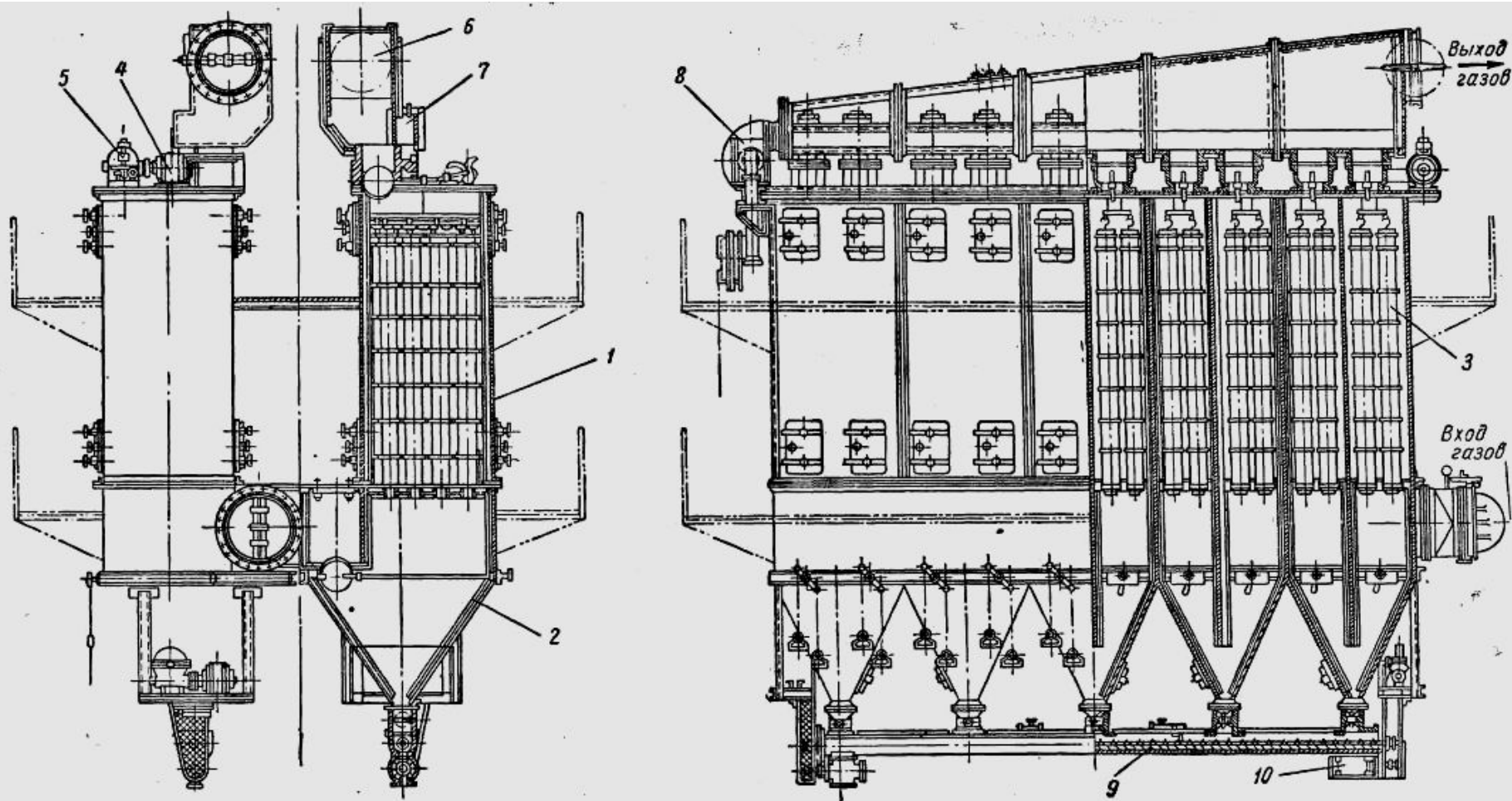


Схема многосекционного рукавного фильтра с автоматическим встряхиванием и обратной продувкой:

а — во время работы; *б* — в момент обратной продувки; *в* — секция I во время работы, секция II в момент обратной продувки фильтровальной ткани

- Запыленные газы подаются по общему для всех секций газоходу 1 в нижнюю (бункерную) часть фильтра 2, закрытую распределительной решеткой 3 с круглыми отверстиями (по числу рукавов в секции) для прохода газов; над этими отверстиями находятся патрубки 4 для закрепления нижних открытых концов рукавов 5.
- Запыленные газы поступают через патрубки 4 внутрь рукавов, проходят через ткань и через клапаны чистого газа 6 поступают в патрубки 7.
- Эти патрубки объединяются общим выходным коллектором, присоединенным к вентилятору 11, выбрасывающему очищенные газы в атмосферу.
- Через определенные промежутки времени, обычно 5—10 мин., поочередно одна из секций фильтра (на рисунке секция II) автоматически переключается в положение для снижения гидравлического сопротивления ткани.
- Одновременно с продувкой производится встряхивание рукавов.
- Пыль, удаляемая с ткани, падает в бункер и шнеком выгружается через шлюзовой затвор из фильтра.

- На рисунке представлен широко применяющийся в цветной металлургии многосекционный рукавный фильтр типа РФГ-У конструкции Гипроцветмета с механическим автоматическим встряхиванием рукавов и принудительной обратной продувкой фильтровальной ткани воздухом, подаваемым вентилятором.
- Фильтр состоит из следующих основных частей: корпуса фильтра и бункера с приемной и распределительной коробкой; рукавов, размещенных по 14 шт. в секции; крышки с механизмом управления, встряхивающим устройством и дросселями; коллекторов выхода газа и продувки; шнека для выгрузки пыли со шлюзовым затвором.



Общий вид 10-секционного сдвоенного рукавного фильтра типа РФГ-У:

1 — стенка камеры фильтра; 2 — бункер; 3 — фильтровальный рукав; 4 — электродвигатель механизма встряхивания; 5 — редуктор к электродвигателю; 6, 7 — коллектор выхода очищенного газа; 7 — коллектор продувочного воздуха; 8 — вентилятор для подачи продувочного воздуха; 9 — шнек для выгрузки пыли; 10 — шлюзовой затвор

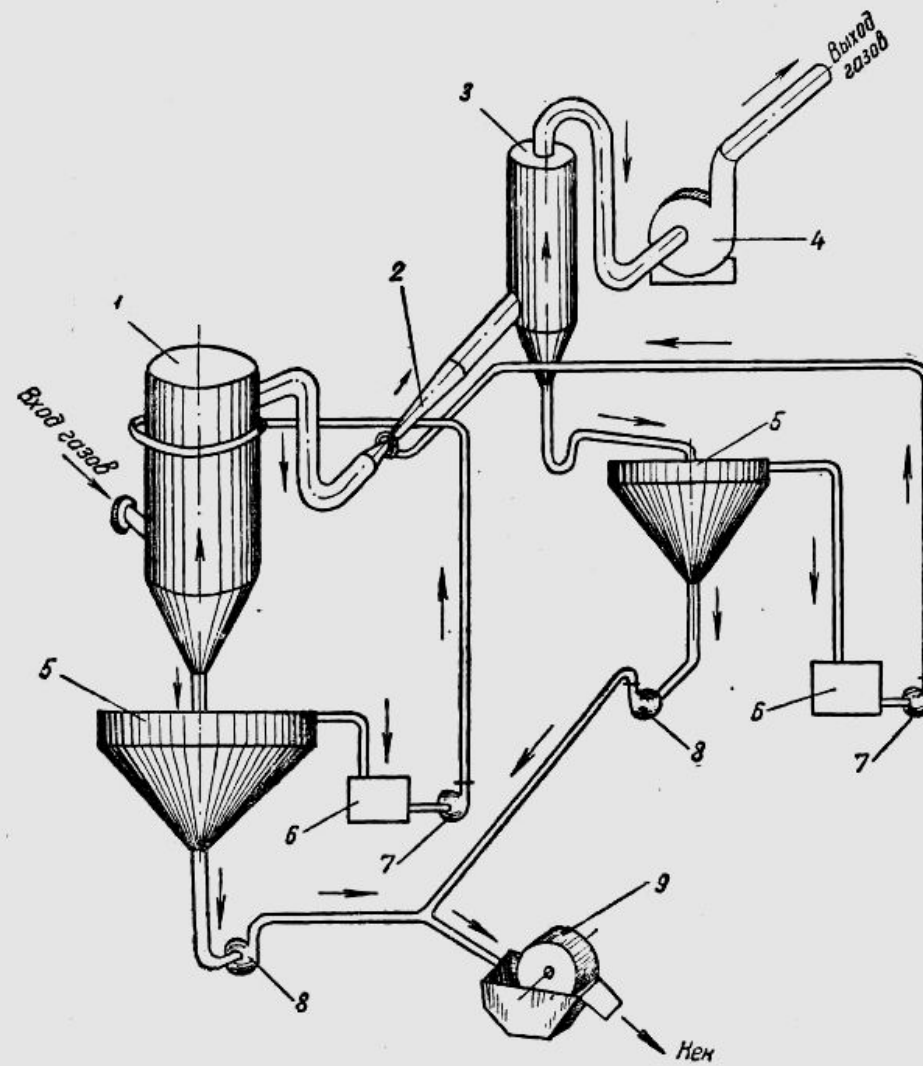
- Фильтровальные рукава данного фильтра имеют диаметр 220 мм и длину около 3100 мм.
- Фильтрующая поверхность одного рукава равна около 2 м² фильтрующая поверхность одной секции фильтра 28 м².
- Рабочий цикл секций данного фильтра составляет 10 мин, из которых 9 мин работы и 1 мин на встряхивание и обратную продувку.

- Усовершенствования в области фильтрации запыленных газов развиваются в следующих направлениях.
- *Применение фильтровальных тканей, обладающих большей термостойкостью, чем шерстяные ткани.*
- *Укрупнение секций рукавных фильтров с увеличением числа рукавов, и применение пневмоэлектрического управления дросселями и встряхивающими механизмами.*
- *Автоматическое определение поврежденных рукавов в секциях фильтров (путем установки фотоэлементов фиксирующих уменьшение светопропускаемости газовых потоков).*

СКОРОСТНЫЕ (ТУРБУЛЕНТНЫЕ) ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

- Принцип их действия заключается в подаче воды в поток газов, движущихся с большой скоростью (до 100 м/с и более), благодаря чему вода дробится на мелкие капли.
- В результате происходит коагуляция частиц пыли с каплями жидкости. Укрупненные пылежидкостные агрегаты могут достаточно полно улавливаться, например, в прямоточных циклонах.

- Сочетание скоростного распылителя и прямоточного циклона получило название скоростного пылеуловителя (сокращенно СПУ).
- Практика эксплуатации СПУ показала, что еще до поступления очищаемых газов в скоростные распылители исключительно важно «подготовить газы» — возможно более глубоко охладить и полностью насытить их водяными парами, например, в скрубберах.



Технологическая схема установки СПУ:

- 1 — скруббер; 2 — скоростной распылитель; 3 — циклон; 4 — вентилятор;
- 5 — отстойник; 6 — бак; 7 — циркуляционный насос; 8 — шламный насос;
- 9 — вакуум-фильтр