ТИПОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ
И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 5.904-36

ЦИКЛОНЫ С ВОДЯНОЙ ПЛЕНКОЙ ТИП ЦВП

ВЫПУСК 0

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ПОДБОРУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

ТИПОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ
И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 5.904-36

ЦИКЛОНЫ С ВОДЯНОЙ ПЛЕНКОЙ ТИП ЦВП

ВЫПУСК 0

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ПОДБОРУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Разработаны
ГПИ Проектпромвентиляция
Главный инженер института П.А.Овчинников
Главный специалист И.М.Матвеев

Утверждены Госстроем СССР
протокол № 4-48 от 20.11.1985г.
Введены в действие
ГПИ „Проектпромвентиляция"
Главпромвентиляция ММСС СССР
приказ № 176 от 7 июня 1986г.
Срок действия 1990г.

Содержание

Наименование	Стр.
1 Условные обозначения расчетных величин.	2
2 Назначение и область применения	3
3 Описание конструкции	3÷8
4 Указания по эксплуатации	9, 10
5 Подбор циклонов и определение степени очистки (эффективность)	10÷20

Настоящая серия состоит из трех выпусков:

Выпуск 0 - Указания по применению и подбору

Выпуск 1 - Конструкция циклонов, часть 1 и 2

Выпуск 2 - Установки циклонов, постаменты и соединительные элементы.

1. Условные обозначения расчетных величин

Расход воздуха	L, м³/ч
Концентрация частиц пыли в воздухе до циклона	$C_{вх}$, г/м³
Концентрация частиц пыли в воздухе после циклона	$C_{вых}$, мг/м³
Плотность материала пылевых частиц	$\rho_т$, кг/м³
Динамическая вязкость воздуха	μ, Па·с
Температура воздуха	t, °С
Диаметр циклона	D, мм
Потери полного давления в циклоне	ΔP, Па
Степень очистки воздуха в циклоне	η, %
Степень выноса пыли	E, %
Масса частиц пыли по фракциям	ΔD_i, %
Диаметр частиц пыли	δ_i, мкм
Диаметр частиц улавливаемых на 50%	$\delta_{\eta=50}$, мкм
Диаметр частиц соответствующий массе D = 16%	δ_{16}, мкм
Медианный диаметр частиц пыли, поступающей в циклон	δ_{50}, мкм
Число, характеризующее дисперсию	b, безр.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Ломский			
Пров.	Гарбеев			
Нач.отд.	Осадчий			
Н.контр.	Деньгов			
Утв.	Овчинников			

ЦВП. Д

Циклоны с водяной пленкой, тип ЦВП. Указания по применению и подбору и эксплуатации

Лит	Масса	Масштаб
	1	19

МНСС СССР Главпроектвентиляция ГПИ Проектвентиляция

Копировал бер.

Формат А3

Серия 5.904-26, выпуск 0

2. Назначение и область применения.

Циклоны ЦВП предназначены для очистки запыленного воздуха, удаляемого вентиляционными установками, перед выбросом его в атмосферу, и рекомендуются для любых видов нецементирующейся пыли, в том числе образующейся при обработке и транспортировании песка, глины, угля, известняка, абразивов и различных руд, а также влажной, липкой и содержащей волокнистые включения.

Возможность применения циклонов ЦВП в качестве единственной ступени очистки воздуха, в каждом конкретном случае, в зависимости от первоначальной концентрации $C_{вх}$ и дисперсного состава пыли, определяется расчетом. Во всех случаях $C_{вх}$ не должна превышать 10^3 мг/м³. При больших значениях $C_{вх}$ циклоны ЦВП рекомендуется применять в качестве второй ступени очистки.

Циклоны должны, как правило, устанавливаться в помещениях с температурой воздуха не ниже +2°С.

При использовании циклонов для очистки воздуха с установкой их вне помещения, необходимо принимать меры, предупреждающие замерзание воды в бачке, водоподводящей системе, коллекторе, сливном устройстве и шлакоотводящем конусе.

3. Описание конструкции.

Циклон, рис. 3.1 а, б, в, г, состоит из корпуса 1 с воздухоподводящим патрубком 2 и воздухоотводящей улиткой 3, присоединенной к верхнему фланцу корпуса. Воздухоотводящий патрубок улитки может быть установлен в различных направлениях по отношению к воздухоподводящему патрубку. Направление воздухоотводящего патрубка можно изменять на углы, кратные углу между двумя смежными болтами. К нижней части корпуса приварен прямоугольный фланец, к которому при помощи петли и эксцентрикового болта с барашком прикреплен шлакоотводящий конус 4, который, при запирании его шлюзовой затвор образует гидравлический затвор. Для орошения внутренней поверхности корпуса под давлением 0,2÷0,25 кгс/см² (0,2÷0,25 кгс/см²) служит 5 форсунок с сопловыми трубками, присоединенными к кольцевому коллектору 6. Для наблюдения за работой сопел в верхней части улитки имеется люк, закрытый застекленной крышкой 7.

В воздухоподводящем патрубке предусмотрено сливное устройство для удаления отложений шлама в месте входа воздуха в корпус циклона. Устройство состоит из

трубы 8 с соплами 9. Вода к стыковому устройству подводится по резиновому шлангу. Стык шлема осуществляется периодически, поворачивая трубы с соплами вокруг её оси.

Расход воды для орошения стенок циклона и промывки воздухоподводящего патрубка выбирается по табл. 3.1.

Таблица 3.1

Обозначение	Орошение стенок циклона				Назначение стыкового устройства подвода патрубка			
	Исполнение				Исполнение			
	основное		с повышенной скоростью		основное		с повышенной скоростью	
	расход воды л/с	число сопел	расход воды л/с	число сопел	расход воды л/с	число опор	расход воды л/с	число форсунок
ЦВП4, ЦВП4-01, ЦВП4У, ЦВП4У-01	0,14	3	0,07	3	1,1	2	0,6	1
ЦВП4, ЦВП4-01, ЦВП4У, ЦВП4У-01	0,17	4	0,09	4	1,5	2	0,6	1
ЦВП5, ЦВП5-01, ЦВП5У, ЦВП5У-01	0,21	5	0,11	5	1,4	3	0,7	2
ЦВП6, ЦВП6-01, ЦВП6У, ЦВП6У-01	0,27	6	0,14	6	1,6	3	0,8	2
ЦВП8, ЦВП8-01, ЦВП8У, ЦВП8У-01	0,35	7	0,18	7	2,0	4	1,5	3
ЦВП10, ЦВП10-01, ЦВП10У, ЦВП10У-01	0,43	8	0,22	8	2,4	4	1,8	3

Циклон устанавливается на постаменты или другое основание скобообразными опорами, приваренными к корпусу. Место привязки опор определяется проектировщиком.

Предусмотрены следующие исполнения циклонов:

по направлению вращения воздуха в корпусе - правое (рис. 3.1а) и левое (рис. 3.1б);

по скорости входа воздуха в корпусе - основное (рис. 3.1в) и с повышенной скоростью (рис. 3.1г).

В циклонах исполнения с повышенной скоростью в подводящий патрубок корпуса циклона основного исполнения устанавливается планка с ребром (черт. ЦВПУ 0001 ÷ ЦВПУ 0001-05 и черт. ЦВПУ 0002 ÷ ЦВПУ 0002-05), закрывающая боковое окно патрубка, и взамен стыкового устройства основного исполнения (черт. ЦВП 3-08 ÷ ЦВП 10-08) устанавливается другое стыковое устройство (черт. ЦВПУ-08 ÷ ЦВПУ-08-05).

Обозначение и основные размеры циклонов приведены в табл. 3.2.

Кроме циклонов серии предусмотрены установки одиночных, рис. 3.2, и сдвоенных циклонов, рис. 3.4.

В комплект установки одиночного циклона входят: циклон 1, постамент 2 и бачок 3, поддерживающий у сопел постоянное давление, равное 0,02 ÷ 0,025 МПа (0,2 ÷ 0,25 кгс/см²).

Способ крепления бачка к строительным конструкциям определяется проектировщиком. Обозначение и основные размеры бачков (рис. 3.1а) приведены в табл. 3.1а

Для установки в комплект поставки одиночного циклона 3 (см. рис. 3) входят площадка 4 для обслуживания и лестница 5. Доступ с лестницы на площадку осуществляется через люк с крышкой в полу площадки. Циклоны больших размеров обслуживаются с приставной лестницы.

Бачок для воды снабжен шаровым клапаном, поддерживающим постоянный уровень воды. Вода из бачка к кольцевому коллектору подается по трубе 20×2,8, длина которой определяется в зависимости от места расположения бачка и циклона. Длину переливной трубы определяют по местным условиям. Указанные трубы в спецификацию установок не включены. Емкость бачка рассчитана на обслуживание одного циклона. При заказе циклонов в качестве самостоятельных изделий рекомендуется к каждому из них заказывать бачок.

В комплект установки сдвоенных циклонов входят: одна установка одиночного циклона правого исполнения 1, одна установка одиночного циклона левого исполнения 2, тройник 3 и два соединительных патрубка 4.

Установки не требуют устройства специального фундамента и устанавливаются на ровный бетонный пол и закрепляются фундаментными болтами. Расположение фундаментных болтов для крепления постаментов к полу приведено на рис. 3.3 и 3.5.

Обозначение и основные размеры установок одиночных и сдвоенных циклонов приведены в табл. 3.4 и 3.6.

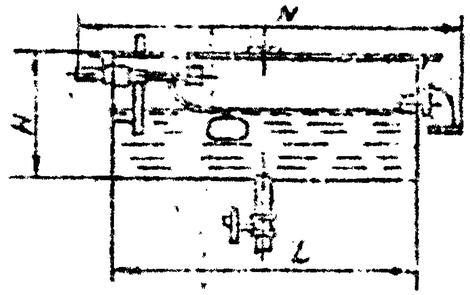


Рис. 3.4а

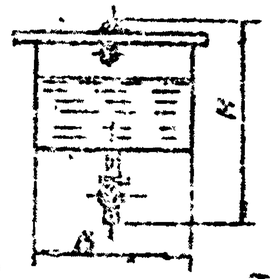
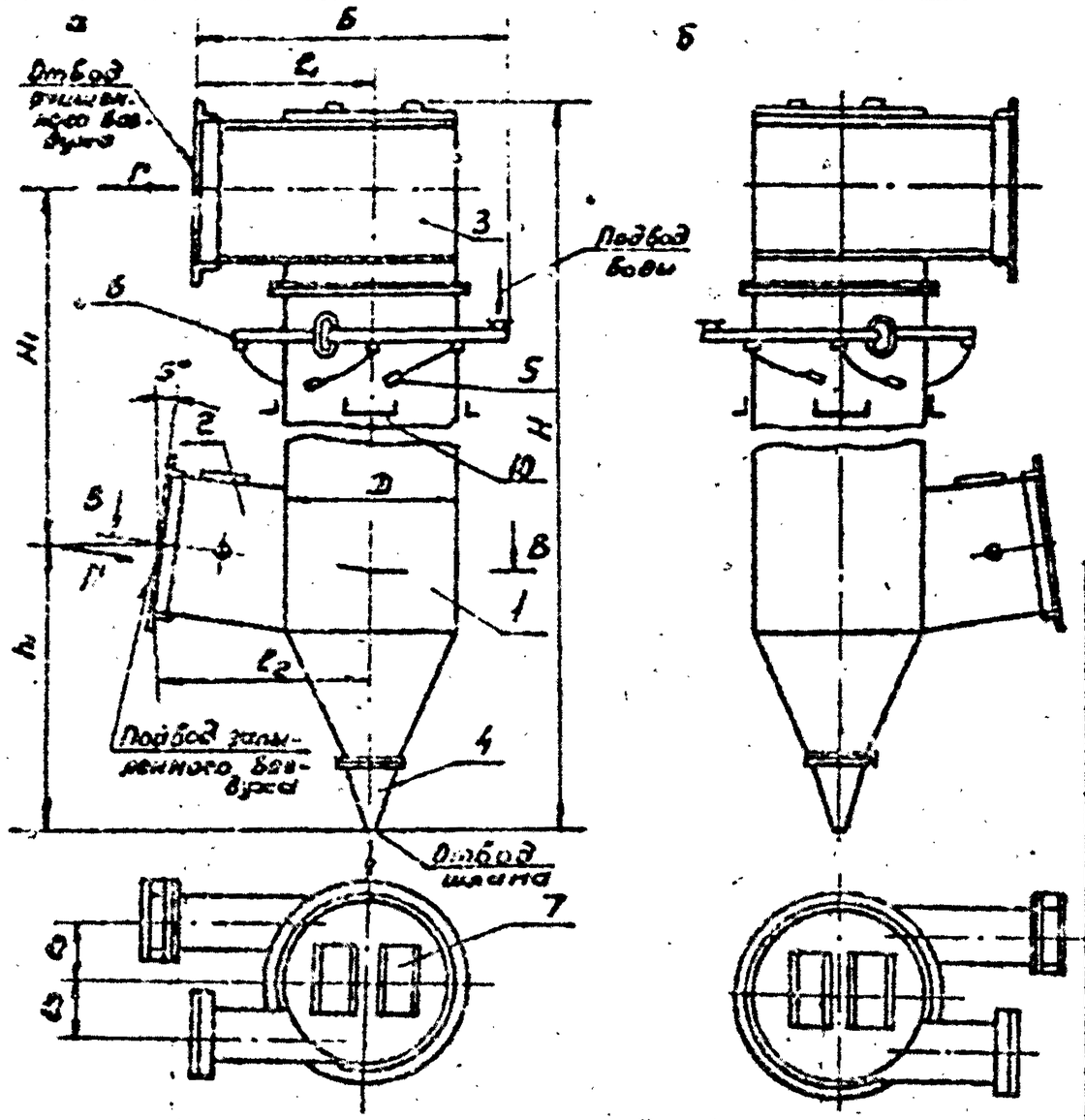


Табл. 3.4а

Обозначение бачка	Размеры B мм		Масса бачка с водой, кг	Обозначение комплектуемых циклонов и установок
1УЦВП-600-2	H	570	132	ЦВП; ЦВП-01; ЦВП; ЦВП-01; ЦВП5; ЦВП5-01; ЦВП5У; ЦВП5У-01; ЦВПУ; ЦВПУ-01; ЦВП5У; ЦВП5У-01; 1УЦВП; 1УЦВП-01; 1УЦВП-02; 1УЦВП-03; 1УЦВП-04; 1УЦВП-05; 1УЦВПУ; 1УЦВПУ-02; 1УЦВПУ-03; 1УЦВПУ-04; 1УЦВПУ-05; 2УЦВП; 2УЦВП-01; 2УЦВП-02; 2УЦВП-03; 2УЦВП-04; 2УЦВП-05;
	L	650		
	B	350		
	M	830		
	N	794		
1УЦВП-800-2	H	570	241	ЦВП5; ЦВП5-01; ЦВПК; ЦВПК-01; ЦВПКУ; ЦВПКУ-01; ЦВПКУ; ЦВПКУ-01; 1УЦВП; 1УЦВП-01; 1УЦВП-02; 1УЦВП-03; 1УЦВП-04; 1УЦВП-05; 1УЦВПУ; 1УЦВПУ-02; 1УЦВПУ-03; 1УЦВПУ-04; 1УЦВПУ-05; 2УЦВП; 2УЦВП-01; 2УЦВП-02; 2УЦВП-03; 2УЦВП-04; 2УЦВП-05;
	L	800		
	B	450		
	M	930		
	N	944		



а – исполнение правое
б – исполнение левое
б – исполнение основное
г – исполнение с повышенной скоростью

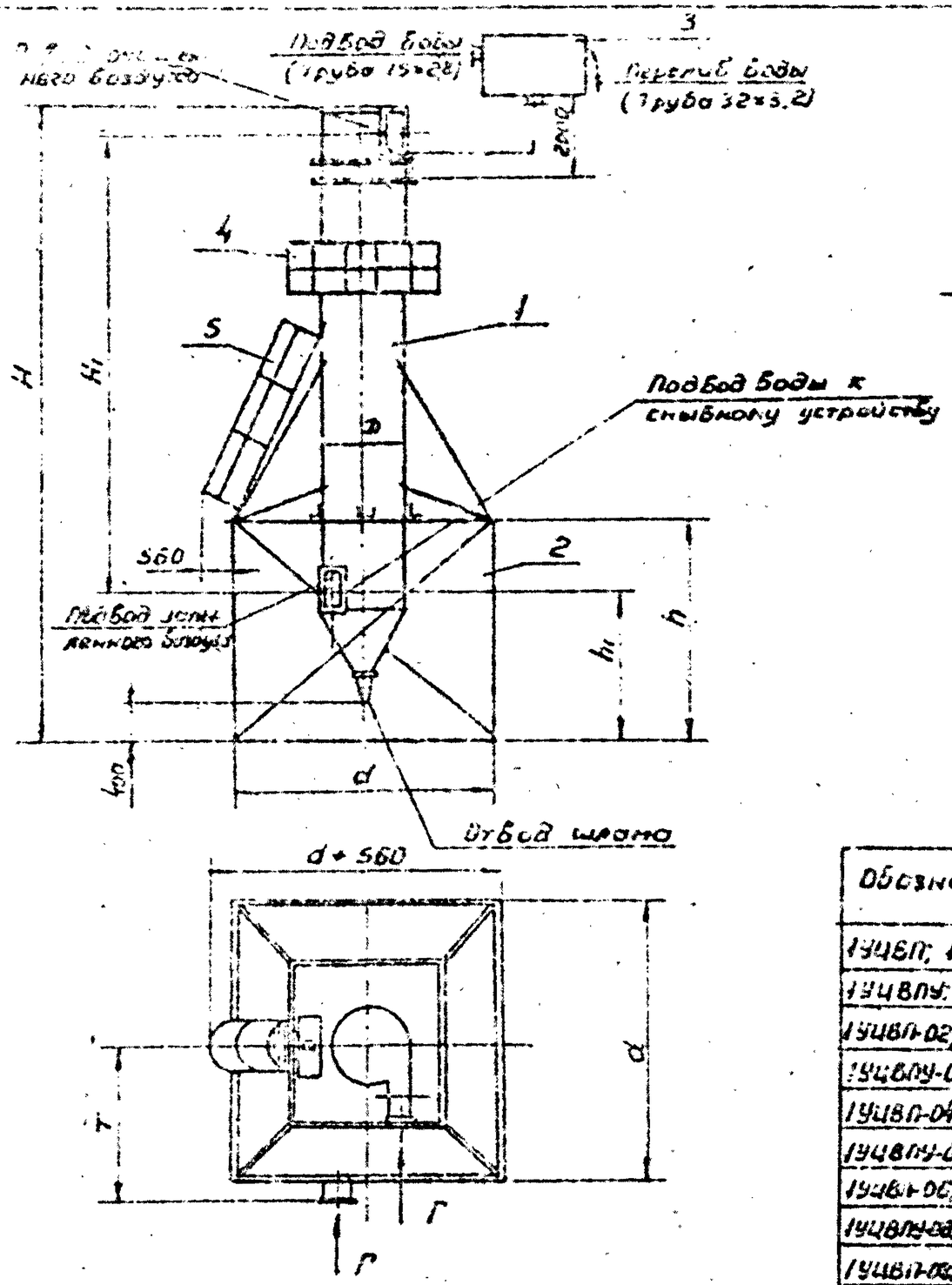
Рис. 3.1.

1. Корпус
2. Патрубок воздухоподводящий
3. Улитка
4. Конус шлакоотводящий
5. Сопло
6. Коллектор
7. Крышка
8. Труба
9. Сопло
10. Скользящаяся опора

Размеры в мм Таблица 3.2

Обозначение	Расход воздуха L_1 м³/ч	Степень очистки %	D	S	H	l_1	l_2	l_3	A	B_1	H_1	h_1	Масса кг
ЦВП3; ЦВП3-01	1250÷2000	98÷99	315	353	2634	283	445	1025	110	135	1711	595	639
ЦВП3У; ЦВП3У-01	1250÷1700												
ЦВП4; ЦВП4-01	2000÷3200		400	673	3014	360	505	1300	140	250	2173	685	1067
ЦВП4У; ЦВП4У-01	2000÷2800												
ЦВП5; ЦВП5-01	3100÷5000		500	813	3584	450	640	1625	175	310	2806	792	1610
ЦВП5У; ЦВП5У-01	3100÷4300												
ЦВП6; ЦВП6-01	4900÷7800		630	993	4554	565	765	2025	220	390	3401	927	2370
ЦВП6У; ЦВП6У-01	4900÷6600												
ЦВП8; ЦВП8-01	7700÷13000		800	1283	5695	720	1025	2550	280	495	4315	1116	3697
ЦВП8У; ЦВП8У-01	7700÷11000												
ЦВП10; ЦВП10-01	12500÷20000		1000	1513	7044	900	1335	3325	350	620	5367	1336	5685
ЦВП10У; ЦВП10У-01	12500÷15500												

Копировал: В— Формат: А3



См. рис. 3.1. табл. 3.2

Рис 3.2

1. Циклон
2. Постамент
3. Бачок
4. Площадка
5. Лестница

Расположение фундаментных болтов

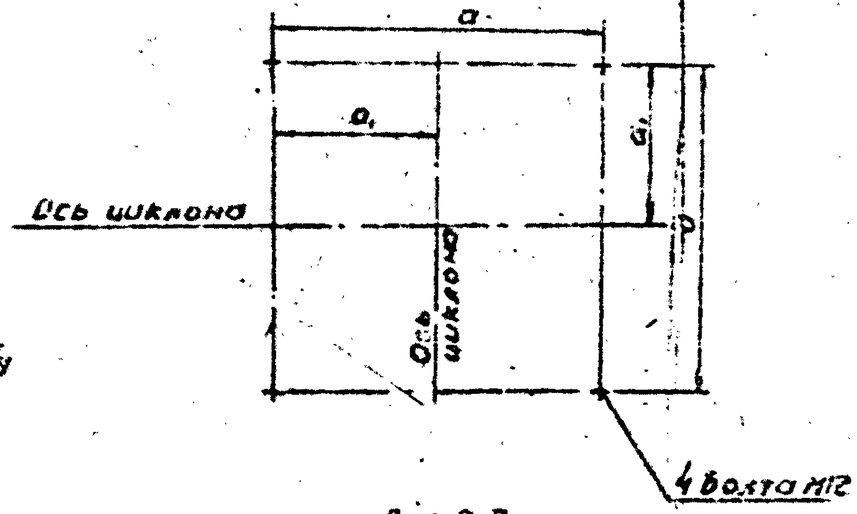


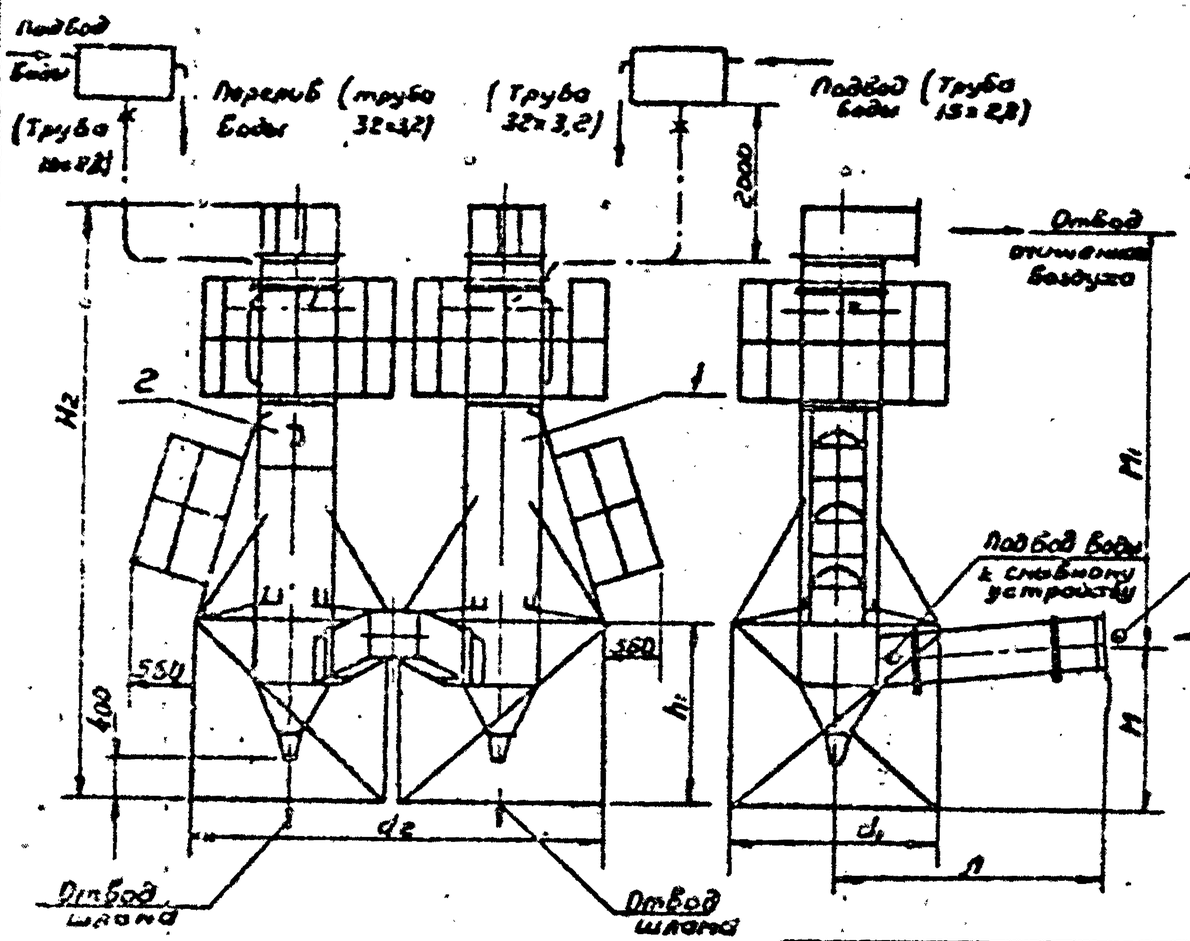
Рис. 3.3

Таблица 3.3.

Обозначение установки	мм a	мм a_1
1УЦЗП; 1УЦВП-01; 1УЦВПУ-01; 1УЦВП-02; 1УЦВП-03; 1УЦВПУ-02; 1УЦВПУ-03	1250	625
1УЦВП-04; 1УЦВП-05; 1УЦВПУ-04; 1УЦВПУ-05; 1УЦВП-06; 1УЦВП-07; 1УЦВПУ-06; 1УЦВПУ-07	1690	845
1УЦВП-08; 1УЦВП-09; 1УЦВПУ-08; 1УЦВПУ-09; 1УЦВП-10; 1УЦВП-11; 1УЦВПУ-10; 1УЦВПУ-11	2570	1285

Размеры в мм. Таблица 3.4

Обозначение	Расход воздуха L, м³/ч	Степень очистки %	D	H	H_1	T	h	h_1	d	Масса, кг
1УЦВП; 1УЦВП-01	1250 ÷ 2000	90÷99	315	2834	1715	445	1300	995	1290	180,5
1УЦВПУ; 1УЦВПУ-01	1250 ÷ 1700									
1УЦВП-02, 1УЦВП-03	2000 ÷ 3200		400	3414	2173	505		1085		223,0
1УЦВПУ-02, 1УЦВПУ-03	2000 ÷ 2300									
1УЦВП-04, 1УЦВП-05	3100 ÷ 5000		500	4084	2605	640	1550	1492	1730	306,4
1УЦВПУ-04, 1УЦВПУ-05	3200 ÷ 4300									
1УЦВП-06, 1УЦВП-07	4900 ÷ 7800		630	4854	3401	765		1327		600,0
1УЦВПУ-06, 1УЦВПУ-07	4900 ÷ 6600									
1УЦВП-08, 1УЦВП-09	7700 ÷ 13000		800	5039	4205	1025	2200	1516	2626	848,0
1УЦВПУ-08, 1УЦВПУ-09	7700 ÷ 11000									
1УЦВП-10, 1УЦВП-11	12500 ÷ 20000		1000	7444	5367	1335		1735		1023,0
1УЦВПУ-10, 1УЦВПУ-11	12500 ÷ 15300									



Расположение фундаментных болтов

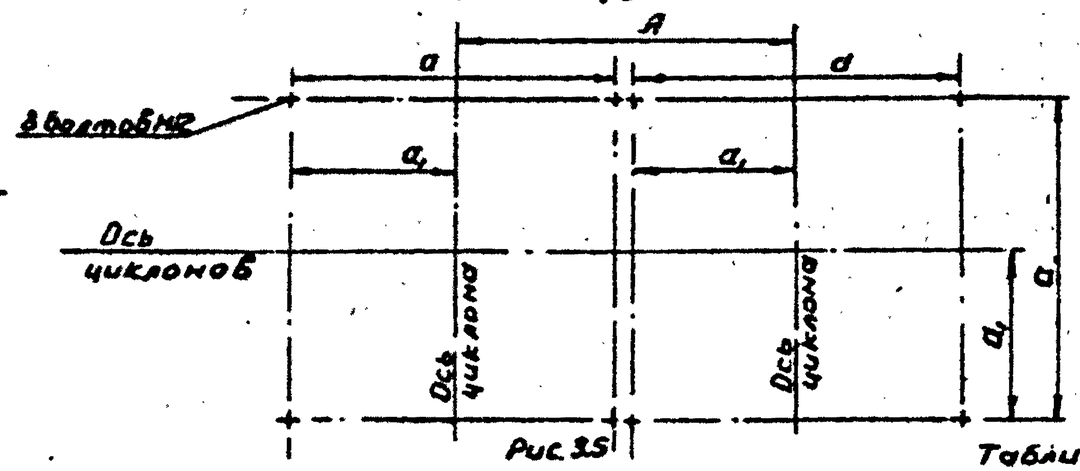


Рис 3.5

Таблица 3.5

Обозначение установки	Размеры в мм		
	A	a	a1
2УЦВП: 2УЦВП-01	1290	1250	625
2УЦВПУ: 2УЦВПУ-01			
2УЦВП-02; 2УЦВП-03	1730	1690	845
2УЦВПУ-02; 2УЦВПУ-03			
2УЦВП-04; 2УЦВП-05	2626	2570	1285
2УЦВПУ-04; 2УЦВПУ-05			

Таблица 3.6

Обозначение	Расход воздуха L, м³/ч	Степень очистки, %	Размеры в мм											Масса кг
			D	H2	d1	d2	B	h1	l	H	H1	e1	e2	
2УЦВП	2500÷4000	90÷99	315	2834	1240	2580	1290	1300	2000	1140	1586	254	201	395
2УЦВПУ	2500÷3400													
2УЦВП-01	4000÷6400		400	3414					1335	1212	2046	328	256	485
2УЦВПУ-01	4000÷5600													
2УЦВП-02	6200÷10000		500	4084	1730	3460	1730	1550	2412	1365	2633	409	316	670
2УЦВПУ-02	5200÷8600													
2УЦВП-03	9200÷15600		630	4954					2206	1467	3261	510	369	1260
2УЦВПУ-03	9800÷13200													
2УЦВП-04	15400÷26000		800	6099	2626	5252	2626	2200	3552	1757	4064	650	501	1812
2УЦВПУ-04	15400÷22000													
2УЦВП-05	25000÷40000		1000	7744					3866	1918	5185	811	626	2275
2УЦВПУ-05	25000÷31000													

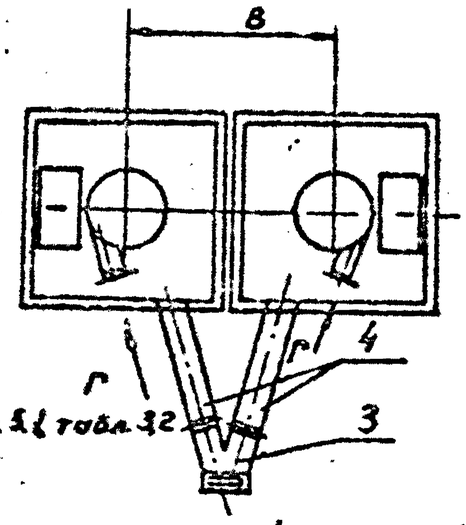


Рис 3.4

1. Установка одиночного циклона правое исполнение
2. Установка одиночного циклона левого исполнения
3. Тройник
4. Соединительный патрубок

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	ЦВП.Д	Лист 7

Копировал: Формат А3

4 Указания по эксплуатации

4.1 Пуск установки проводить в следующей последовательности:

а) очистить выходное отверстие в шламоотводящем корпусе, проверить герметичность присоединения конуса к корпусу циклона;

б) открыть вентиль в сети, питающей сопла орошения стенок корпуса;

в) через застекленную крышку люка в днище улитки осмотреть сопла (все сопла должны подавать воду) и устранить обнаруженные неисправности;

г) проверить поступление воды через отверстие в шламоотводящем конусе;

д) проверить шламоотводящий конус на отсутствие подсоса воздуха.

4.2 Включить электродвигатель вентилятора.

4.3 По интенсивности вытекания шлама и его консистенции проследить за правильной работой установки.

4.4 Прекращение работы установки проводить в следующей последовательности:

а) отключить вентилятор;

б) после того, как из шламоотводящего конуса начнет вытекать чистая вода, перекрыть вентиль.

4.5 Подать воду в смывное устройство и промывать воздухоподводящий патрубок, до тех пор, пока из шламоотводящего конуса не пойдет чистая вода.

4.6 Во время работы установки, через каждые 4 часа, при помощи смывного устройства очищать воздухоподводящий патрубок и проверять устойчивость выхода шлама из шламоотводящего конуса.

4.7 Раз в пять дней:

а) через люк в воздухоподводящем патрубке осматривать входное отверстие в корпусе и, при наличии у его кромки наростов, удалять их путем смыва водой или механически;

б) через люк в верхнем днище улитки проверять работу оросительной системы, а именно, устойчивость подачи воды всеми соплами, правильность их работы (отсутствие брызгоуноса, как следствие избытка воды и высокого давления)

Инв. N подл. | Подп. и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подп. и дата

4.8. Следить за исправностью вентилей, шаробого клапана и всех соединений в водоподающей системе, за герметичностью соединений на пути воздуха и чистотой установки.

4.9. При обслуживании установки соблюдать правила техники безопасности.

5. Подбор циклонов и определение степени очистки (эффективность)

Подбор циклона производится в следующем порядке:

5.1. По сведениям о дисперсном составе пыли для каждого значения $\delta_{i\,max}$ вычисляется значение $D_i = \sum \Delta D_i$; результаты вычислений сводятся в таблицу

5.2. На логарифмически вероятностной сетке (рис. 5.1) по координатам $\delta_{i\,max}$ и D_i строится кривая распределения пыли ($D = f(\delta)$), по которой определяются диаметры частиц δ_{50} и δ_{16} (см. рис. 5.1 к примеру 1), соответствующие $D = 50\%$ и $D = 16\%$. При построении кривой распределения пыли частицы $\delta > 100$ мк не учитываются.

5.3. По найденным значениям δ_{50} и δ_{16} определяется вспомогательная величина

$$\delta = \frac{\delta_{50}}{\delta_{16}} \quad (1)$$

5.4. По одной из приведенных на рис. 5.2а, б и 5.3а, б номограмме предварительно подбирается диаметр циклона его исполнение и количество циклонов в установке и определяется гидравлическое сопротивление установки ΔP

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Копировал Величкова
Формат А3

5.5. По предварительно выбранным диаметру циклона и его сопротивлению по номограмме (рис. 5.4) определяется диаметр частиц $d_{\eta=50}$, улавливаемых циклоном на 50% при плотности материала пыли $\rho_T = 2650$ кг/м³ ($\rho_T = 2{,}65$ г/см³) и вязкости $M = 183 \cdot 10^{-7}$ Па·с (температура воздуха $t = 20°C$).

В зависимости от сыпучести пылевых частиц в величину $d_{\eta=50}$ вводится поправочный коэффициент по табл. 5.1.

Таблица 5.1

Сыпучесть пылевых частиц %	Поправочный коэффициент	
	Основное исполнение	Исполнение с повышенной скоростью
100	1	1
50	1,4	1,9
0	1,5	2,2

При других значениях плотности $\bar{\rho}_T$ пыли и вязкости $\bar{M}$ воздуха, найденное значение $d_{\eta=50}$ для заданных условий корректируется по формуле (2):

$$\bar{d}_{\eta=50} = d_{\eta=50} \sqrt{\frac{\rho_T \cdot \bar{M}}{\bar{\rho}_T \cdot M}} = d_{\eta=50} \sqrt{\frac{2650\,\bar{M}}{\bar{\rho}_T \cdot 183 \cdot 10^{-7}}} \quad (2),$$

где: $\bar{M}$ – динамическая вязкость воздуха при заданной температуре (на рис. 5.5 приведен график зависимости M Па·с от t°С)

$\bar{\rho}_T$ – плотность материала пыли, кг/м³ (г/см³)

5.6. По найденному значению $\bar{d}_{\eta=50}$ по номограмме (рис. 5.6), построенной на логарифмически вероятностной сетке, определяется общая степень (эффективность) очистки от пыли η в предварительно выбранном циклоне.

Определение производится при помощи транспортира (рис. 5.7), на лучах которого обозначены соответствующие значения $\delta = \frac{d_{50}}{\bar{d}_{\eta=50}}$.

Транспортир, вычерченный на кальке, накладывается на номограмму так, чтобы его база АБ совмещалась с осью абсцисс, а точка А совпадала со значением $\bar{d}_{\eta=50}$

Из точки с абсциссой, равной значению d_{50}, восстанавливается перпендикуляр до пересечения с лучом транспортира, соответствующим ранее определенному значению δ по формуле (1).

Ордината точки пересечения перпендикуляра с лучом соответствует исходному значению η в процентах.

5.7. Степень выноса пыли в процентах определяется по формуле (3)

$$E = 100\% - \eta \quad (3)$$

5.8. Концентрация частиц пыли в выходящем из циклона воздухе определяется по формуле (4)

$$C_{вых} = C_{вх}\left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \cdot 10^3 \text{ мг/м}^3 \quad (4)$$

Найденная величина $C_{вых}$ должна быть меньше или равна заданной в противном случае следует подобрать другую установку циклонов.

В табл. 5.2 приведены значения предельно допустимых скоростей в циклоне, а также гидравлических сопротивлений и коэффициентов гидравлических сопротивлений.

Снижение скоростей, ниже приведенных в табл. 5.2, влечет за собой снижение степени очистки, а превышение, может повлечь за собой вынос капель воды при незначительном возрастании степени очистки.

Таблица 5.2

Исполнение циклона	Скорость воздуха м/с				Гидравлическое сопротивление P, гПа				Коэффициент гидравлического сопротивления			
	Во входном отверстии циклона $v_{вх}$		Условная средняя скорость в поперечном сечении корпуса циклона v_0		Одиночного циклона		Установки из двух циклонов		Одиночного циклона		Установки из двух циклонов	
	Наименьшая	Наибольшая	Наименьшая	Наибольшая	Наименьшее	Наибольшее	Наименьшее	Наибольшее	Отнесенный к $v_{вх}$ $\zeta_{вх}$	Отнесенный к v_0 ζ_0	Отнесенный к $v_{вх}$ $\zeta_{вх}$	Отнесенный к v_0 ζ_0
Основное	16	25,6	4,5	7,05	3,6	9,15	3,9	10,0	2,3	30	2,5	32,5
С повышенной скоростью	32	44	4,5	6,0	9,4	17,8	9,8	18,3	1,5	78	1,55	81

Пример 1

Подобрать циклон и определить общую степень очистки воздуха от пыли в циклоне при следующих исходных данных:

расход воздуха $L = 6800$ м³/ч;

дисперсный состав пыли приведен в таблице 5.3;

Таблица 5.3

Диаметр частиц пыли (больше и равно на границах фракций), мкм	<2,5	2,5÷4	4÷6,3	6,3÷10	10÷16	16÷25	25÷40	40÷63	63÷100	>100
Масса частиц пыли ΔD, %	5,8	3,4	5,8	6,5	9,5	11,2	11,8	11,0	6,0	29

Температура воздуха $t = 60°C$, чему соответствует вязкость воздуха $\mu = 202 \cdot 10^{-7}$ Па·с (см. рис. 5.5);

плотность материала пылевых частиц $\rho_т = 1620$ кг/м³ (1,62 г/см³);

смачиваемость 100%

Решение

По номограмме (рис. 5.2а) при $L = 6800$ м³/ч принимаем циклон ЦВП6 диаметром ф 630 мм, гидравлическое сопротивление которого составит $\Delta P = 6,8$ гПа;

по табл. 5.3 находим значения D для различных δ_{max} (например для фракций с $\delta_{max} = 4$;

$D = \Sigma \Delta D_i = 5,8 + 3,4 = 9,2\%$; при $\delta_{max} = 16$,

$D = 5,8 + 3,4 + 6,5 + 9,5 = 31\%$ и т. д.) и найденные значения D сводим в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Диаметр частиц пыли δ_{max}, мкм	2,5	4	6,3	10	16	25	40	63	100
масса частиц с размерами, $<\delta_{max}$ D, %	5,8	9,2	15	21,5	31,0	42,2	54	65	74

По табл. 5.4 на номограмме (рис. 5.1) строим кривую распределения частиц пыли и находим:

$\delta_{50} = 32$ мкм и $\delta_{16} = 6,6$ мкм

определяем $\sigma = \frac{32}{6,6} = 4,85$

по графику (рис. 5.4) при циклоне диаметром ф630 мм и $\Delta P = 6,8$ гПа, находим $\delta_{\eta=50} = 0,92$ мкм

Поправочный коэффициент на смачиваемость равен 1;

полученную величину $\delta_{\eta=50}$ в соответствии с формулой (2) корректируем, исходя из заданных плотности материала пыли $\rho_т = 1620$ кг/м³ (1,62 г/см³) и вязкости воздуха $\mu = 202 \cdot 10^{-7}$ Па·с

$$\delta_{\eta=50} = 0,92 \sqrt{\frac{2650}{1620} \cdot \frac{202 \cdot 10^{-7}}{183 \cdot 10^{-7}}} = 1,23 \text{ мкм};$$

по найденным δ_{50}, $\delta_{\eta=50}$ и σ, используя номограмму рис. 5.6 и транспортир рис. 5.7, находим степень очистки воздуха от пыли в циклоне ЦВП6:

$\eta = 90,5\%$

Пример 2.

Подобрать циклон и определить степень выноса пыли из циклона при следующих исходных данных:

расход воздуха $L = 2800$ м³/ч;

температура $t = 20°C$ ($\mu_{20} = 183 \cdot 10^{-7}$ Па·с);

плотность материала кварцевой пыли $\rho_т = 2650$ кг/м³ (2,65 г/см³);

дисперсный состав пыли приведен в табл. 5.5

Таблица 5.5

Диаметр частиц пыли (δ_{min} и δ_{max}) на границах фракции, мкм	< 1	1÷2	2÷5	5÷10	10÷15	15÷20
Масса частиц пыли ΔD, %	8,3	12,8	26,8	22,5	18,3	16,3

Решение

По номограмме (рис. 5.3а) принимаем циклон исполнения с повышенной скоростью ЦВПЧ-Ц диаметром ф 400 мм, имеющий гидравлическое сопротивление $\Delta P = 17,0$ гПа;

по табл. 5.5 находим значения D. Найденные значения D сводим в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Диаметр частиц пыли δ_{max}, мкм	1	2	5	10	15	20
Масса частиц с размерами $<\delta_{max}$ D, %	9,8	22,1	48,9	71,4	89,7	100

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Копировал: Формат А4

По табл. 5.6 строим кривую распределения частиц пыли (см. рис. 5.1) и находим:
$\delta_{50} = 3{,}2$ мкм, $\delta_{16} = 1{,}6$ мкм
определяем:
$$\sigma = \frac{3{,}2}{1{,}6} = 3{,}25 \ ;$$
по графику (рис. 5.4) при циклоне диаметром ϕ 400 мм и $\Delta P = 17{,}0$ гПа, находим $\delta_{\eta=50} = 0{,}8$ мкм;
по найденным значениям δ_{50}, $\delta_{\eta=50}$ и σ, используя номограмму (рис. 5.6) и транспортир (рис. 5.7), находим степень очистки воздуха от пыли в циклоне ЦВП4У:
$$\eta = 93\ \%$$

Пример 3.

Подобрать циклон, обеспечивающий снижение начальной концентрации частиц пыли $C_{вх} = 4\ г/м^3$ до величины $C_{вых} = 140\ мг/м^3$ при следующих исходных данных:
расход воздуха $L = 5000\ м^3/ч$;
температура поступающего воздуха 20°С;
плотность материала пыли $\rho_т = 1620\ кг/м^3\ (1{,}62\ г/см^3)$;
дисперсный состав пыли приведен в табл. 5.7

Таблица 5.7

Диаметр частиц пыли (δ_{min} и δ_{max}) на границах фракций, мкм	<2,5	2,5÷4	4÷6,3	6,3÷10	10÷16	16÷25	25÷40	40÷63	63÷100	>100
Масса частиц пыли ΔD, %	0,16	0,64	2,3	6,4	12,5	19	22	17,5	10	9,5

Решение.

По номограммам (рис. 5.2 и 5.3) находим, что при расходе воздуха $L = 5000\ м^3/ч$ могут быть приняты следующие циклоны и установки циклонов:
циклон основного исполнения ЦВП 5
с $\Delta P = 9{,}2$ гПа;
циклон основного исполнения ЦВП 6
с $\Delta P = 3{,}8$ гПа;
установка сдвоенного циклона основного исполнения 2УЦВП-ОР с $\Delta P = 5{,}8$ гПа;
циклон исполнения с повышенной скоростью
ЦВП6У с $\Delta P = 9{,}2$ гПа;
установка сдвоенного циклона исполнения с повышенной скоростью 2У ЦВПУ-01 с $\Delta P = 15{,}0$ гПа.
По табл. 5.7 находим значения D, которые сводим в табл. 5.8

Таблица 5.8

Диаметр частиц пыли δ_{max} мкм	2,5	4	6,3	10	16	25	40	63	100
Масса частиц с размерами $<\delta_{max}$ D, %	0,16	0,8	3,1	9,5	22	41	63	80,5	90,5

По табл. 5.8 строим кривую распределения частиц пыли (см. рис. 5.1) и находим:
$\delta_{50} = 30$ мкм и $\delta_{16} = 12$ мкм

определяем:

$$G = -\frac{30}{12} - = 2,5$$

по графику (рис. 5.4) находим значения $\delta_{z=50}$ для предварительно выбранных исполнений и размеров циклонов и установок и сводим в табл. 9

Таблица 9

Исполнение циклона (установки)	ЦВП 5	ЦВП 6	2У ЦВП-01	ЦВП 6У	2У ЦВПУ-01
$\delta_{z=50}$	0,64	1,57	0,78	0,62	0,84

по найденным значениям $\delta_{\varepsilon\alpha}$, $\delta_{z=50}$ и G, используя номограмму (рис. 5.6) и транспортир (рис. 5.7), находим степень очистки воздуха в предварительно выбранных циклонах и установках и сводим в табл. 10.

Таблица 10

Исполнение циклона (установки)	ЦВП 5	ЦВП 6	2У ЦВП-01	ЦВП 6У	2У ЦВПУ-01
Степень очистки воздуха η_1, %	96,3	91,6	96	96,7	99,1
Степень выноса пыли ε_1, %	3,7	8,8	4	3,3	0,9
Конечная концентрация частиц пыли в воздухе, г/м³	148	340	160	132	36

Расчет показывает, что условию задачи удовлетворяют циклон исполнения с повышенной скоростью ЦВП 6У ($C_{вых} = 132 < 140$) и установка сдвоенного циклона с повышенной скоростью 2У ЦВП-01 ($C_{вых} = 36 < 140$). Окончательный выбор производится на основании экономических и компоновочных соображений.

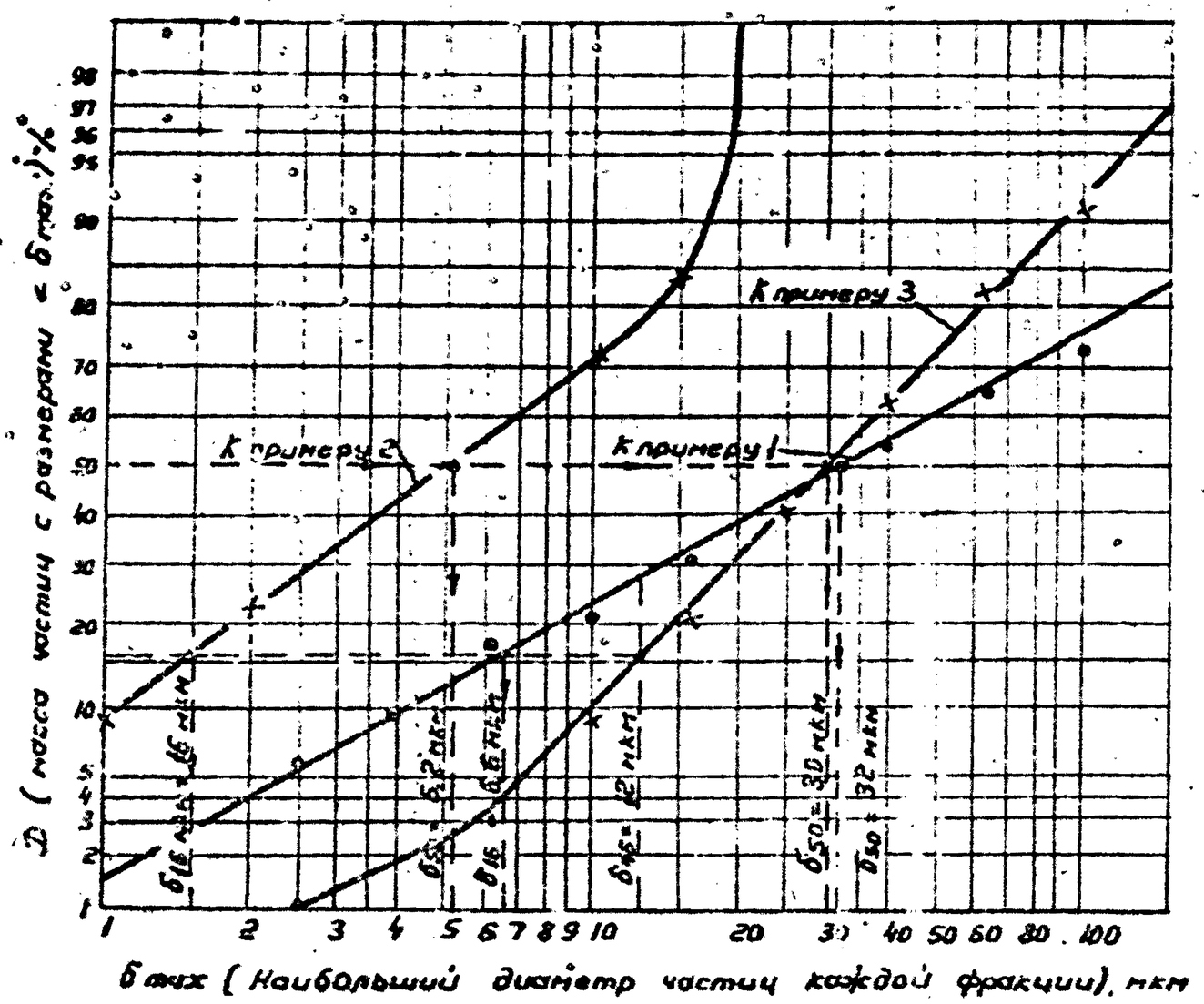
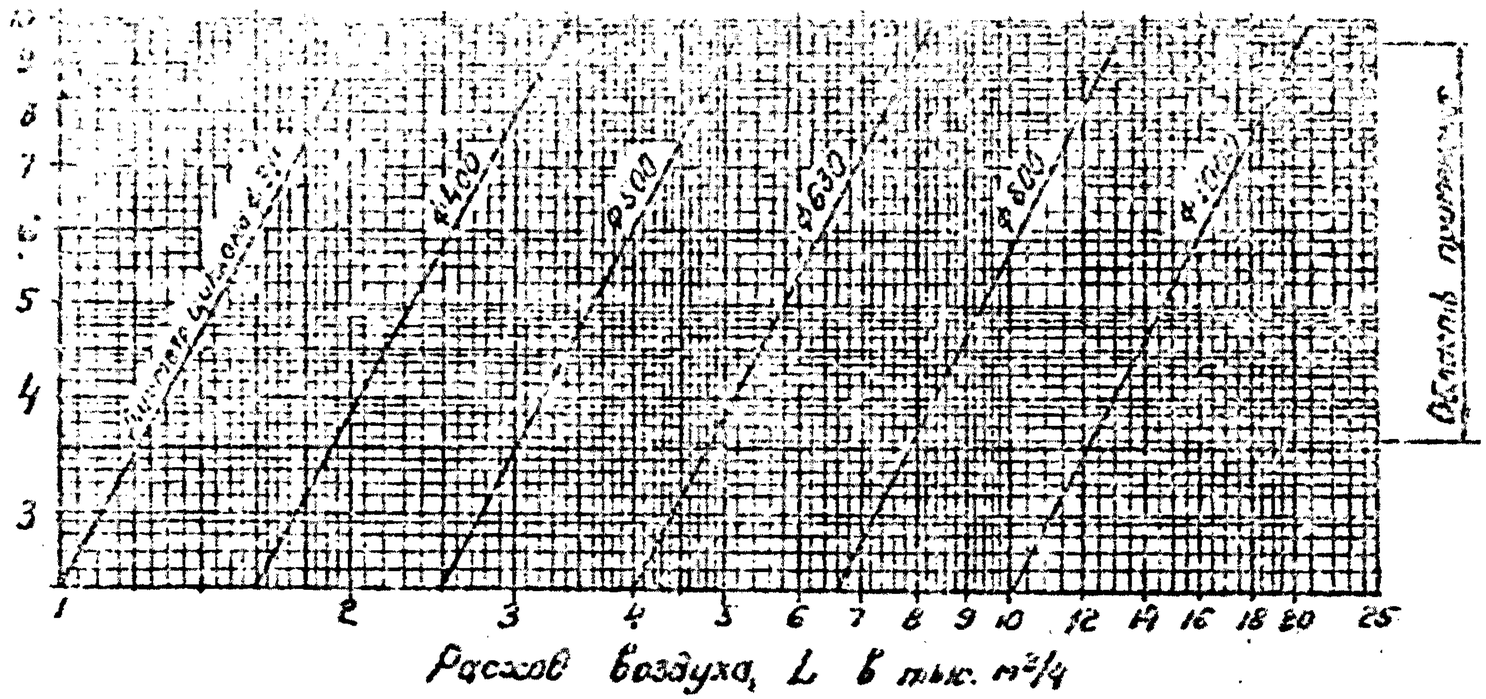

D (масса частиц с размерами < δmax), %
99
95
90
80
70
60
50
40
30
20
10
5
2
1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
20
30
40
50
60
80
100
к примеру 3
к примеру 2
к примеру 1
δ16 = 46 мкм
δ32 = 62 мкм
δ16 = 68 мкм
δ50 = 30 мкм
δ50 = 32 мкм
δ16 = 42 мкм
δmax, (Наибольший диаметр частиц каждой фракции), мкм

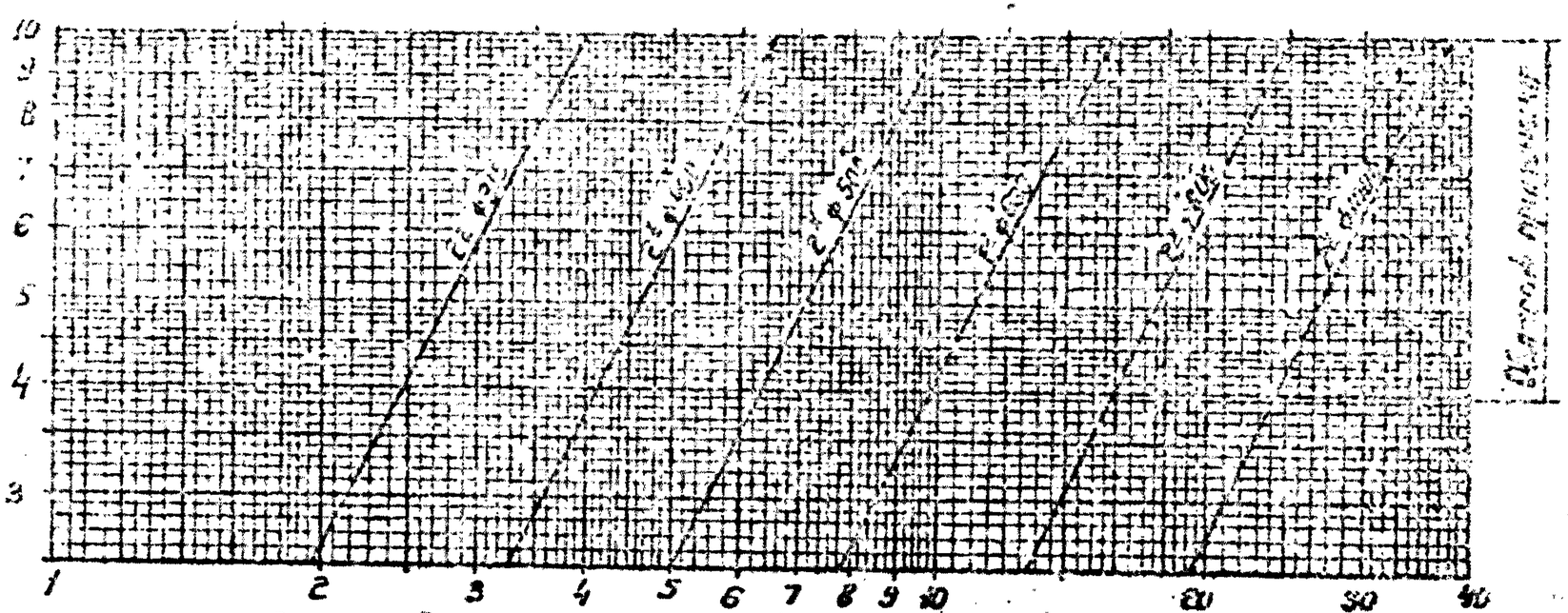
Рис. 5.1

Номограмма для определения аэродинамических сопротивлений установок циклонов основного исполнения.

а



б



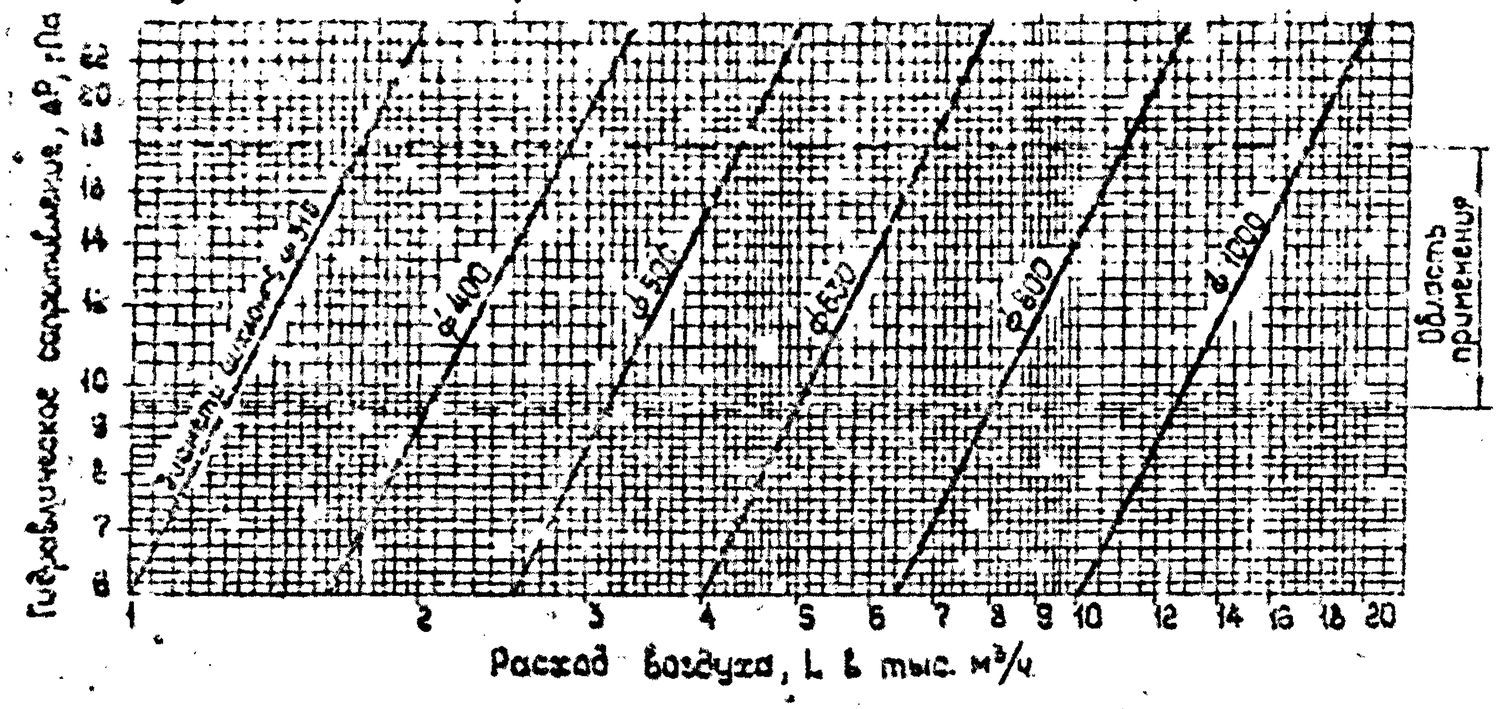
а) установка одиночного циклона
б) установка сдвоенного циклона

Рис. 5.2.

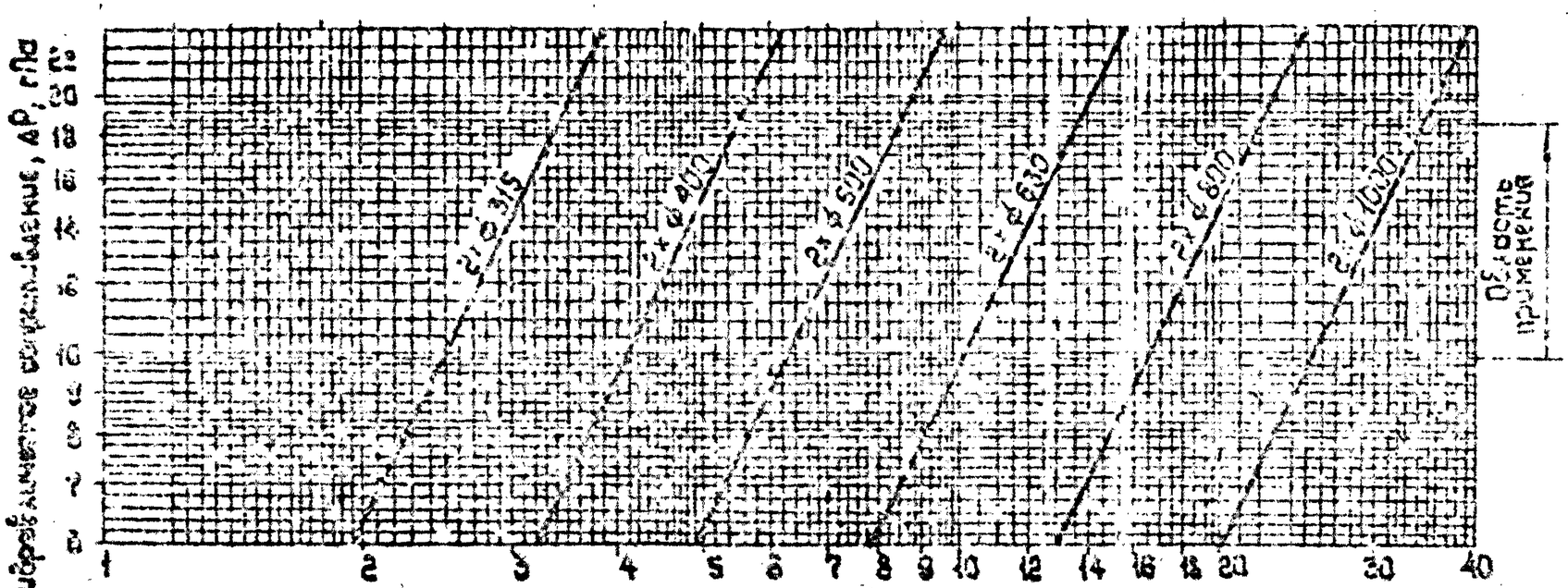
Серия 5.904-36, Выпуск 0

Номограммы для определения гидравлических сопротивлений установок циклонов использования с повышенной скоростью

а



б



а) установка одиночного циклона
б) установка сдвоенного циклона

Рис. 5.3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЦВП.Д	Лист 17

Копировал: Формат А3

Серия 5.904-36 Выпуск 0

График зависимости диаметра частиц пыли, улавливаемых на 50 %, гидравлических сопротивлений и диаметра циклонов ЦВП

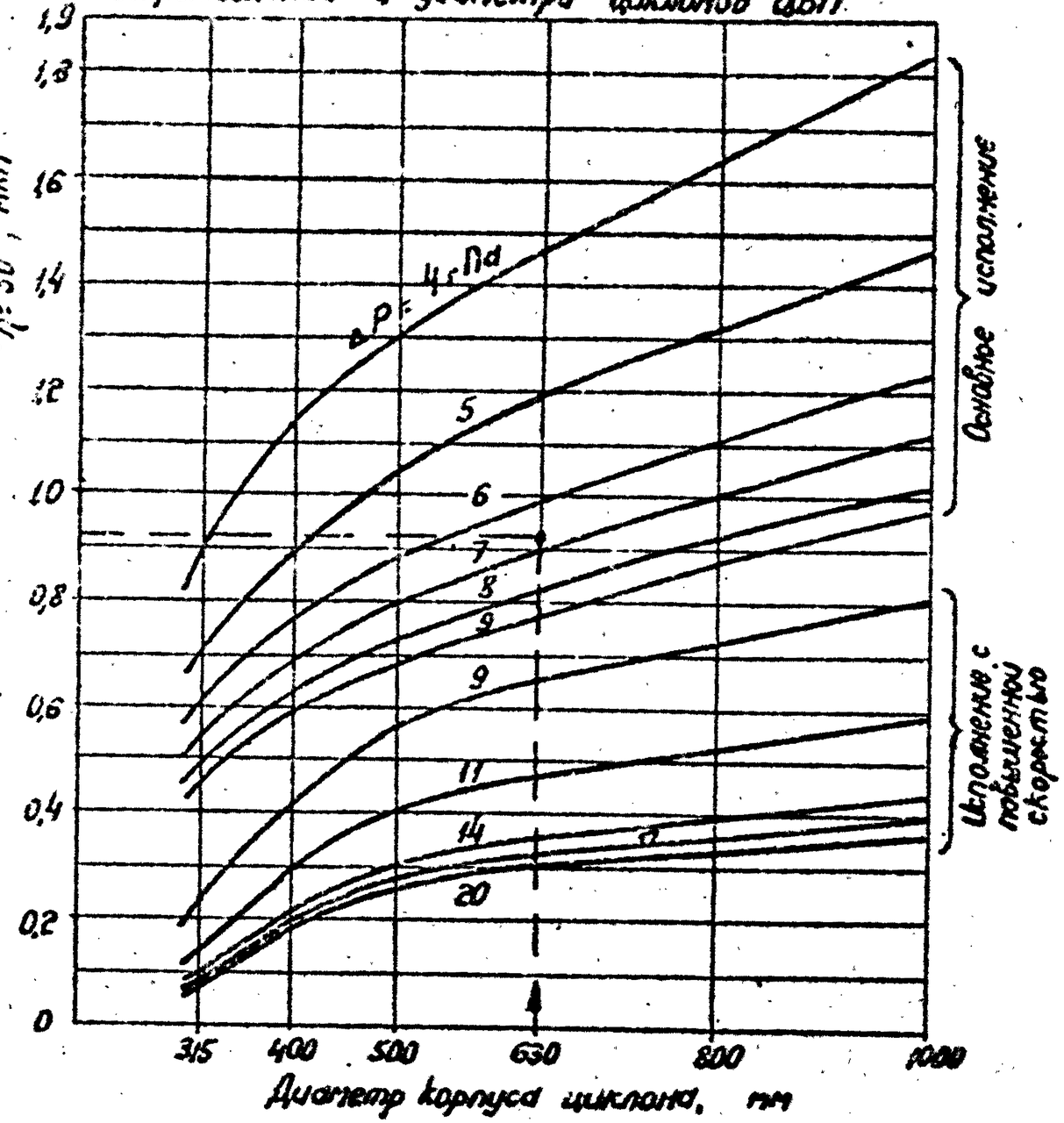


График составлен при вязкости воздуха $\mu = 183 \cdot 10^{-7}$ Па·с, что соответствует температуре воздуха $t = 20°C$ и плотности пыли (кварцевой) $\rho_т = 2650$ кг/м³ (2,65 г/см³)

Рис. 5.4

График зависимости вязкости воздуха от температуры

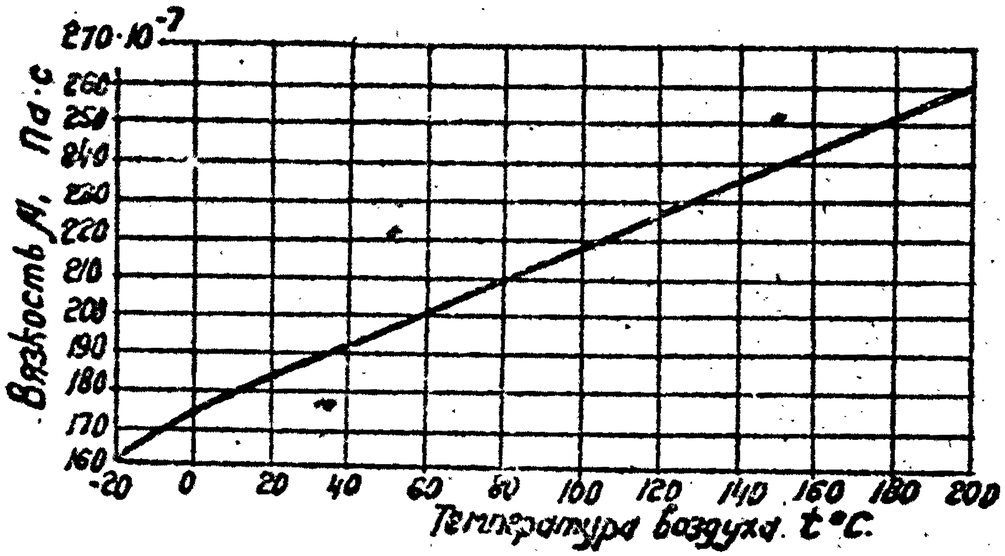


Рис. 5.5.

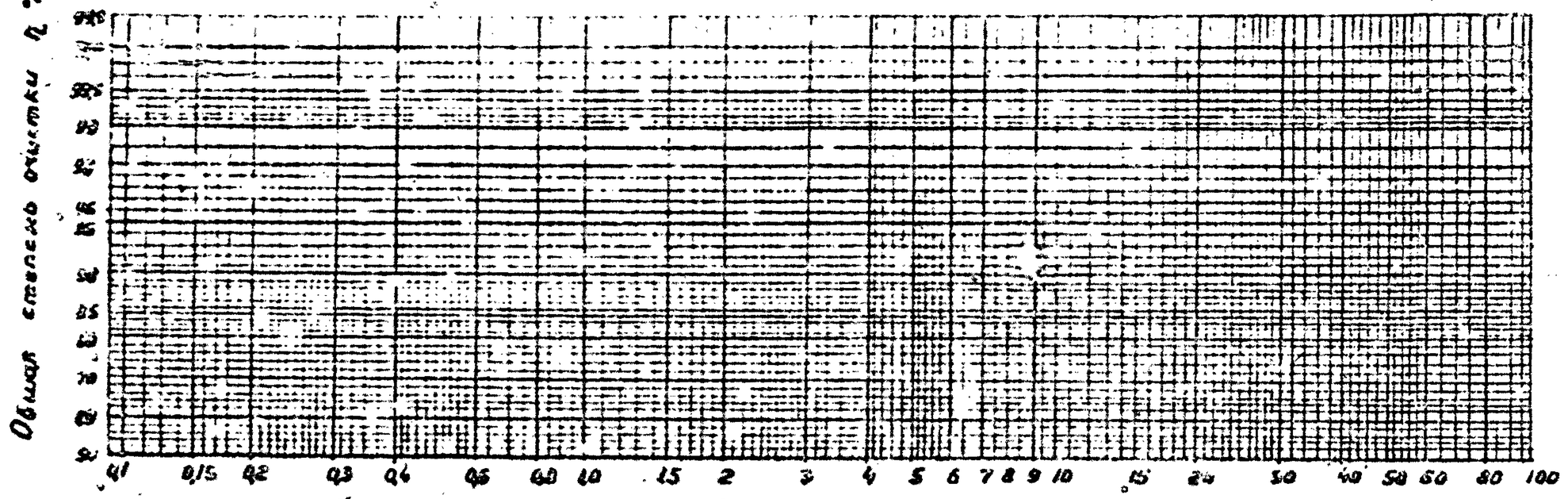

Общая степень очистки η %
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0,1
0,15
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,8
1,0
1,5
2
3
4
5
6
7
8
9
10
15
20
30
40
50
60
80
100
Диаметр частиц, улавливаемых в циклонах ЦВП на 50% d_{50}=50, мкм
Медианный диаметр частиц пыли, поступающей в циклоны d_{50}, мкм

Рис. 5.6

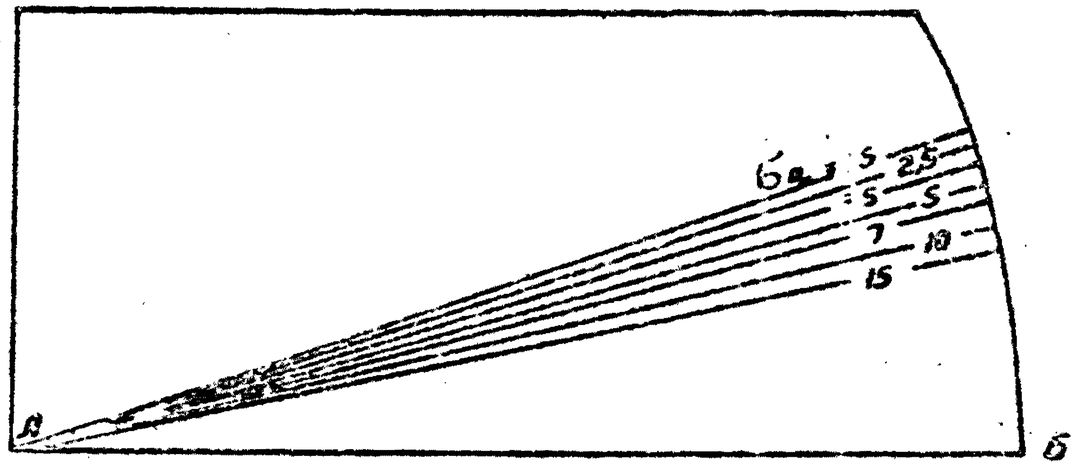

6
5
2,5
5
5
7
10
15
А
Б

Рис. 5.7