

ЦИКЛОНЫ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Циклоны являются наиболее распространенными аппаратами газоочистки, широко применяемыми для улавливания из газов твердых частиц.

Циклоны находят применение в самых различных отраслях промышленности: в черной и цветной металлургии, химической и нефтяной промышленности, промышленности строительных материалов, энергетике и др.

При небольших капитальных затратах и эксплуатационных расходах циклоны в зависимости от характеристик улавливаемой пыли, типа и режима работы циклона обеспечивают эффективность очистки газов 80-95%.

Циклоны могут использоваться как для предварительной очистки газов и устанавливаться перед тканевыми фильтрами или электрофильтрами, так и самостоятельно.

Основными элементами циклонов являются входной патрубок, корпус, состоящий из конической и цилиндрической частей, выхлопной патрубок и бункер. Газ в основных типах циклонов поступает в верхнюю часть корпуса через приваренный к корпусу входной патрубок. Улавливание пыли происходит под действием центробежной силы, возникающей при движении газа между корпусом и выхлопным патрубком. Уловленная пыль попадает в бункер, а очищенный газ выбрасывается через выхлопной патрубок в атмосферу или поступает на доочистку.

В зависимости от расхода очищаемого газа циклоны могут устанавливаться по одному (одиночные циклоны) или объединяться в группы из двух, четырех, шести или восьми циклонов (групповые циклоны). Циклоны могут применяться для очистки газов от нескольких сотен до сотен тысяч кубометров в час.

Циклоны могут изготавливаться с «левым» и «правым» вращением газового потока. Обычно «правым» принято называть вращение потока в циклоне по часовой стрелке (если смотреть со стороны выхлопного патрубка), «левым» – вращение потока против часовой стрелки. Направление вращения выбирают исходя из условий компоновки циклона в схеме, а также расположения циклонов в группе.

Эффективность очистки газа Σ в циклоне в основном определяется его типом, размером, дисперсным составом и плотностью частиц улавливаемой пыли, а также вязкостью газа. С уменьшением диаметра циклона и повышением до определенного предела скорости газа в циклоне эффективность очистки Σ возрастает.

Особенностью работы циклонов является то, что эффективность очистки газа резко снижается при подсосе атмосферного воздуха внутрь циклона, особенно через бункер. Экспериментальные исследования показали, что 1 % подсоса воздуха снижает эффективность очистки на величину от 1 до 4 %, поэтому подсос должен быть сведен к минимуму.

Для пыли заданного дисперсного состава она может быть рассчитана исходя из кривых фракционной эффективности, приведенных в соответствующих нормативных материалах, таких как: «Руководящие указания по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации циклонов НИИОГАЗ» (Всесоюзное объединение по очистке газов и пылеулавливанию, Ярославль, 1971), и ряде других.

Важной величиной, характеризующей энергетические затраты на очистку газа циклоном, является его коэффициент гидравлического сопротивления β . Коэффициенты гидравлического сопротивления циклонов β , приведенные в каталоге, отнесены к средней скорости газов в поперечном сечении цилиндрической части корпуса циклонов.

Другой, весьма важной характеристикой циклона, является его стойкость к абразивному износу, которая определяет долговечность работы аппарата. Абразивный износ возникает вследствие концентрации частиц у стенок циклона и динамического воздействия частиц со стенками.

Исследования характера износа различных элементов циклона показывают, что наибольший износ наблюдается в верхней части корпуса циклона на участке входа запыленного газа в циклон и внизу конической части циклона. Интенсивность абразивного износа циклонов в зависимости от конкретных условий эксплуатации может достигать 12-20 мм в год.

На протяжении более чем столетней истории развития циклонов было разработано несколько десятков типов их конструкций. Только на территории бывшего СССР находили применение более 20 различных типов циклонов. Проведенные сравнительные испытания циклонов различного типа показали, что перечень рекомендуемых к применению циклонов может быть ограничен циклонами НИИОГАЗ.

Анализ запросов на поставку циклонов НИИОГАЗ, таких как ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15У, ЦН-24, СДК-ЦН-33, СЦН-40, СК-ЦН-34, показал, что из всех перечисленных циклонов НИИОГАЗ спросом пользуются только циклоны средней эффективности ЦН-15 и высокоэффективные циклоны СЦН-40.

Практика эксплуатации циклонов ЦН-15 показала, что стойкость к абразивному износу у циклонов ЦН-15 сравнительно невелика. Другим недостатком этого циклона является сложность изготовления винтовой крышки корпуса. С целью устранения выше указанных недостатков в ЗАО «СФ НИИОГАЗ» был разработан циклон с плоской крышкой СЦН-50 более стойкий к абразивному износу. Срок службы СЦН-50 превышает срок службы циклона ЦН-15 в несколько раз, а эффективность очистки газов на 2-4 % выше. Циклоны СЦН-50 более просты по конструкции, несложны в изготовлении. Металлоемкость циклона СЦН-50, по сравнению с циклоном ЦН-15 снижена на 15%.

Весьма перспективным направлением в области инерционного пылеулавливания является разработка прямооточных циклонов, скорость газа через поперечное сечение у которых достигает величины $W_{\text{п}}=12-15$ м/с при весьма незначительном сопротивлении. Однако прямооточные циклоны, широко применяемые на транспорте, весьма сложны в изготовлении и требуют для своей работы дополнительный вентилятор, устанавливаемый в линии отсоса. Все это ограничивает применение прямооточного циклона для общепромышленных целей.

В настоящее время разработана конструкция циклона, сочетающая в себе положительные свойства противоточного и прямооточного циклонов, названная авторами вертикальным прямооточным циклоном (ВПЦ).

Выпускной патрубок циклона ВПЦ проходит через бункер, что позволяет устранить конденсацию влаги в бункере при очистке горячих газов. Уловленная пыль в этом случае не будет зависеть при выгрузке. Циклоны типа ВПЦ менее чувствительны к подсосам постороннего воздуха в бункер, т.к. величина разрежения в бункере в несколько раз меньше обычных (противоточных) циклонов. Эти циклоны хорошо komponуются в аспирационных системах при установке их перед вентилятором.

Анализ зависимости степени очистки воздуха Σ от средней скорости воздуха $W_{\text{вх}}$ во входном патрубке циклона позволяет утверждать, что минимальная скорость потока на входе в циклон, при которой аппарат начинает стабильно и эффективно работать, составляет $W_{\text{вх}} = 6$ м/с. Это значительно меньше чем у обычных (противоточных циклонов) и приводит к повышению надежности циклона.

Коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона ВПЦ составляет величину $\beta_{\text{ц}}=80$. Коэффициент гидравлического сопротивления группового циклона ВПЦ, состоящего из четырех циклонов- $\beta_{\text{ц}}=104$.

Металлоемкость циклонов ВПЦ по сравнению с обычными циклонами, рассчитанными на очистку одинаковых объемов газов, меньше на 35-45 %.

РАСЧЕТ ЦИКЛОНОВ

Согласно ГОСТ Р 51708-2001 «Пылеуловители центробежные. Требования безопасности и методы испытаний» и ГОСТ 25757-83 «Пылеуловители инерционные сухие» при расчете или подборе циклона требуется руководствоваться следующими исходными данными:

1. Источник пыли (технологический процесс):
 - 1.1 данные по месту установки.
2. Зашагранный газ:
 - 2.1 расход, м³/ч;
 - 2.2 температура, °С;
 - 2.3 давление на входе, Па;
 - 2.4 плотность, кг/м³;
 - 2.5 влагосодержание, кг/кг;
 - 2.6 температура точки росы, Согласно ГОСТ Р 51708-2001 «Пылеуловители центробежные.
 - 2.4 плотность, кг/м³;
 - 2.5 влагосодержание, кг/кг;
 - 2.6 температура точки росы, °С;
 - 2.7 состав газа, % (по объему);
 - 2.8 коррозионная агрессивность;
 - 2.9 минимальное содержание кислорода, % (по объему);
 - 2.10 нижний предел концентрации воспламенения, г/м³;

- 2.11 токсичность.
3. Характеристика пыли:
- 3.1 концентрация (средняя, максимальная), г/м³;
 - 3.2 фракционный состав, %;
 - 3.3 фактическая плотность, кг/м³;
 - 3.4 насыпная плотность, кг/м³;
 - 3.5 химический состав, % (по массе);
 - 3.6 коррозионная агрессивность;
 - 3.7 слипаемость (разрывная прочность слоя), Па;
 - 3.8 смачиваемость;
 - 3.9 температура возгорания, °С;
 - 3.10 степень абразивности пыли;
 - 3.11 токсичность;
 - 3.12 гигроскопичность;
 - 3.13 форма частиц;
4. Допустимое содержание пыли за пылеуловителем (мг/м³).

Итого в общей сложности 26 вопросов. Не только рассчитать, но хотя бы найти ответы на эти вопросы даже специалисту инженерного уровня далеко не просто.

Влияние большинства из вышеперечисленных параметров на эффективность и гидравлическое сопротивление циклонов достаточно подробно рассмотрено и изложено в монографии «Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов», вышедшей под редакцией к.т.н. Л.В.Чекалова в 2004 году: («Русь», «Кондор-Эко»).

Переход экономики на рыночные рельсы, повышение требований природоохранных организаций к эффективности очищаемых газов, необходимость экономии средств заставили по иному взглянуть на проблему подбора циклонов и перевести её на новый качественный уровень.

Сформировалась задача не приближенного подбора, а математического расчета циклона наиболее оптимального для каждого конкретного источника пылевыведения, которая и была решена посредством разработки соответствующей программы.

Эта программа позволяет рассчитать и предложить заказчику не один, а, как правило, 10–15 вариантов циклонов наиболее подходящих для конкретного источника пылевыведения. Расчет ведется с шагом по диаметру циклона равным 50 мм.

Выбор циклонов проводится на основании комплексного анализа данных, полученных при аэродинамическом расчете циклонов, расчете эффективности улавливания пыли разрабатываемыми циклонами и расчете надежности циклонов.

Надежность циклонов определяется стойкостью конструкции к абразивному износу пылегазовым потоком. В качестве критерия отказа при расчете надежности циклонов принято появление отверстия, вызванное абразивным износом.

Расчеты эффективности улавливания пыли циклонами проводятся по наиболее важным величинам, характеризующим пыль как физическое вещество.

В расчеты закладываются медианный размер улавливаемых частиц d_{50} , величина σ , характеризующая распределение пыли по фракциям, плотности пыли, коэффициент абразивности пыли, коэффициенты гидравлического сопротивления рассчитываемых циклонов и ряд других величин. Для проведения расчетов заказчику требуется всего лишь заполнить и направить в наш адрес опросный лист, форму которого прилагаем.

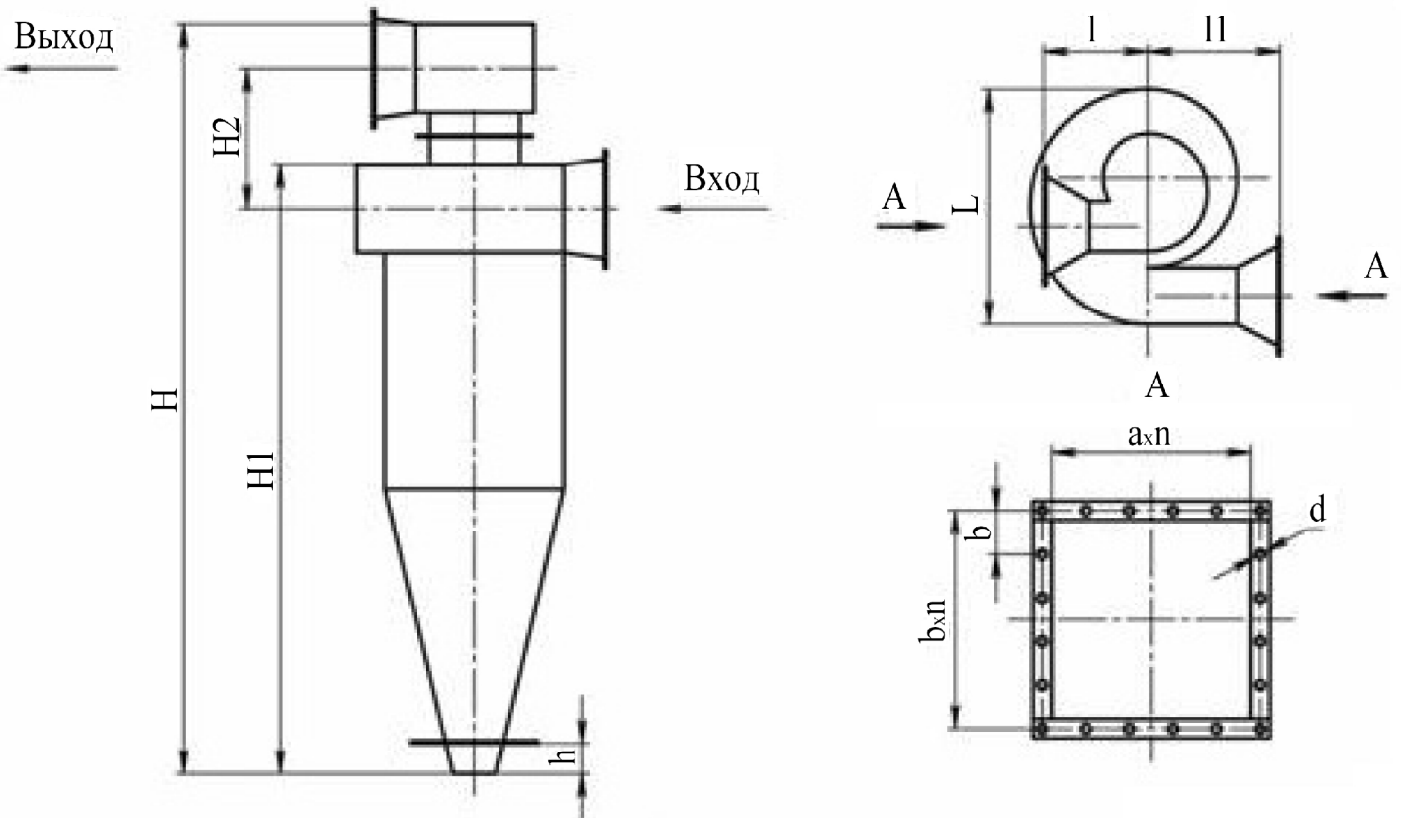
Все выше перечисленное не означает, что наши возможности ограничиваются изготовлением циклонов, разработанных в последнее время. В случае необходимости, мы также можем изготовить как одиночные, так и групповые циклоны, любого размера и на любой расход газа, разработанные в 60-70 годах XX века. Это циклоны разработки НИИОГАЗ: ЦН-11; ЦН-15; ЦН-15У; ЦН-24; СДК-ЦН-33; СК-ЦН-34, а также циклон с обратным конусом ВЦНИОТ.

Конструкции подобных циклонов и их характеристики представлены в конце настоящего раздела.

Необходимость защиты коммерческих интересов вынуждает нас заявить следующее:

Другие сведения, носящие уточняющий характер, касающиеся геометрических параметров и технических характеристик циклонов, не вошедшие в каталог и указанную выше монографию, сообщаются заинтересованным лицам, заключившим с нами договор на поставку продукции или договор о научно-техническом и коммерческом сотрудничестве.

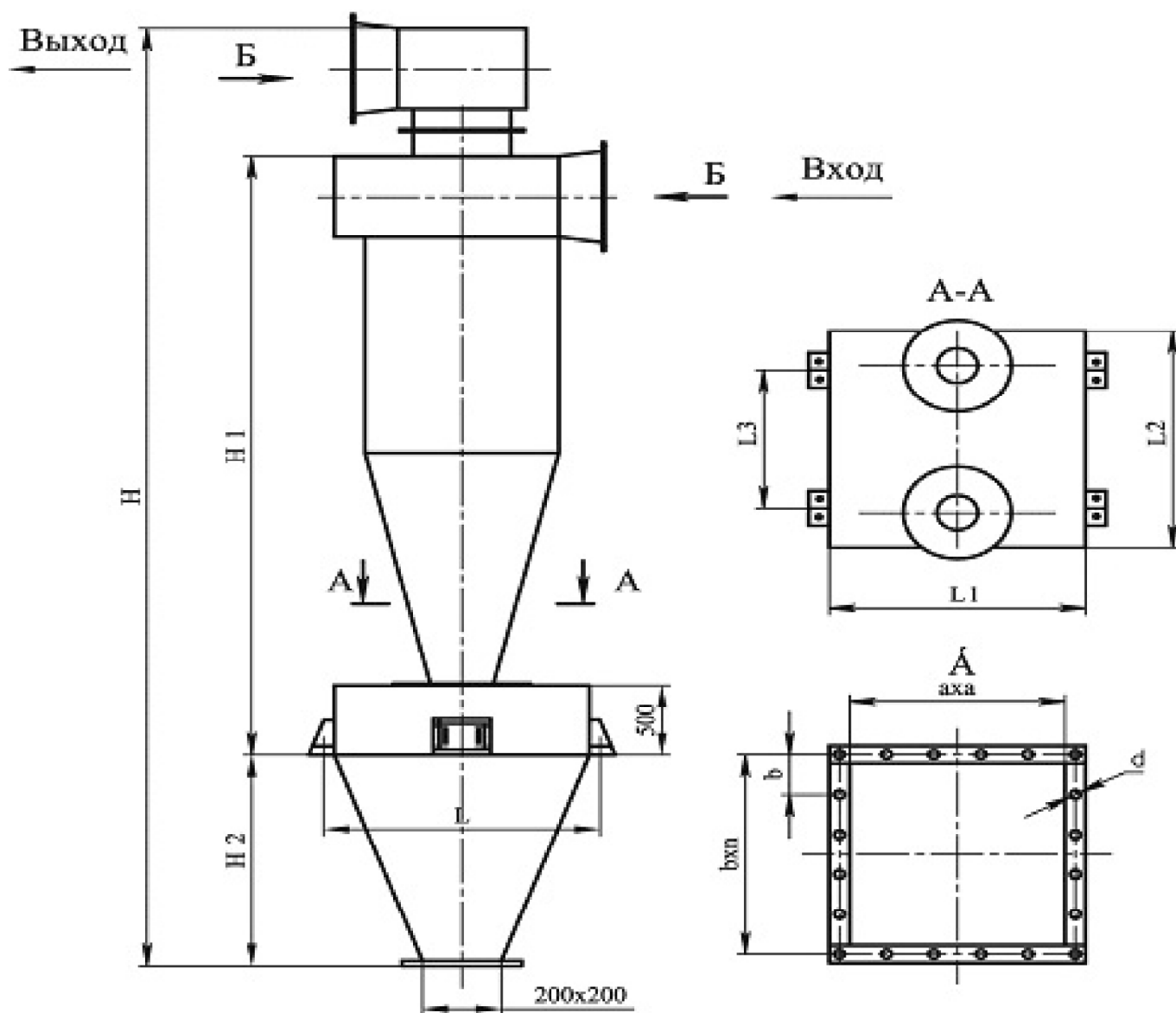
Циклон СЦН-40



N	Размеры в мм										
	H	H1	H2	L	D	h	I	II	a	b	n
3	1165	960	235	405	10	50	180	410	150	100	2
4	1485	1280	255	510	10	50	235	430	150	100	2
5	1855	1600	295	645	10	50	295	450	300	115	3
6	2275	1920	365	805	10	50	350	470	300	115	3
7	2645	2240	485	910	10	50	410	490	300	115	3
8	2965	2560	505	1020	12	50	470	510	300	115	3
9	3385	2880	575	1175	12	50	530	680	400	112	4
10	3705	3200	595	1285	12	50	585	700	400	112	4
12	4445	3840	730	1550	12	100	700	840	500	110	5
14	5185	4480	820	1820	14	100	815	880	600	110	6
16	5825	5120	860	2035	14	100	935	920	600	110	6
18	6565	5760	950	2300	14	100	1050	960	700	125	6
20	7305	6400	1035	2570	14	100	1165	1000	800	140	6
22	7945	7040	1075	2780	14	100	1285	1040	800	140	6
24	8685	7680	1165	3050	14	100	1400	1080	900	119	8
26	9495	8320	1350	3315	14	100	1510	1120	1000	132	8
28	10070	8960	1290	3530	14	100	1630	1160	1000	132	8

Производительность по газу от 330 м³/ч до 4200 м³/ч
 Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 1100$

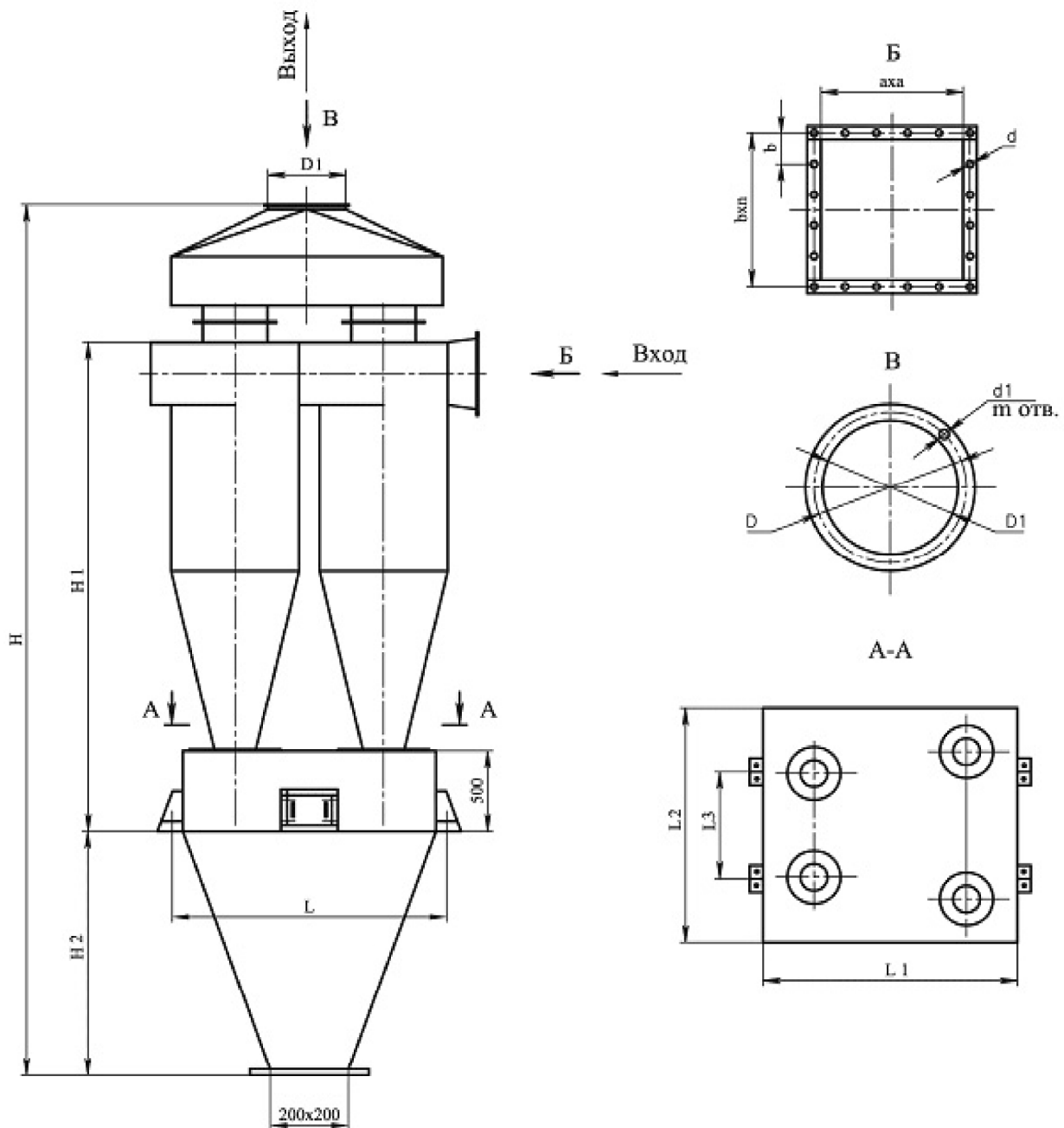
Группа из 2-х циклонов СЦН-40-2



N	Размеры в мм.											
	H	H1	H2	L	d	L	L1	L2	L3	a	b	n
4	2760	1740	870	1140	10	1140	1000	930	700	150	100	2
5	3070	2050	870	1140	10	1140	1000	1160	700	200	125	2
6	3380	2360	870	1140	10	1140	1000	1390	700	300	115	3
7	3900	2670	1080	1340	10	1340	1200	1620	800	300	115	3
8	4210	2980	1080	1340	12	1340	1200	1860	800	300	115	3
9	4840	3290	1400	1640	12	1640	1500	2090	1000	400	112	4
10	5150	3600	1400	1640	12	1640	1500	2320	1000	400	112	4
12	5770	4220	1400	1640	12	1640	1500	2780	1000	500	110	5

Производительность по газу от 1400 м³/ч до 14000 м³/ч
 Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 1200$

Группа из 4-х циклонов СЦН-40-4



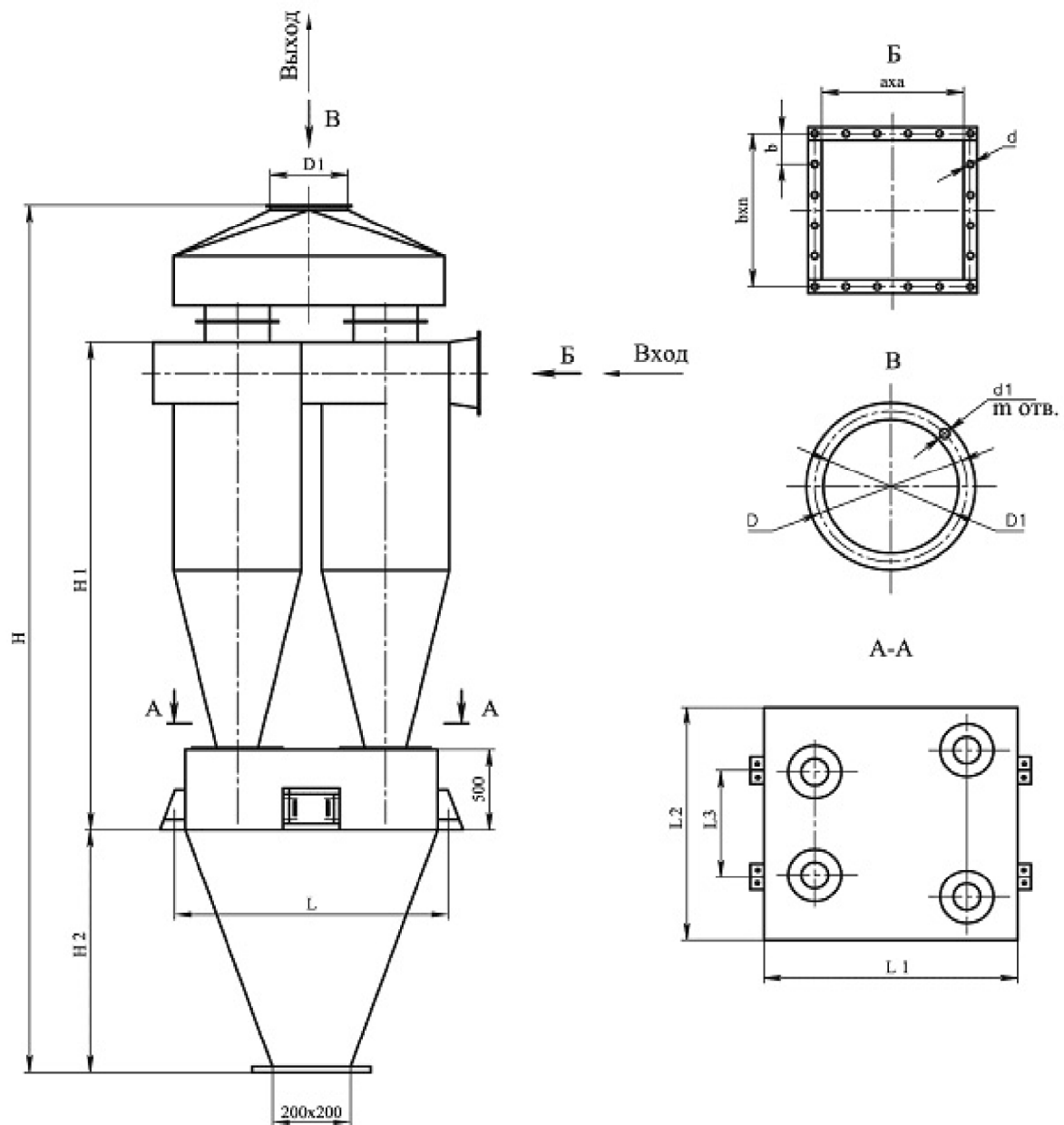
N	Размеры в мм.														
	a	b	n	d	m	d1	D	D1	H1	H2	H	L	L1	L2	L3
4	300	115	3	10	8	10	360	320	1740	860	3280	1150	1000	1080	700
5	400	112	4	12	10	12	440	400	2060	860	3660	1350	1200	1140	800
6	400	112	4	12	12	12	540	500	2380	860	3910	1550	1400	1540	800
7	450	100	5	12	14	12	650	600	2700	1000	4540	1650	1500	1870	1000
8	550	120	5	12	16	12	750	700	3020	1500	5720	1850	1700	2150	1200
9	600	110	6	14	18	14	850	800	3340	1700	6690	2150	2000	2400	1500
10	650	115	6	14	18	14	850	800	4100	2000	7250	2150	2000	2660	1500
12	800	140	6	14	22	14	1050	1000	4300	2200	8250	2650	2500	3200	1800

Производительность по газу от 2900 м³/ч до 26000 м³/ч

Коэффициент гидравлического сопротивления β = 1200

По желанию заказчика циклон может быть изготовлен с боковым выходом очищенного газа.

Группа из 6-х циклонов СЦН-40-6



N	Размеры в мм.														
	a	b	n	d	m	d1	D	D1	H1	H2	H	L	L1	L2	L3
4	300	115	3	10	8	10	360	320	1740	860	3280	1150	1000	1080	700
5	400	112	4	12	10	12	440	400	2060	860	3660	1350	1200	1140	800
6	400	112	4	12	12	12	540	500	2380	860	3910	1550	1400	1540	800
7	450	100	5	12	14	12	650	600	2700	1000	4540	1650	1500	1870	1000
8	550	120	5	12	16	12	750	700	3020	1500	5720	1850	1700	2150	1200
9	600	110	6	14	18	14	850	800	3340	1700	6690	2150	2000	2400	1500
10	650	115	6	14	18	14	850	800	4100	2000	7250	2150	2000	2660	1500
12	800	140	6	14	22	14	1050	1000	4300	2200	8250	2650	2500	3200	1800

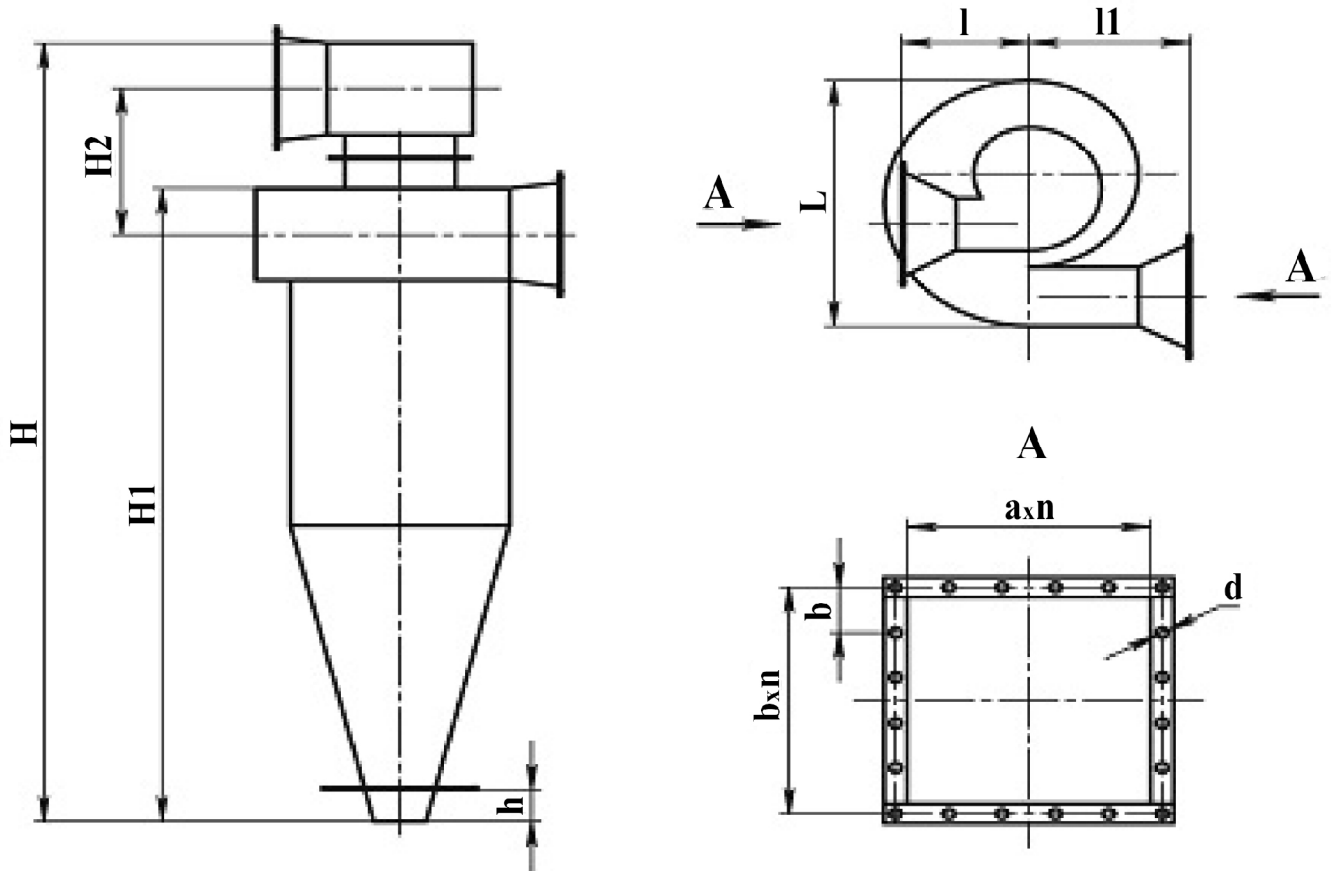
Производительность по газу от 4300 м³/ч до 17300 м³/ч

Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 1200$

По желанию заказчика могут разрабатываться и изготавливаться группы циклонов больших диаметров. В этом случае групповой циклон поставляется укрупненными блоками (бункер, сборник очищенного газа, одиночные циклоны, раздающий коллектор).

Сборник чистого газа может изготавливаться с выходом вверх или вбок.

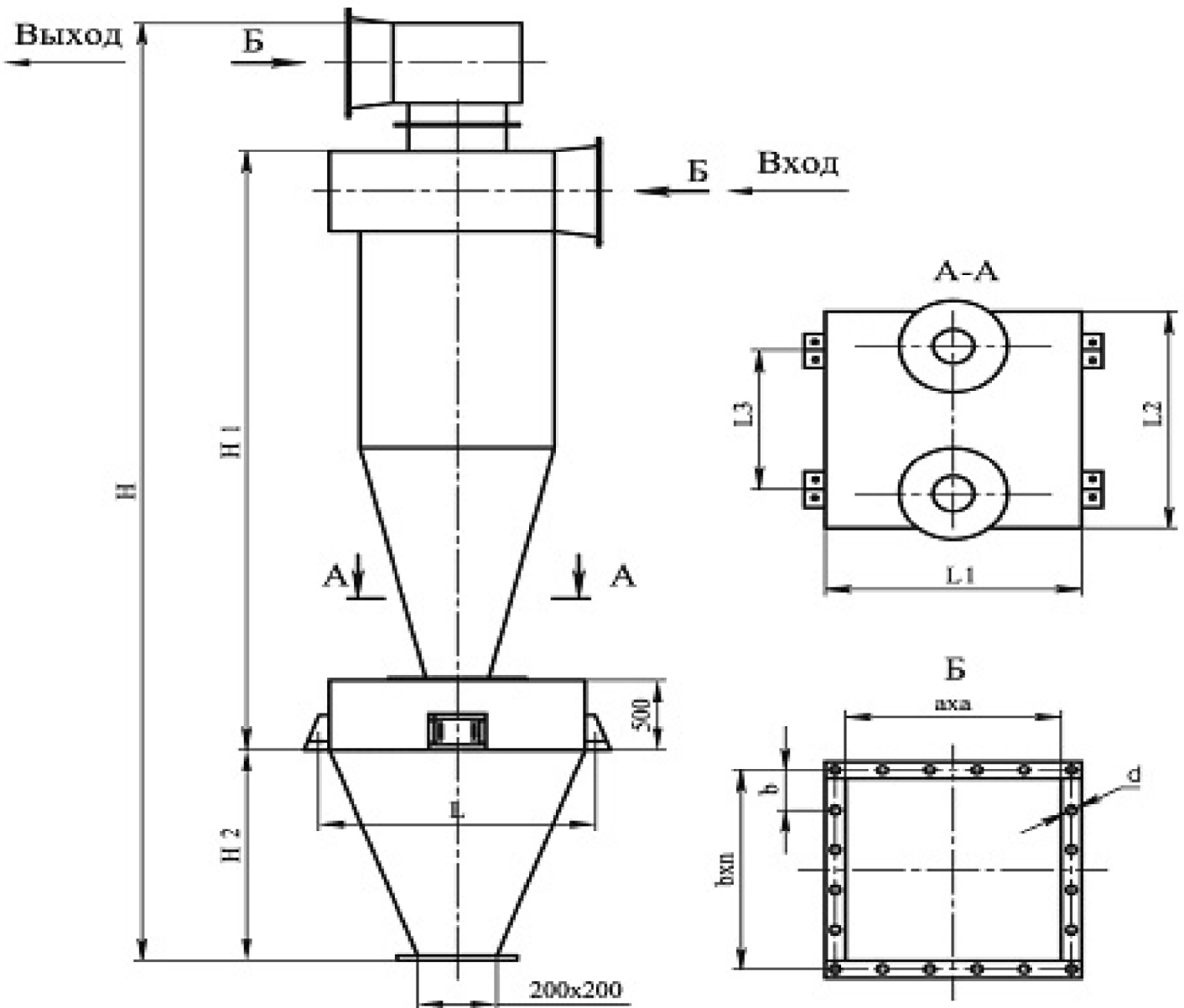
Циклон СЦН-50



N	Размеры в мм.										
	H	H1	H2	L	d	h	l	L1	a	b	n
3	1325	975	390	420	10	50	200	400	250	100	3
4	1650	1300	425	530	10	50	250	450	300	115	3
5	2025	1625	490	670	10	50	300	500	400	112	4
6	2450	1950	575	830	10	50	300	500	450	100	5
7	2775	2275	615	950	10	50	350	550	550	100	6
8	3200	2600	700	1110	12	50	400	700	600	110	6
9	3525	2925	740	1220	12	50	450	750	700	125	6
10	3950	3250	825	1380	12	50	500	800	750	114	7
12	4700	3900	950	1650	12	100	600	1100	900	119	8
14	5350	4550	1025	1880	14	100	700	1200	1100	144	8
16	6100	5200	1110	2160	14	100	800	1400	1200	138	9
18	6860	5850	1280	2435	14	100	850	1400	1350	140	10
20	7510	6500	1350	2660	14	100	900	1500	1500	140	11
22	7810	7150	1480	2935	14	100	950	1600	1700	145	12
24	8510	7800	1610	3210	14	100	1000	1700	1800	132	14
26	9660	8450	1680	3435	14	100	1000	1800	2000	136	15
28	10200	8860	1880	3795	14	100	1000	1900	2100	143	15

Производительность по газу от 4300 м³/ч до 17300 м³/ч
 Коэффициент гидравлического сопротивления β = 230

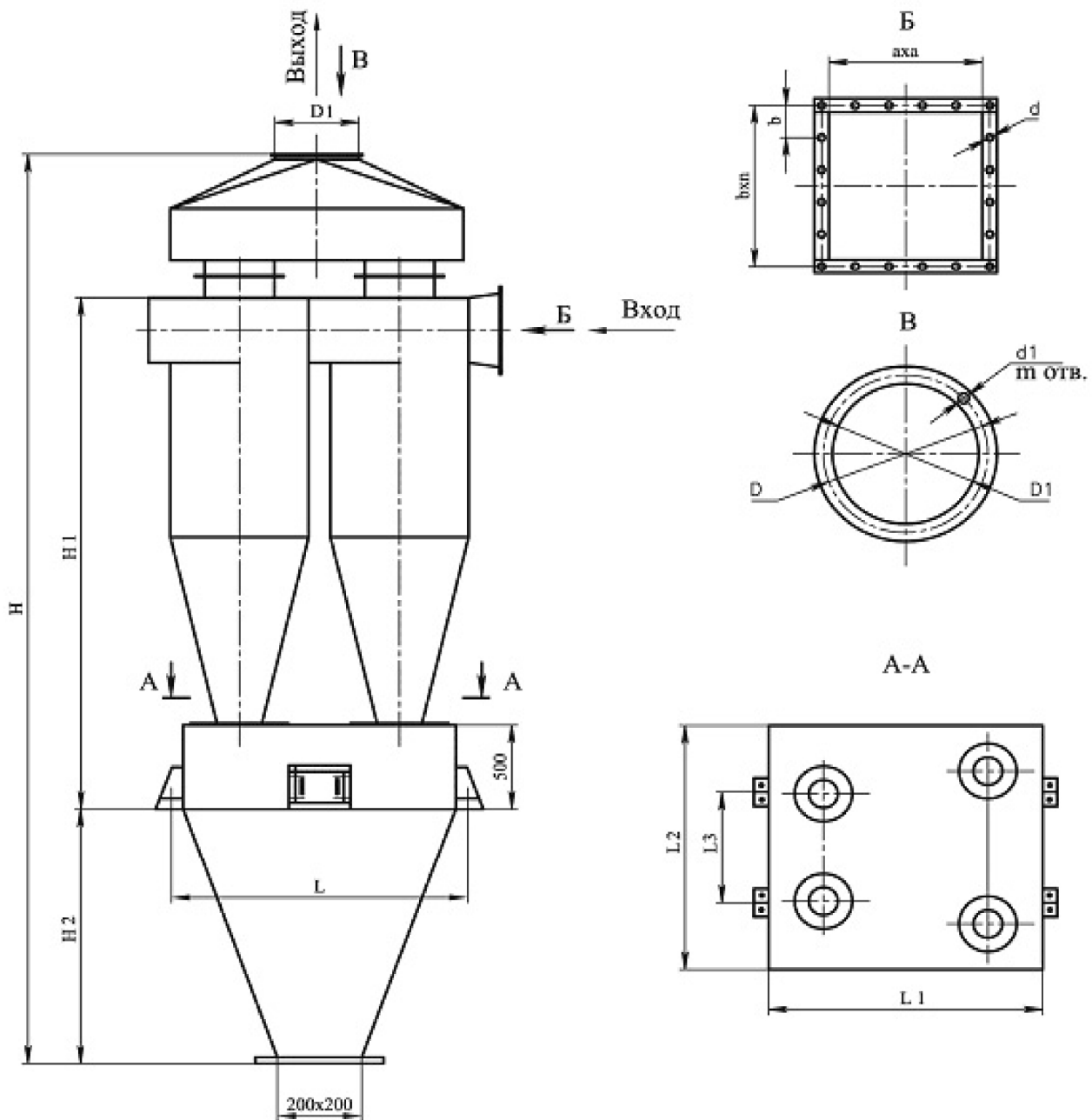
Группа из 2-х циклонов СЦН-50-2



N	Размеры в мм.										
	a	b	n	d	H1	H2	H	L	L1	L2	L3
4	300	115	3	10	1750	870	3170	1150	1000	1010	700
5	400	112	4	10	2075	1080	3810	1350	1200	1260	800
6	450	100	5	10	2400	1080	4230	1350	1200	1510	800
7	550	100	6	10	2730	1400	4980	1650	1500	1960	1000
8	600	110	6	12	3050	1400	5400	1650	1500	2020	1000
9	700	125	6	12	3375	2000	6430	2150	2000	2270	1500
10	750	114	7	12	3700	2000	6850	2150	2000	2520	1500
12	900	119	8	12	4350	2000	7500	2450	2300	3020	1600

Производительность по газу от 4300 м³/ч до 17300 м³/ч
 Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 230$

Группа из 4-х циклонов СЦН-50-4



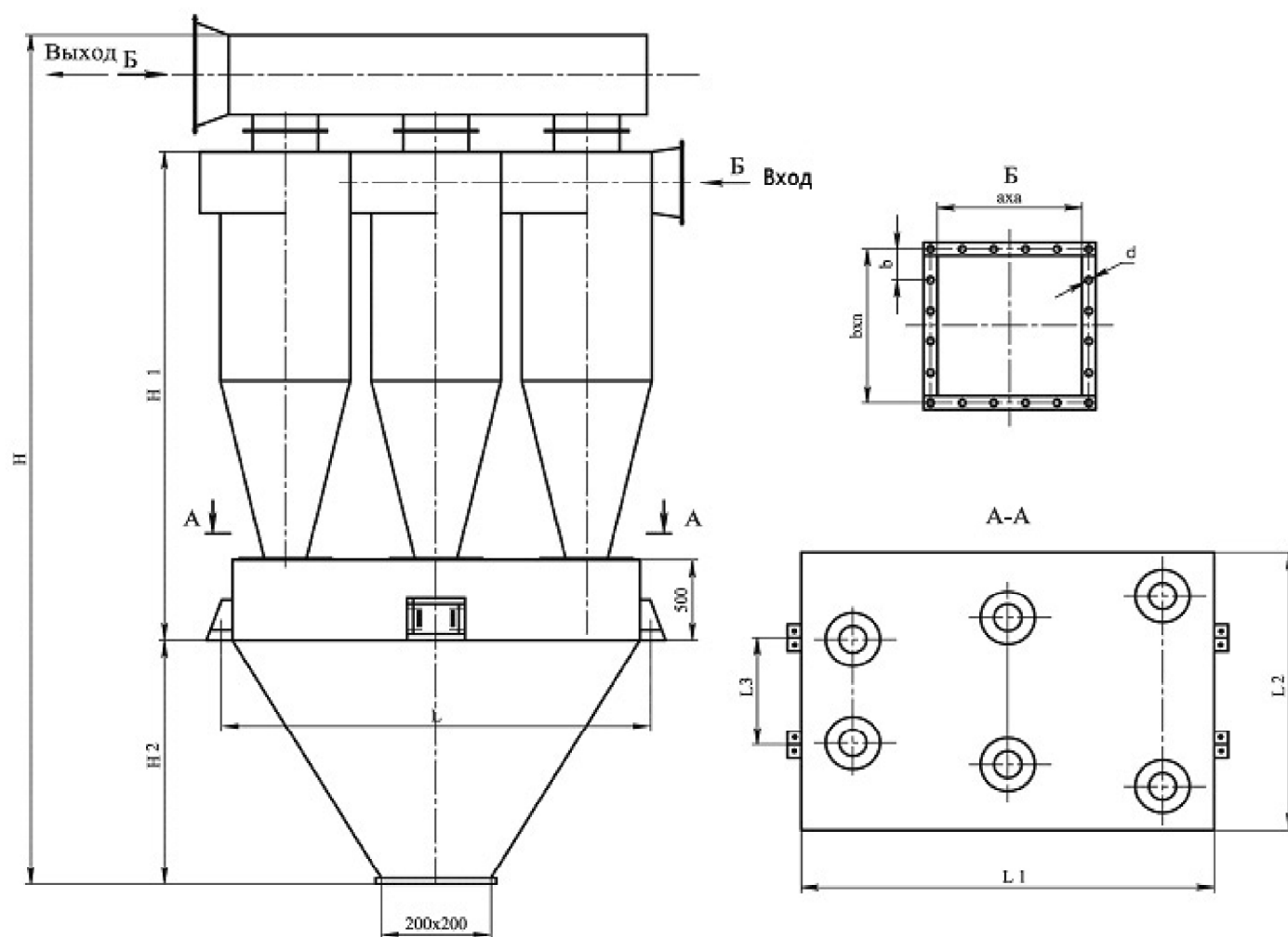
N	Размеры в мм.														
	a	b	n	d	m	d1	D	D1	H1	H2	H	L	L1	L2	L3
4	450	100	5	10	10	10	440	400	1750	860	3210	1150	1000	1230	700
5	550	120	5	12	12	12	540	500	2075	1400	4100	1650	1500	1530	1000
6	650	115	6	12	14	12	650	600	2400	1400	4600	1650	1500	1830	1000
7	750	100	8	12	16	12	750	700	2730	2000	5550	2150	2000	2130	1500
8	850	100	9	12	18	12	850	800	3050	2000	6050	2150	2000	2430	1500
9	950	110	9	14	20	14	950	900	3375	2000	6375	2450	2300	2730	1600
10	1050	100	10	14	22	14	1050	1000	3700	2500	7400	2650	2500	3030	1800
12	1250	130	10	14	22	14	1050	1000	4350	2500	8050	3150	3000	3630	2000

Производительность по газу от 6000 м³/ч до 56000 м³/ч

Коэффициент гидравлического сопротивления β = 230

По желанию заказчика циклон может быть изготовлен с боковым выходом очищенного газа.

Группа из 6-ти циклонов СЦН-50-6



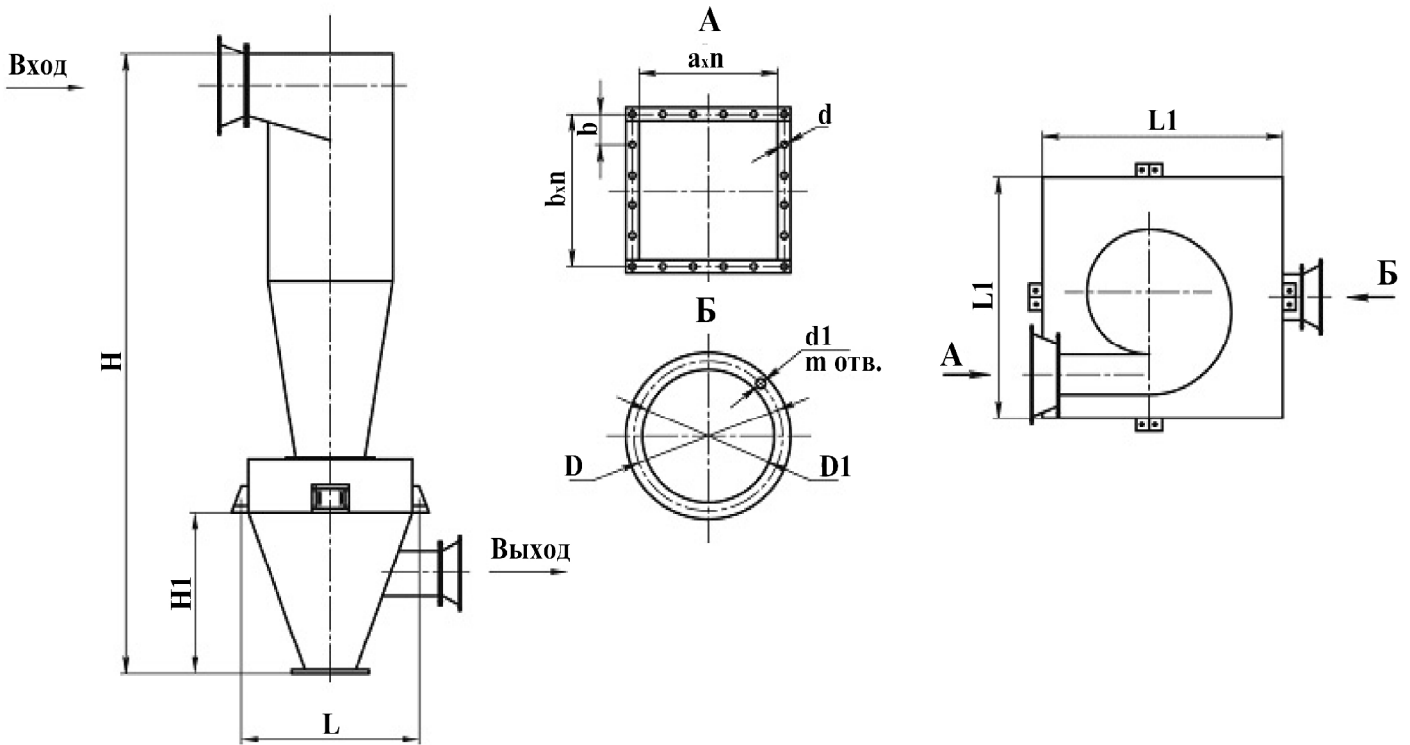
N	Размеры в мм.										
	a	b	n	d	H1	H2	H	L	L1	L2	L3
5	800	140	6	14	2075	1400	4230	1650	1500	1790	1000
6	1000	132	8	14	2400	2000	5260	2150	2000	2170	1500
7	1150	120	10	14	2730	2000	5690	2350	2200	2520	1600
8	1300	130	10	14	3050	2200	6310	2550	2400	2870	1600

Производительность по газу от 14000 м³/ч до 38000 м³/ч
 Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 230$

По желанию заказчика могут разрабатываться и изготавливаться группы циклонов больших диаметров. В этом случае групповой циклон поставляется укрупненными блоками (бункер, сборник очищенного газа, одиночные циклоны, раздающий коллектор).

Сборник чистого газа может изготавливаться с выходом вверх или вбок.

Циклон ВПЦ

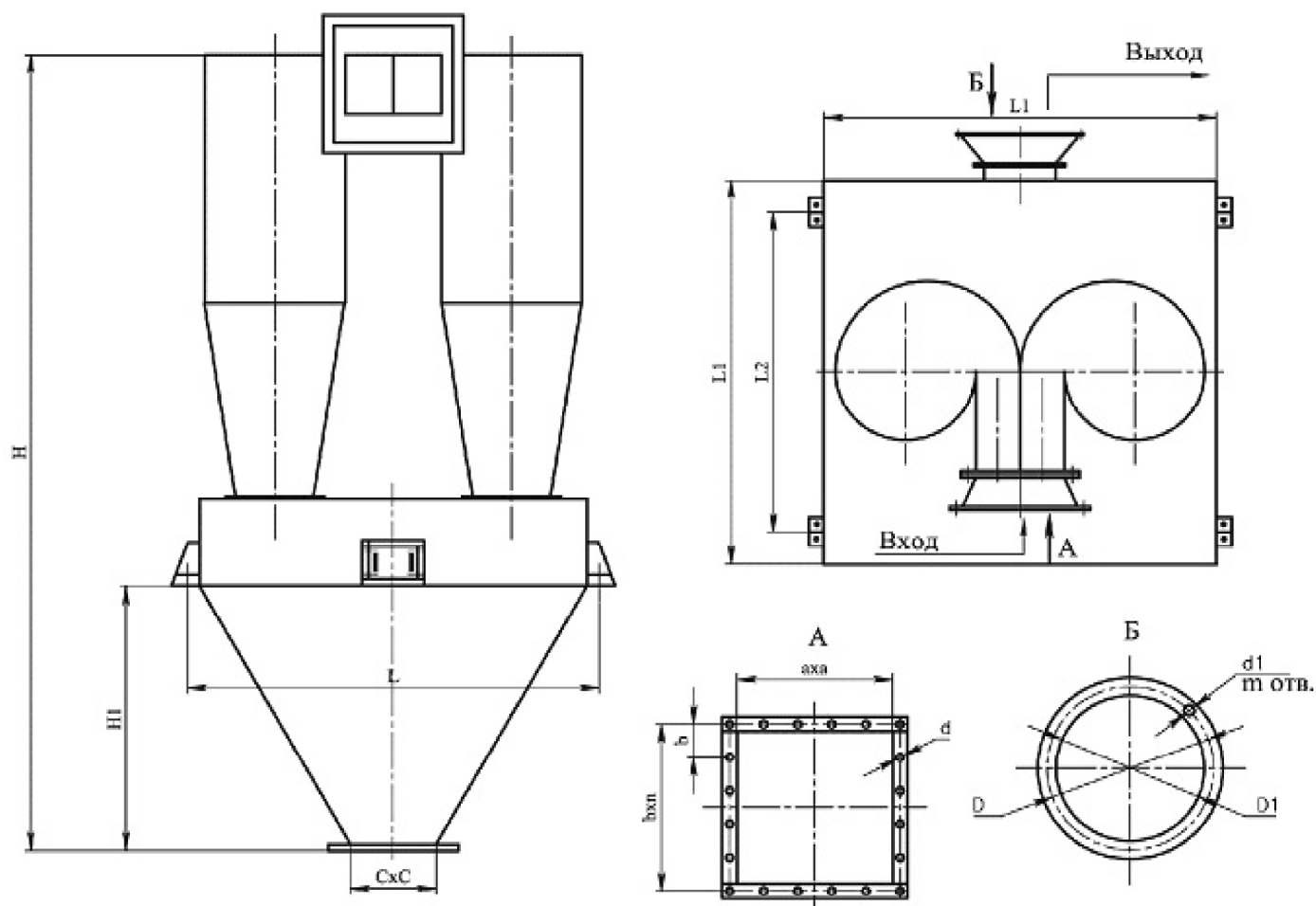


N	Размеры в мм.											
	H	H1	L	L1	d	D	D1	d1	m	a	b	n
4	2750	700	1150	1000	12	340	300	12	8	350	100	4
5	3125	700	1150	1000	12	440	400	12	10	400	112	4
6	4050	900	1350	1200	12	490	450	12	10	500	112	5
7	4450	900	1350	1200	14	550	500	14	12	600	110	6
8	5150	1000	1650	1500	14	650	600	14	14	650	115	6
9	5550	1000	1650	1500	14	700	650	14	14	750	114	7
10	6950	1500	2150	2000	14	800	750	14	16	800	121	7
12	7750	1500	2150	2000	14	950	900	14	18	1000	132	8

Производительность по газу от 2200 м³/ч до 20000 м³/ч

Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 80$

Циклон групповой ВПЦ-2

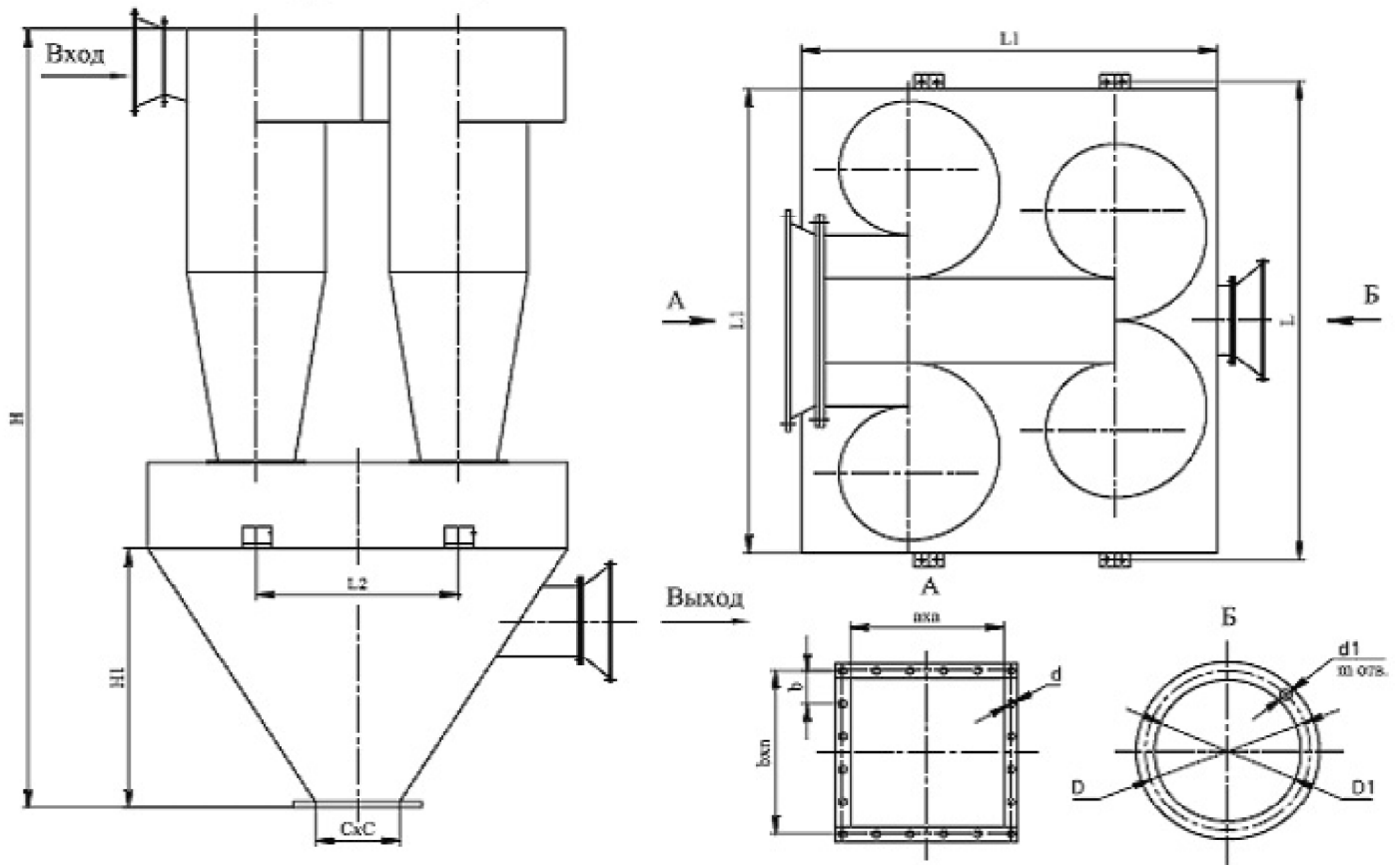


N	Размеры в мм.													
	H	H1	L	L1	L2	C	d	D	D1	d1	m	a	b	n
4	2750	700	1350	1200	800	200	12	490	450	12	10	350	100	4
5	3125	700	1650	1500	1000	200	12	590	550	12	12	400	112	4
6	5050	1000	2150	2000	1400	200	12	700	650	12	14	500	112	5
7	5450	1000	2150	2000	1400	200	14	800	750	14	16	600	110	6
8	6150	2000	2650	2500	1800	300	14	900	850	14	18	650	115	6
9	6550	2000	2650	2500	1800	300	14	1000	950	14	20	750	114	7

Производительность по газу от 4500 м³/ч до 23000 м³/ч

Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 104$

Циклон групповой ВПЦ-4



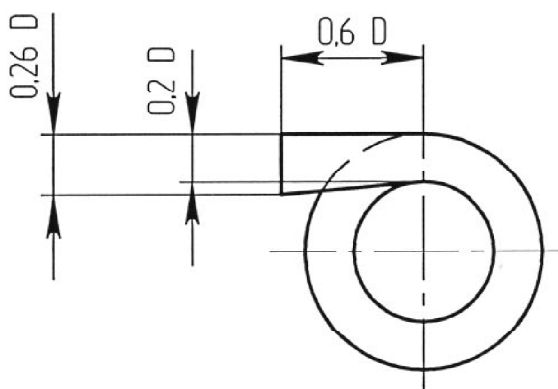
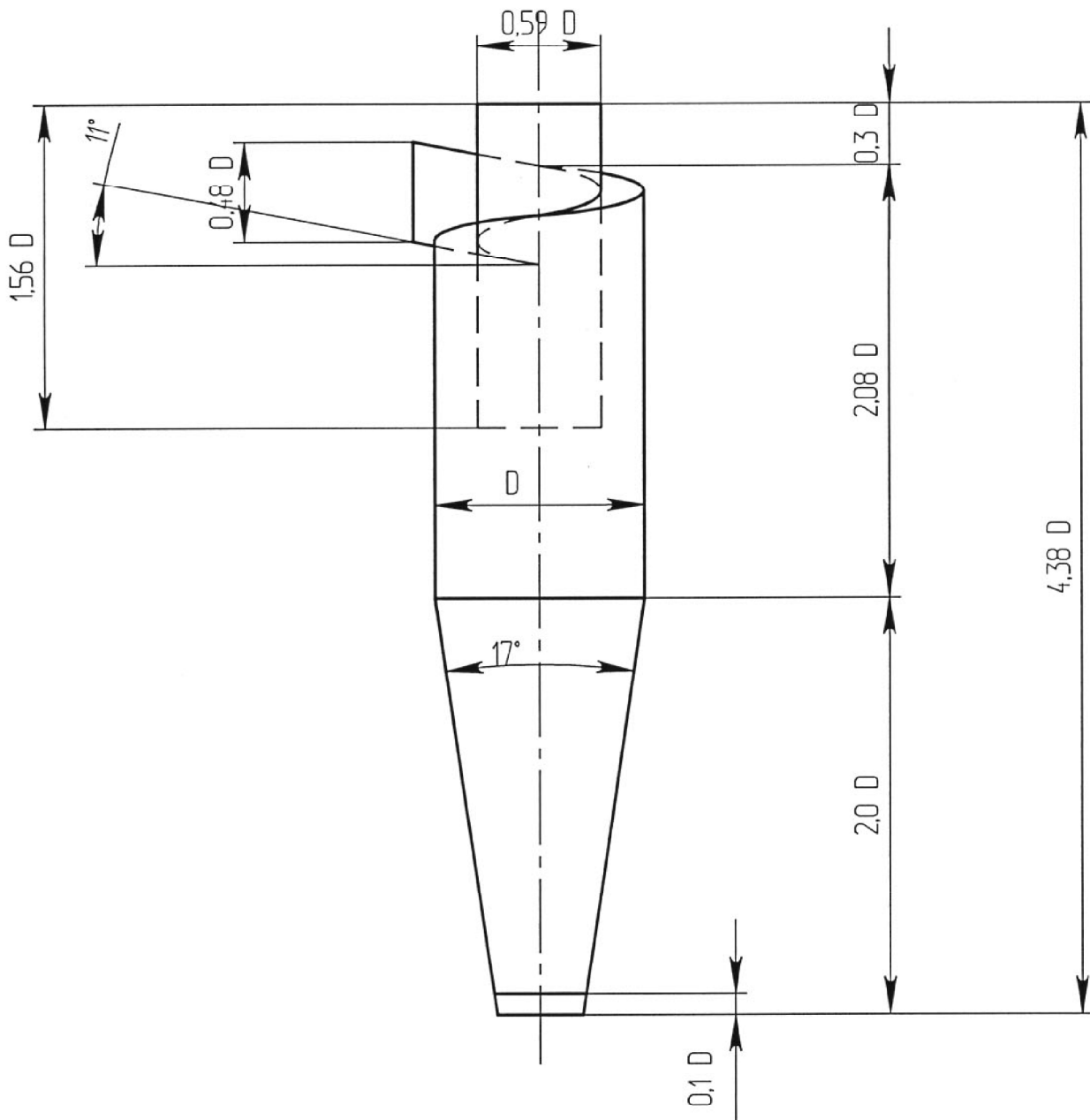
N	Размеры в мм.													
	H	H1	L	L1	L2	C	d	D	D1	d1	m	a	b	n
4	2750	700	1350	1200	800	200	12	900	850	14	18	450	100	5
5	3125	700	1650	1500	100	200	12	110	1050	14	24	550	120	5
6	5050	1000	2150	2000	1400	200	12	1300	1250	14	28	650	115	6
7	5450	2000	2150	2500	1800	300	14	1500	1450	14	32	750	100	8
8	6150	2000	2650	2500	1800	300	14	1700	1650	14	36	850	112	8

Производительность по газу от 9000 м³/ч до 36000 м³/ч

Коэффициент гидравлического сопротивления $\beta = 104$

Конструкции циклонов 60-70 гг. XX в.

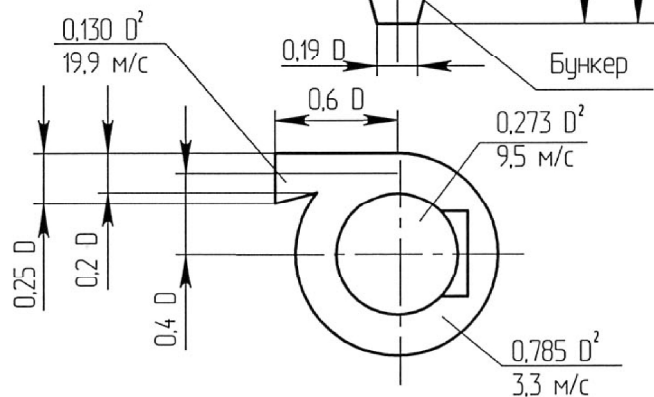
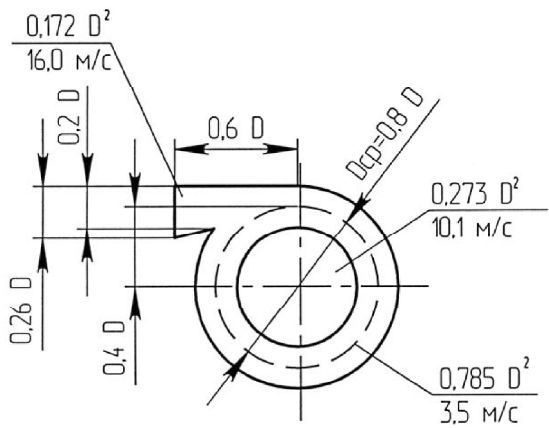
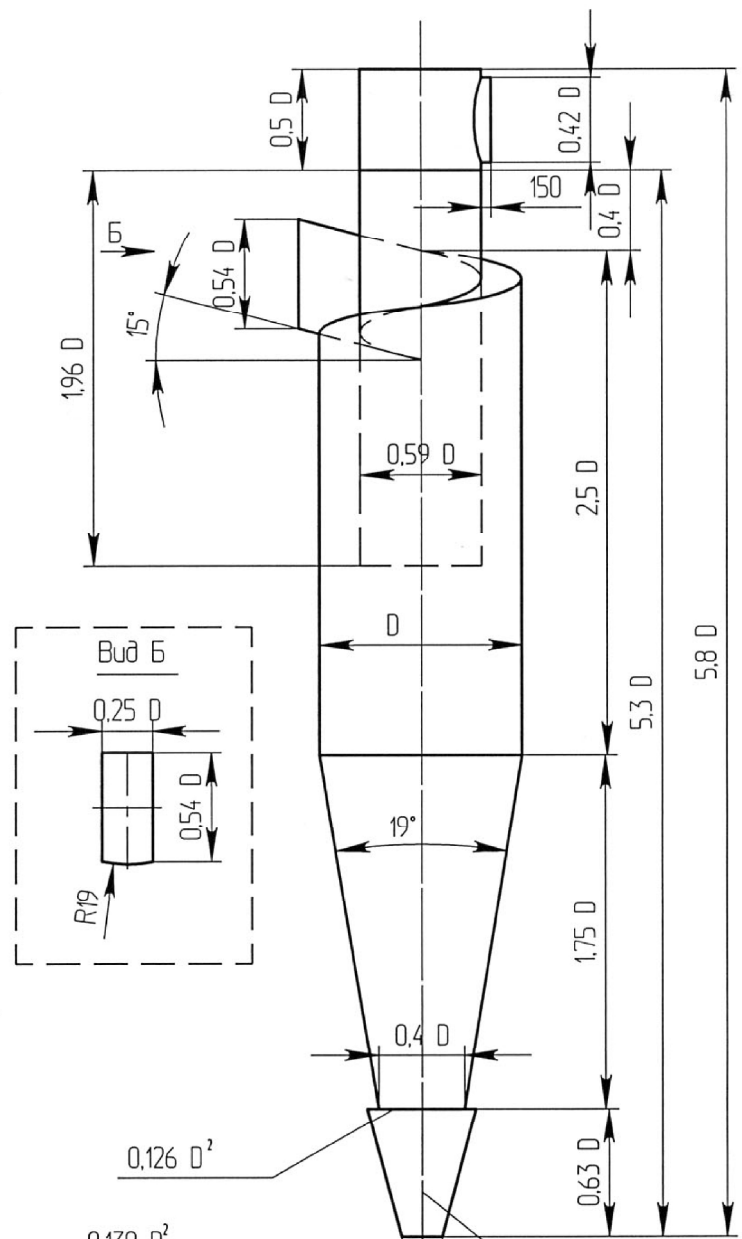
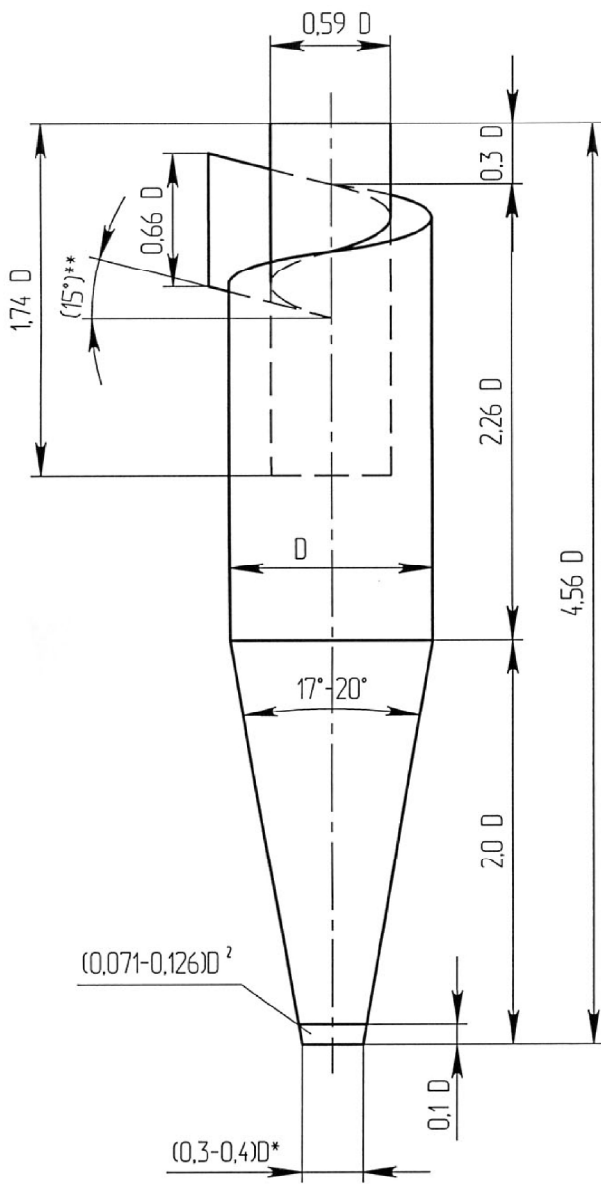
Циклон ЦН-11



Циклон НИИОГАЗ ЦН-15

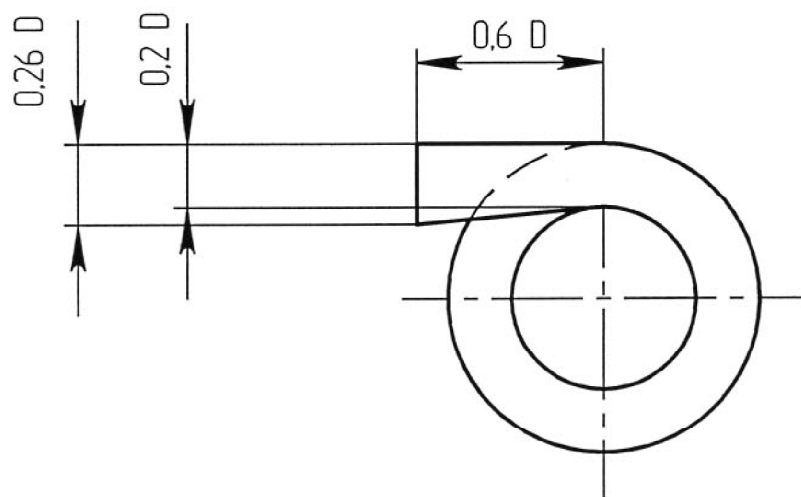
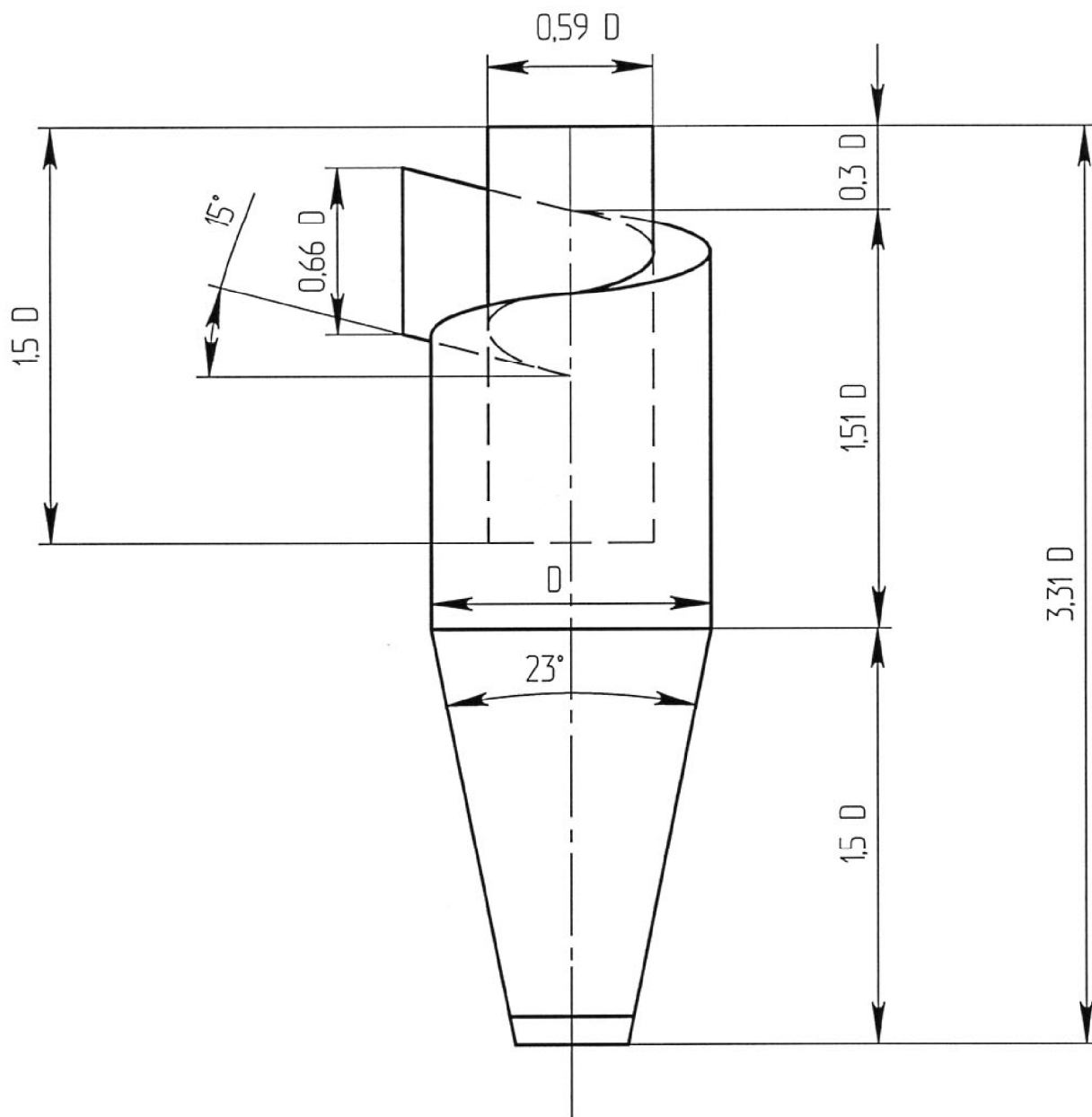
Обычное исполнение

Взрывобезопасное исполнение

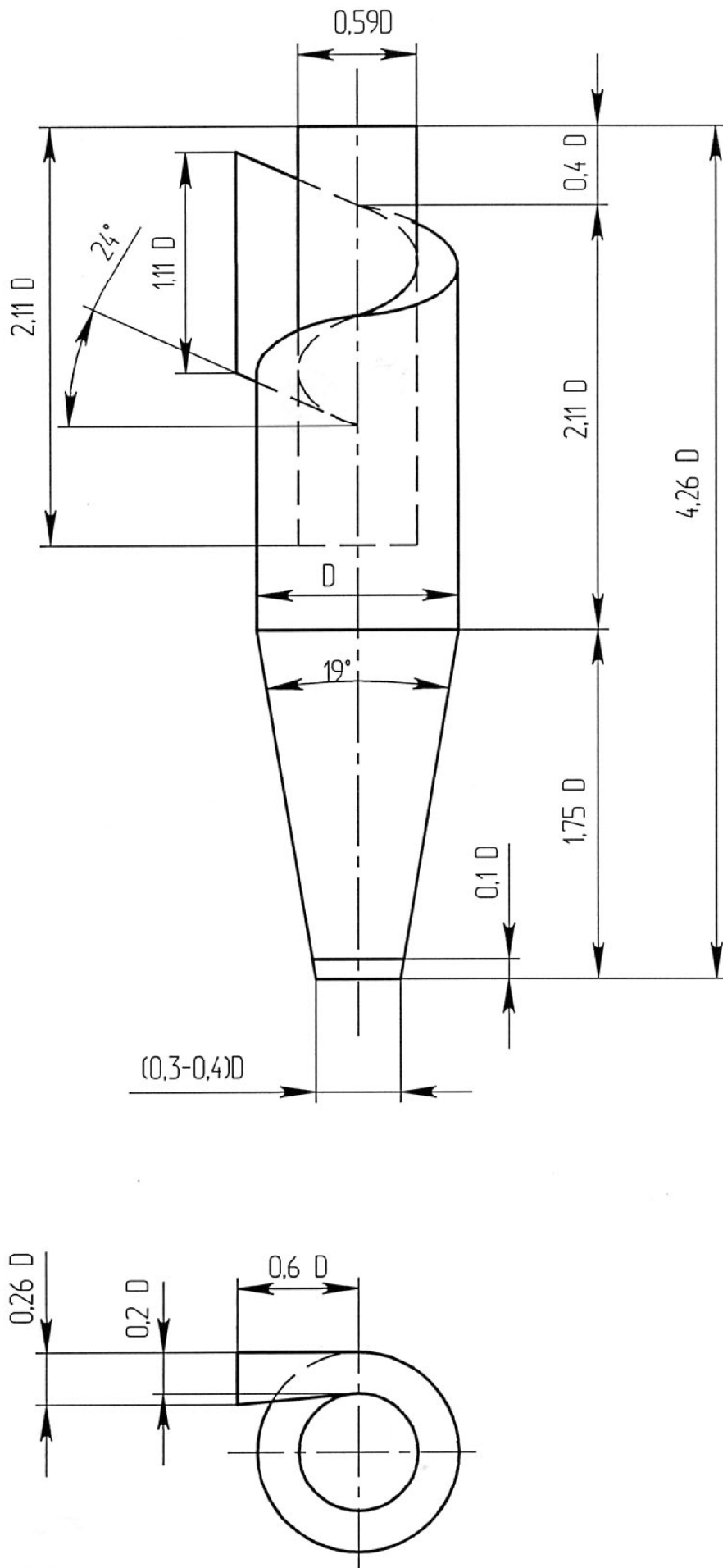


*-большой размер принимается при малых D при большой запыленности
 **-угол наклона крышки циклона берется по линии Dcp

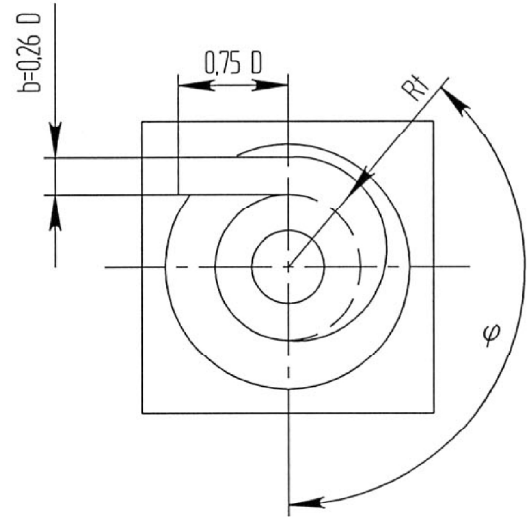
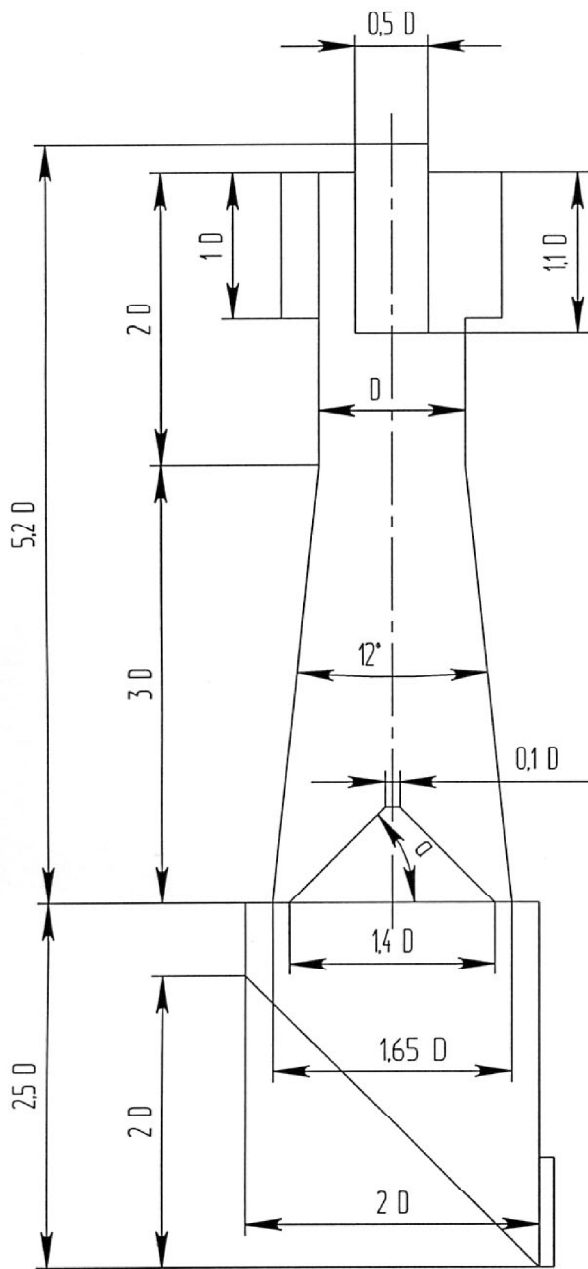
ЦИКЛОН НИИОГАЗ ЦН-15У



Циклон НИИОГАЗ ЦН-24

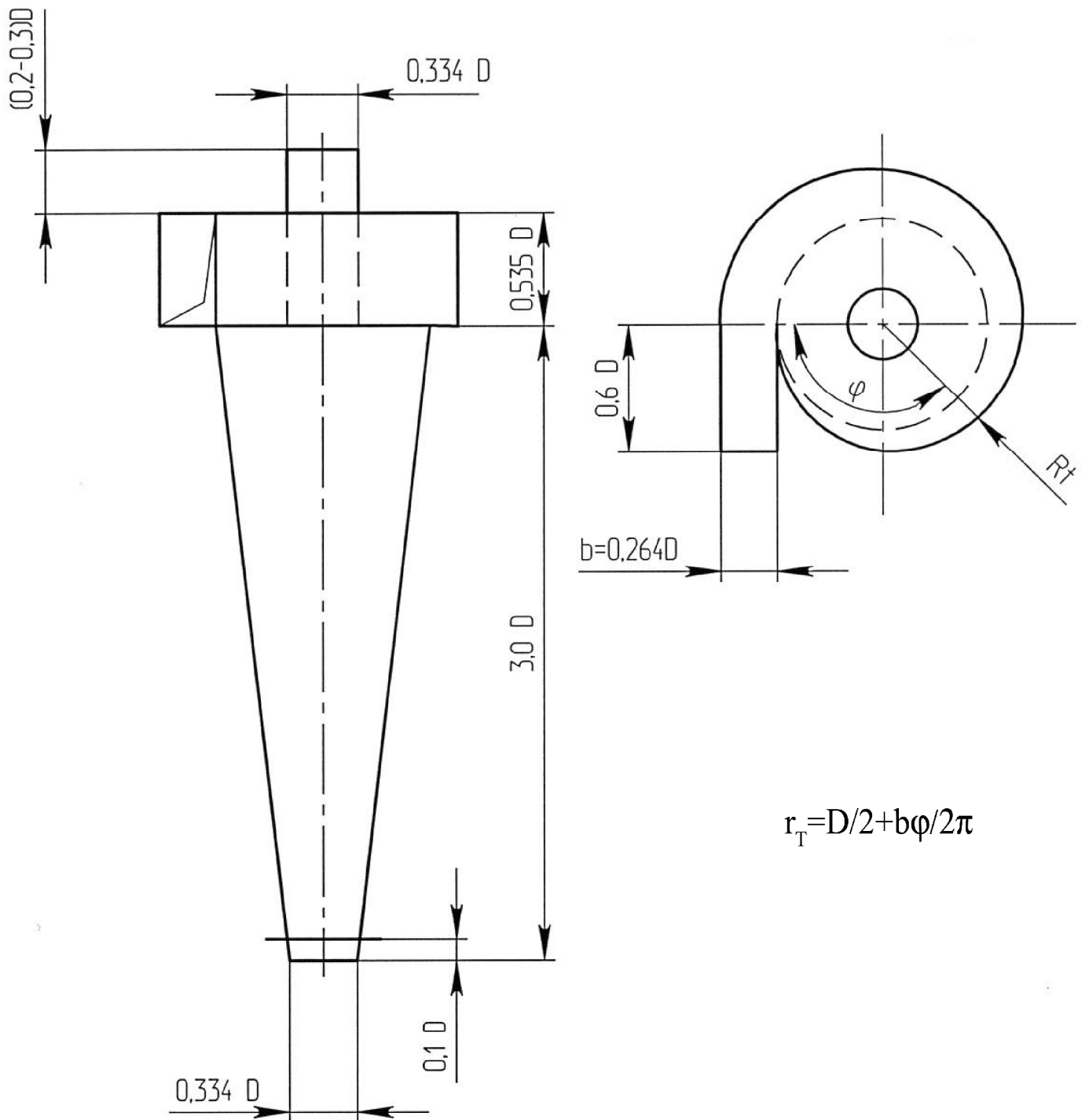


Циклон с обратным конусом ВЦНИИОТ

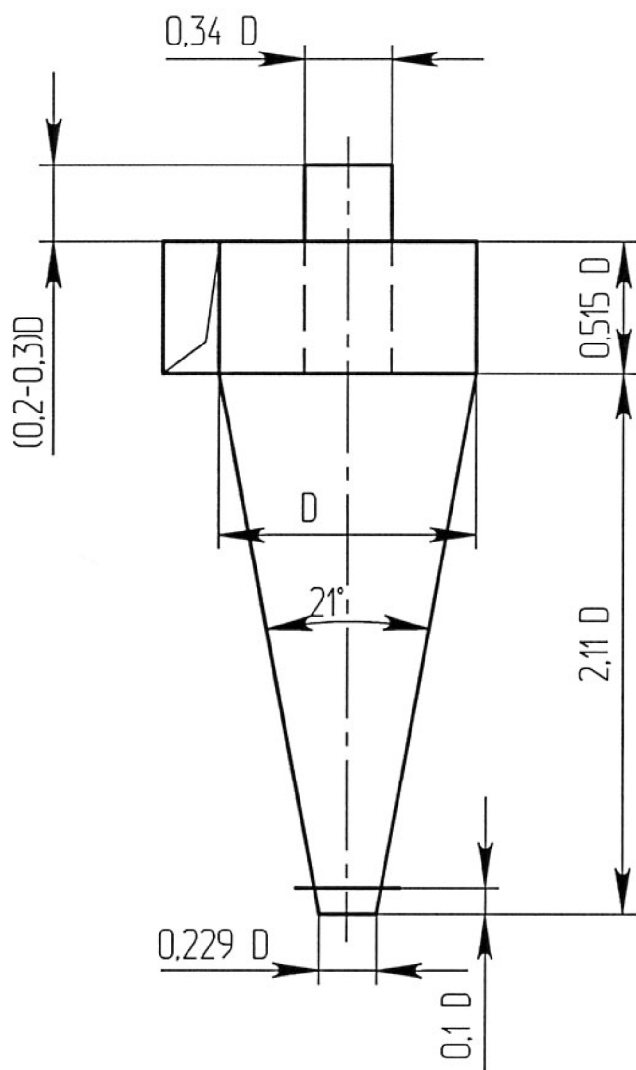


$$r_T = D/2 + b\varphi/\pi$$

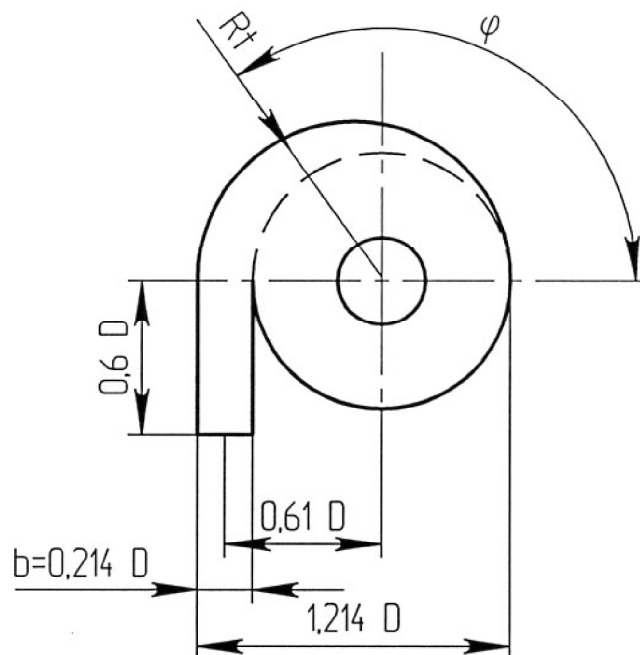
Циклон спиральный длинноконусный СДК-ЦН-33



Циклон спирально-конический СК-ЦН-34



$$r_T = D / 2 + b\varphi / 2\pi$$



Габаритные размеры циклонов 60-70 годов XX века (в долях D)

№ п/п	Наименование размера	Обозначение	Тип циклонов						ВЦНИИОТ
			ЦН-11	ЦН-15	ЦН-24	СК-ЦН-34	СКД-ЦН-33	ЦН=15У	
1	Уголок наклона крышки и входного патрубка	α^0	11	15	24	-	-	15	-
2	Внутренний диаметр циклона	D(мм)	40-2000	40-2000	400-2000	200-3000	200-3000	200-800	100-700
3	Высота входного патрубка (внутренний размер)	a	0,48 D	0,66 D	1,11 D	0,515 D	0,535 D	0,60 D	1 D
4	Ширина входного патрубка	b	0,2 D	0,2 D	0,2 D	0,214 D	0,264 D	0,2 D	0,26 D
5	Длина входного патрубка	l	0,6 D	0,6 D	0,6 D	-	-	1. D	-
6	Наружный диаметр выхлопной трубы	d	0,6 D	0,6	0,6 D	0,34 D	0,334 D	0,6 D	0,5 D
7	Высота выхлопной трубы	$h_{\text{н}}$	1,56 D	1,74 D	2,11 D	-	-	2 D	1,3 D
8	Высота внешней части выхлопной трубы	$h_{\text{в}}$	0,3 D	0,3 D	0,4 D	-	-	0,5 D	0,2 D
9	Высота конуса циклона	$h_{\text{к}}$	2 D	2 D	1,75 D	2,11 D	3 D	2 D	3 D
10	Высота цилиндрической части корпуса циклона.	$h_{\text{ц}}$	2,08 D	2,26 D	2,11 D	0,515 D	0,535 D	2,5 D	2 D
11	Диаметр пылевпускного отверстия	d_1	(0,3-0,4) D	(0,3-0,4) D	(0,3-0,4) D	0,229 D	0,334 D	0,4 D	1,65 D
12	Общая высота циклона	H	4,38 D	4,56 D	4,26 D	2,625 D	3,535 D	3,31 D	5,2 D
13	Коэффициент гидравл. сопротивления	$\xi_{\text{ц}}$	250	160	80	975	600	-	-