Розділ 7 ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

7.1 Основи проєктування циклонів

Циклони пиловловлювачі застосовуються для очистки повітря, газів на підприємствах чорної й кольорової металургії, хімічної, нафтової й деревообробної промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, в енергетиці й ін. [1-3].

При невеликих капітальних витратах і експлуатаційних витратах **циклони** забезпечують очистку газів ефективністю 80-95% від часток пилу розмір8шом більш ніж 10 мкм.

Циклони пиловловлювачі є надійним обладнаннями очистки, тому що в їхній конструкції немає складного механічного встаткування, а **сепарація** пилових часток здійснюється під впливом відцентрової сили.

Циклони рекомендують використовувати для попередньої очистки газів і встановлювати перед високоефективними **агрегатами пилевловлювання** (наприклад, **фільтрами й електрофільтрами**).

У ряді випадків ефективність, що досягається, циклонами виявляється достатньою для викиду газів або повітря в атмосферу.

Циклони виготовляють у кліматичних виконаннях: В1-4 і УХЛ4 за ГОСТ 15150-69.

Вибір циклону. Циклони підбирають залежно від:

- об’єму повітря, необхідного для аспірації,
- розміру часток продукту,
- необхідного ступеня очистки,
- умов вивантаження вловленого продукту.

Переваги циклонів:

- ефективна очистка повітря в приміщеннях;
- економія енергії на підігрів зовнішнього повітря;
- локалізація відходів у бункері-накопичувачі (пилу, стружки та ін.).

Конструкція циклону. Циклони пиловловлювачі складаються з корпусу, вихлопної труби й бункеру. Газ надходить у верхню частину корпусу через вхідний патрубок, приварений до корпусу тангенціально. Вловлювання пилу відбувається під дією відцентрової сили, що виникає при русі газу між корпусом і вихідною трубою. Вловлений пил зсипається в бункер, а очищений газ викидається через вихлопну трубу.

Циклони ЛІОТ. Циклон ЛІОТ застосовується для грубої й середньої очистки повітря від сухого не волокнистого пилу, що не злипається .

Очистка повітря від пилу здійснюється під дією відцентрових сил. Циклони можуть виготовлятися як правого, так і лівого виконання. У циклонів правого виконання рух повітря при погляді на циклон зверху здійснюється за годинниковою стрілкою, у циклонів лівого виконання – проти годинникової стрілки.

Циклони можуть установлюватися як на всмоктуванні, так і на нагнітанні. При установці на всмоктуванні з'єднання циклону з вентилятором здійснюється через равлик.

Циклон СДК-ЦН-33. Конічні циклони СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34, СК-ЦН-34М призначені для очистки сажегазових і сажеповітряних сумішей від твердих часток у системах пневмотранспорту, аспірації й пневмоприбирання сажевого (технічного вуглецю) виробництва.

При однаковій продуктивності із циліндричними циклонами відрізняються від останніх більшими габаритними розмірами й тому зазвичай не застосовуються в груповому виконанні.

Конічні циклони характеризуються більш подовженою конічною частиною й спіральним вхідним патрубком.

Циклони СК-ЦН-34М застосовують для вловлювання пилу, що має високу абразивність часток або їх високе злипання. Однак втрати тиску в цих циклонах приблизно в 2 рази більші ніж у циклонах СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34.

Конічні циклони забезпечують найбільшу ефективність пиловловлення.

Циклони виготовляють як для «правого», так і для «лівого» обертання газового потоку.

«Правим» прийнято називати обертання газового потоку в циклоні по годинниковій стрілці, якщо дивитися з боку вихлопної труби, «лівим» - обертання проти годинникової стрілки.

Циклон СІОТ. Сухий циклон СІОТ призначено для грубої й середньої очистки повітя й газу від пилу, що не злипається і не є волокнистим.

Конструкція циклону СІОТ характеризується відсутністю циліндричної частини корпусу й трикутною формою вхідного патрубку. Цей циклон по ефективності не уступає циклону ЦН-15.

Циклони СІОТ установлюють як на всмоктувальній, так і на нагнітальній стороні вентилятору.

При очистці повітря від абразивного пилу нижню частину циклону необхідно бронювати корунд-цементом.

Конструкціями передбачено кілька типів виходу повітря із циклону:

- розкручувач із гвинтовою кришкою;
- розкручувач – плоский щит;
- шахта з ковпаком.

Розкручувач із гвинтовою кришкою застосовується в тих випадках, коли очищене повітря необхідно подати в певну зону або коли циклон розташований перед вентилятором.

Циклони ЦН-15. Циклони типу ЦН-15 є найбільш універсальним типом циклонів. Вони призначені для сухої очистки газів, що виділяються при деяких технологічних процесах (сушінні, випалі, агломерації, спалюванні палива і т.д.), а також аспіраційного повітря в різних галузях промисловості (чорної й кольорової металургії, хімічної, нафтової й машинобудівної промисловості, промисловості будівельних матеріалів, енергетиці і т.д.)

Застосування циклонів ЦН-15 у даному конструктивному виконанні неприпустимо в умовах токсичних і вибухонебезпечних середовищ; їх не можна використовувати для вловлювання пилу, що сильно злипає.

Циклони ЦН-15 можуть виготовлятися у вибухобезпечнім виконанні (конструктивно передбачені вибухові клапана, і бункер має мінімальні розміри щоб уникнути нагромадження вибухонебезпечного пилу).

Для збільшення служби циклонів припустимо в місцях найбільшого зношування (у нижній частині конусу, у вхідній частині равлика) приварювати додаткові листи із зовнішньої сторони стінок циклонів. Циклони діаметром менш 800 мм не рекомендується застосовувати для вловлювання абразивного пилу через підвищене зношування.

Залежно від пропускної здатності по повітрю (газу) і умов застосування циклони ЦН-15 виготовляють одиночного або групового виконання – із двох, трьох, чотирьох, шести й восьми циклонів. Групові циклони можуть бути з камерою очищеного повітря у вигляді «равлика» або у вигляді збірника, а одиночні – тільки з равликом.

Умовна позначка типорозміру одиночного групового циклону:

Наприклад: ЦН-15Л-600х2УП.

ЦН – циклон НДІОгазу; 15 – кут нахилу вхідного патрубку щодо горизонталі (град.);

П, Л – «Праве» («Ліве») обертання газу;

число після тире (600) – внутрішній діаметр циліндричної частини циклону (мм);

наступна цифра (2) – кількість циклонів у групі;

У – з камерою очистки газу в вигляді «равлика»;

З – з камерою очищеного повітря в вигляді збірника;

П – пірамідальна форма бункера.

Матеріал для виготовлення циклонів – вуглецева сталь при температурі навколишнього середовища до 40 °С. При температурі нижче – 40°С застосовують низьколеговані сталі.

Припустима запиленість газу, г/м^3:

- для пилу, що мало злипається – не більш 1000;
- для пилу, що середнє злипається – 250;

Температура газу, що очищається, °С – не більш 400;

Максимальний тиск (розрідження), кгс/м^2 (кПа) – 500 (5);

Коефіцієнт гідравлічного опору:

- для одиночних циклонів – 147;
- для групових циклонів:
  - з «равликом» – 175;
  - зі збірником – 182;

Оптимальна швидкість, м/с:

- у звичайних умовах Vц (Vвх) – 3,5 (16,0);
- при роботі з абразивним пилом Vц (Vвх) – 2,5 (11,4);

Циклони ЦН-24. Призначені для відділення від газоподібного середовища зважених часток сухого пилу, що утворюється в різних помольних і дробильних установках, при транспортуванні сипких матеріалів, а також летучої золи.

Для волокнистого пилу та пилу, який злипається, для очистки газоподібного середовища, у якім є краплиннорідка фаза або можлива конденсація пар, дані циклони застосовувати не слід.

Нахил вхідного патрубка 24^{o}. Циклони ЦН-24 можливо застосовувати тільки при зниженій вимозі до очистки, наприклад, коли він використовується як попередня ступінь очистки.

Циклон ЦП-2. Циклони ЦП-2 призначені для вловлювання пилу після систем сушіння або розмелювання палива парогенераторів, що спалюють тверде паливо в пилоподібному стані. Також можуть бути використані для вловлювання пилу як циклони загальнопромислового типу.

Застосовуються на підприємствах чорної й кольорової металургії, хімічної, нафтової промисловості, промисловості будівельних матеріалів, у машинобудуванні й енергетиці.

Циклони застосовуються для роботи в районах з холодним, помірним і тропічним кліматом відповідно до ГОСТ 15150-69.

Виконання камери очищеного газу – труба із заглушкою зверху й бічним центральним урізанням для виходу очищеного газу. На заглушці встановлені запобіжні клапани.

Бункери для циклонів виготовляються мінімальних розмірів для виключення нагромадження вибухонебезпечного пилу.

Концентрація пилу в очищеному газі – 15,00 г/м^3;

Температура газу, що очищається, – не більш 400 ^{o}C;

Тиск (розрядження) – 4,0 кПа;

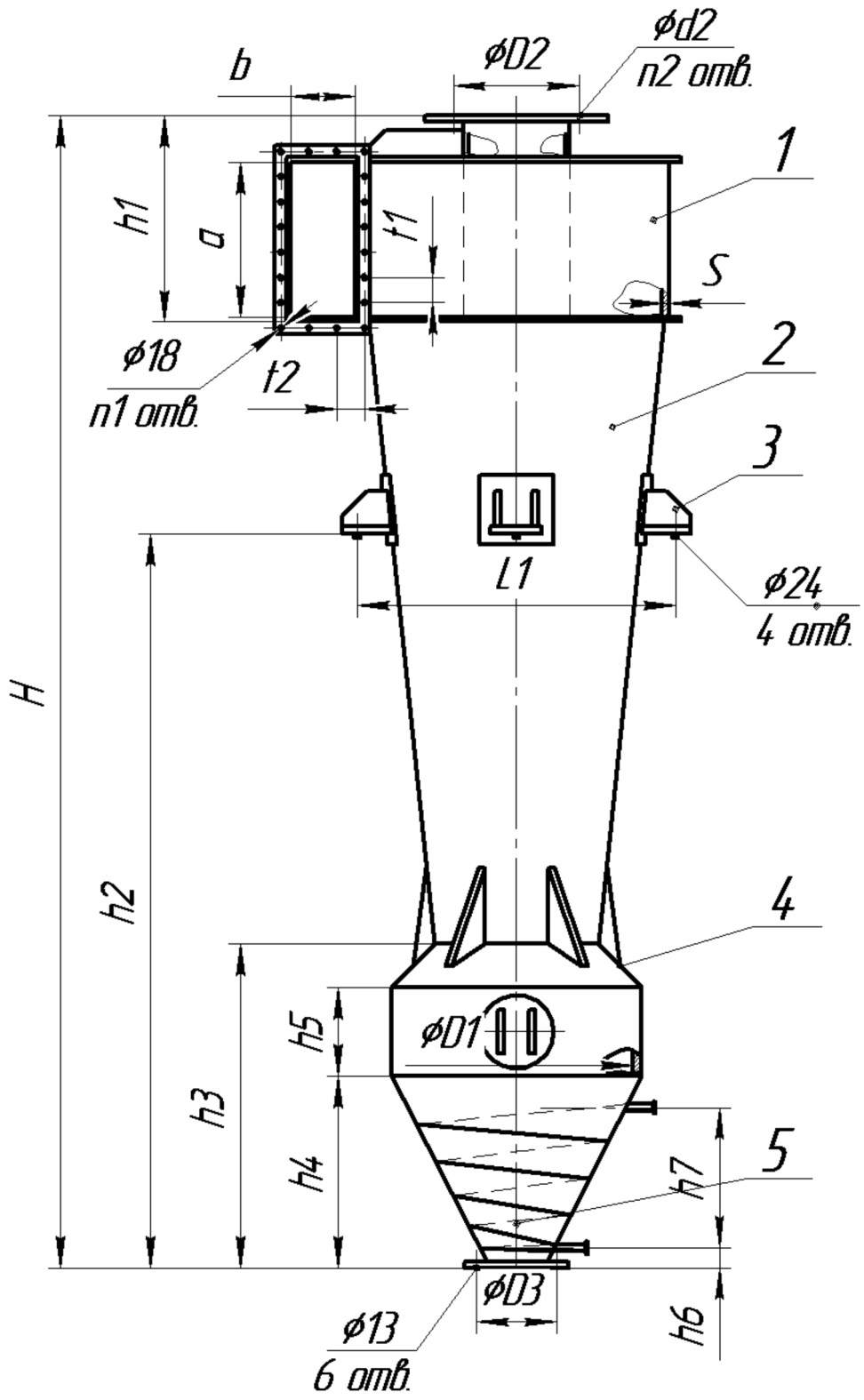
Циклони ЦП-2 виготовляються як правого, так і лівого виконання.

Завдання 1

Накреслити циклон типу СК-ЦН-34. Вихідні дані наведені на рис. 7.1 та в табл. 7.1, табл.7.2.

Завдання 2

Накреслити циклон типу ЦП-2. Вихідні дані наведені на рис. 7.2 та в табл. 7.3.



1 – равлик; 2 – конус; 3 – опорні лапи; 4 – бункер; 5 – підігрівач

Рисунок 7.1 – Циклони СК-ЦН-34

Таблиця 7.1 – Основні габаритні й приєднувальні розміри циклонів СК-ЦН-34

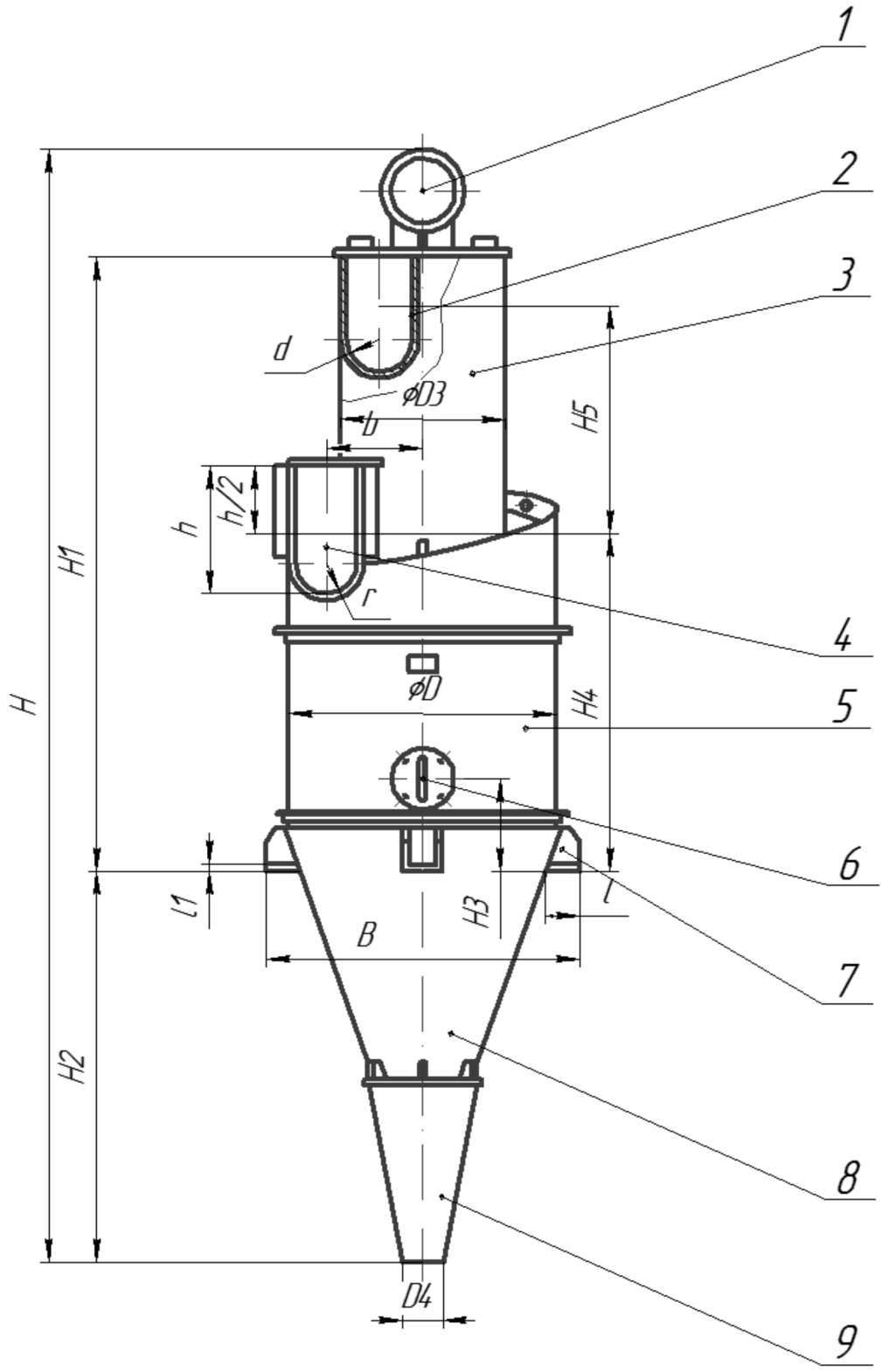
Діаметр циклону, мм	Габаритні розміри, мм														
	D_1	D_2	D_3	D_4	L	L_1	B	H	H_1	axb	b_2	b_3	d_b	d_2	d_3
600	600	280	315	280	740	790	800	2405	1580	304x130	12	370	205	18	12
700		305		305	858	830	920	2625	1810	354x150		430	240		
800		335			978	905	1040	2955	2140	409x170		490	270		
900	800	395		395	1106	1055	1170	3590	2365	457x195	16	550	305	22	24
1000		445			1220	1120	1290	3915	2690	507x215		610	340		
1200		495			1463	1255	1530	4570	3345	612x255		730	410		
1400	1200	550	465		1712	1530	1785	5705	3880	710x300		855	475		
1600		600		445	1952	1675	2025	6215	4405	815x340		975	545		
1800		705		495	2193	1825	2265	6730	4930	915x385	20	1100	610	26	
2000	1400	810		550	2440	2060	2515	7610	5460	1018x430		1220	680		35

D_1 – діаметр циліндричної частини бункеру; D_2 – діаметр вихідного патрубку; D_3– діаметр вихідного патрубку бункера; D_4 – діаметр циліндричної частини циклону; L – довжина равлика циклону; L_1- відстань між опорними лапами; H – повна висота циклону; H_1 – висота циклону без бункеру; axb –площа вхідного патрубку; b_2 – товщина фланця; d_b – внутрішній розмір вихідного патрубку; d_2 – діаметр отворів на фланці вихідного патрубку; d_3 – діаметр отворів на опорних лапах.

Таблиця 7.2 – Основні габаритні й приєднувальні розміри циклонів СК-ЦН-34

Діаметр циклона, мм	Габаритні розміри, мм																	
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	n_1	n і n_2	n_3	n_4	n_5	S	t_1	t_2	l_1	l_2
600	510	1630	840	490	250	80	375	805	12	8	4	2	8	3	95	95	280	450
700	560	1650						835	14		4	3			105	70		
800	615	1835						1020	16	12	5	3			95	80		
900	665	2360	1260	760	350		635	1135	16		5	3	12	4	105	85		550
1000	715	2545						1320	18		6	3			95	95		
1200	820	2910						1685	20	16	7	3			100	110		
1400	920	3800	1860	1110	500	120	915	1975	24		8	4		5	100	95	350	750
1600	1025	4065	1850					2255	28		10	4			90	105		
1800	1125	4340	1835					2540	32	20	11	5	16		90	90		
2000	1230	4975	2190	1370	550		1200	2825	36	24	13	5		6	85	100		850

h_1 –відстань від фланцю вихідного патрубка до кінця вхідного патрубка циклона; h_2 – висота нижньої частини циклона до опорних лап; h_3 – висота бункера; h_4 – висота конічної частини бункера; h_5 – циліндрична частина бункера; h_6 – відстань від фланця вихідного отвору бункера до осі патрубка виходу конденсату; h_7 – відстань між патрубками входу пара та виходу конденсату; n_1 – кількість отворів на фланці вхідного патрубка; n_2 – кількість отворів на фланці вихідного патрубка циклона; n_3 ,n_4 – кількість отворів на вертикальній та горизонтальній частинах фланця вхідного патрубка циклона; S – товщина стінки циклона; t_1, t_2– відстань між отворами на вертикальній та горизонтальній частинах фланця вхідного патрубка; l_1 , l_2 – відстань від фланця патрубка входу пари та патрубка виходу конденсату до осі циклона.



1 – запобіжний клапан; 2 – патрубок виходу очищеного газу; 3 – вихлопна труба; 4 – патрубок входу запиленого газу; 5 – циліндрична частина корпусу; 6 – люк; 7 – опорні лапи; 8 – конічна частина корпусу; 9 – бункер

Рисунок 7.2 – Циклон ЦП-2

Таблиця 7.3 – Основні габаритні й приєднувальні розміри циклонів ЦП-2

Типорозмір циклона, мм	Габаритні розміри, мм															
	D_1	D_2	D_3	D_4	B	H	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L	L_1	b	h	l_1
ЦП-2-1400	1240	-	910	202	1610	6129	-	1892	870	2172	1041	700	615	525	812	12
ЦП-2-1600	1395	-	1040	230	1810	6980	-	2206	870	2414	1184	800	680	600	928	12
ЦП-2-1800	1550	-	1170	259	2012	7903	-	2520	1276	2723	1322	900	745	675	1044	12
ЦП-2-2000	1705	-	1324	288	2212	8981	5202	2834	1000	2830	1872	1000	800	750	1160	12
ЦП-2-2360	2040	-	1559	340	2572	10486	6040	3401	1000	3260	2190	1180	945	885	1369	12
ЦП-2-2500	2155	-	1649	360	2710	11215	6451	3619	1000	3434	2392	1250	1000	937	1450	16
ЦП-2-2800	2435	925	1844	404	3016	12092	7146	4091	1000	3794	2652	1400	1120	1050	1624	16
ЦП-2-3000	2540	990	1974	432	3216	12955	7606	4404	1500	4184	2672	1500	1200	1125	1740	16
ЦП-2-3750	3220	1235	2468	540	4074	16075	9417	5513	1500	5158	3324	1870	1500	1406	2175	20
ЦП-2-4250	3635	1400	2798	612	4576	18095	10552	6298	1500	5754	3738	2120	1700	1593	2465	20

D_1 – діаметр патрубка виходу газу до середини фланця; D_3 – діаметр патрубка виходу газу; D_4 – діаметр нижньої частини бункера; B – відстань між осями циклону і патрубку входу газу; H –висота циклону з бункером; H_1 – висота циклону без бункера; H_2 – висота бункера циклона до опорних лап; H_3 – відстань між центром люка до кінця лап; H_4 – відстань від центру вхідного патрубка до кінця лап; H_5 – висота від патрубка виходу газу до вхідного патрубка; L, L_1 – діаметр равлика; h – висота патрубка входу газу; l_1 – товщина лапи.