

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Запорізька державна інженерна академія

*Затверджено до друку
рішенням науково-методичної ради ЗДІА
протокол № ___ від _____ 2012*

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

Навчально-методичний посібник

для студентів напрямку 6.040601

*«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокорис-
тування»*

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ОНС, про-
токол № 3 від 14.11.2011 р.*

Запоріжжя

ЗДІА

2012

Г.Б. Кожемякін, к.т.н., доцент

О.В. Новокцонова, асистент

Є.А. Манідіна, асистент

Відповідальний за випуск: зав. кафедри ОНС,

к.т.н., доцент Г.Б. Кожемякін

Рецензенти:

В.В. Головін, к.т.н., директор Інституту регіональних екологічних досліджень, м. Запоріжжя;

В. І. Сокольник, к.т.н., професор, зав. кафедри водопостачання та водовідведення Запорізької державної інженерної академії

Кожемякін Г.Б., Новокцонова О.В., Манідіна Є.А.

К 584 Проектування промислових очисних споруд: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА напрямку 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»/ Г.Б. Кожемякін, О.В. Новокцонова, Є.А. Манідіна. – Запоріжжя, ЗДІА, 2012. – 72 с.

Викладено систематизовані та узагальнені теоретичні основи проектування промислових очисних споруд.

Розглянуті основні поняття підготовки до проектування. Приділено увагу апаратурно-технологічному оформленню газоочисних споруд, надані рекомендації щодо компоновки технологічного устаткування. Особливу увагу приділено інтенсифікації процесів очистки.

Навчальний посібник розрахований на студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Може бути корисним фахівцям, які займаються проектуванням промислових очисних споруд.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	5
Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ	6
1.1 ПІДГОТОВКА ПРОЕКТУВАННЯ	6
1.1.1 Оцінка викидів	6
1.1.2 Особливості місцевості	9
1.1.3 Нормативно-статистичні дані	12
1.1.4 Завдання на проектування	14
1.2 АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ ГАЗООЧИСНИХ СПОРУД	15
1.2.1 Утилізація теплоти газів, що викидаються	15
1.2.2 Тяго-дутьові машини	16
1.2.3 Суміщення технологічних функцій	17
1.3 КОМПОНУВАННЯ ГАЗООЧИСНИХ СПОРУД	18
1.3.1 Класифікація компоновок	18
1.3.2 Оцінка якості компоновок	21
1.4 ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ГАЗООЧИСТКИ	23
1.4.1 Кондиціонування газів	23
1.4.2 Режимна інтенсифікація	26
1.4.3 Конструктивно-технологічна інтенсифікація	27
1.4.4 Спеціальні способи інтенсифікації	27

Розділ 2 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	28
2.1 МЕТОД АКСОНОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	28
2.2 ПОБУДОВА АКСОНОМЕТРИЧНИХ СХЕМ СИСТЕМ ГАЗООЧИЩЕНЬ МЕТАЛУРГІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ	37
Розділ 3 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ	42
3.1 <i>Лабораторна робота № 1 «Основи проектування циклонів»</i>	42
3.2 <i>Лабораторна робота № 2 «Проектування скрубєрів»</i>	53
3.3 <i>Лабораторна робота №3 «Проектування рукавних фільтрів»</i>	61
3.4 <i>Лабораторна робота №4 «Проектування електрофільтрів»</i>	65
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ	69
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	71

ВСТУП

Даний навчальний посібник складений відповідно до учбової програми по напряму підготовки бакалаврів «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

В даний час питанням захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу викидів промислових підприємств приділяється велика увага. Підприємства чорної металургії України, що виділяють в атмосферу багатьох промислових центрів сотні тисяч тон шкідливих домішок на рік, відчувають гостру потребу у фахівцях в галузі санітарного очищення газів.

Для підготовки майбутніх спеціалістів-екологів дуже важливе значення має вміння аналізувати умови проектування промислових очисних споруд та приймати оптимальні рішення щодо вдосконалення існуючих схем очищення. Детальний аналіз та грамотна компоновка очисних споруд є запорукою якісної роботи очисного устаткування.

Використання сучасних програмних продуктів в процесі проектування в значній мірі підвищує рівень кваліфікації майбутніх екологів. Знання особливостей проектування основних очисних апаратів є гарантією коректного застосування їх у проектуванні систем промислових очисних споруд.

В навчальному посібнику у стислій, лаконічній та доступній формі наведені теоретичні відомості з проектування очисних споруд, з підготовки до практичних занять, наведені приклади рішення завдань з сучасними програмними продуктами для проектування. Лабораторний практикум надає можливість студентам отримати практичні вміння проектування промислових очисних споруд з використанням комп'ютерної техніки.

Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ

1.1 ПІДГОТОВКА ПРОЕКТУВАННЯ

Технічний рівень і якість газоочисних споруд починають закладатися задовго до початку безпосереднього проектування, а саме - на стадії аналізу місцевих умов і формулювання проектних завдань.

Значне збільшення житлового будівництва, розвиток сільського, садово-паркового, спортивного, лісового господарства докорінно змінили взаємне розташування промислових і непромислових об'єктів, що виникли в колишні роки.

Поверхневий аналіз місцевої ситуації призводить до серйозних наслідків. Таким чином, підготовка завдань на проектування і коректне формулювання проектних завдань грають величезну роль для кінцевих результатів роботи.

1.1.1 Оцінка викидів

Під терміном "джерело викидів" в різних випадках розуміють:

- одиничний агрегат з самостійним відведенням викидів в атмосферу;
- групу агрегатів в єдиному технологічному комплексі з об'єднаним відведенням викидів в атмосферу;
- окремий агрегат з групи, незалежно від наявності або відсутності об'єднаного відведення;
- димар, незалежно від того, викиди від яких агрегатів поступають через нього в атмосферу;
- групу близько розташованих труб;
- цех, проліт або відділення, що дають загальний викид через одну або декілька труб;

- комплекс приладів безперервного пілоттранспорту (конвертери, пневмопроводи та інші), що має одну або декілька точок викиду аспіраційних газів в атмосферу;

- аспіраційну або вентиляційну систему цеху (прольоту, ділянки) з власним виводом в атмосферу.

Зазвичай за домовленістю сторін приймається один з варіантів визначення джерела викидів:

1. Одиничний виробничий агрегат незалежно від того, чи пов'язаний він технологічно з іншими (у тому числі аналогічними) агрегатами, і чи має власний або поєднаний з іншими вивід в атмосферу.

2. Виробнича система (наприклад, система безперервного транспорту матеріалів, що пилять) з об'єднанням аспіраційних відсмоктувань від окремих її елементів в єдиний вивід в атмосферу або в декілька виводів.

3. Вентиляційна система цеху (прольоту, ділянки) з об'єднанням внутрішньо цехових відгалужень в єдиний тракт для виводу в атмосферу.

На практиці проектування викиди від декількох джерел нерідко об'єднуються в загальний тракт. після чого очищаються в єдиній газоочисній системі.

Оцінка викидів від окремого джерела робиться за наступними показниками:

- витрата викидів ($\text{м}^3/\text{год.}$ або $\text{м}^3/\text{с}$). Вказують max, min і середній об'єм, а також пікові скачки. Вказують також тривалість кожного режиму за об'ємом (год., хв.);

- температура викидів та її можливі коливання (max, min, середня, пікова). Нижня межа температури визначає небезпеку конденсації пари, верхня - небезпеку деформації і руйнування конструктивних елементів; пікові - можливості попередження аварійних ситуацій;

- температура конденсації пари агресивних рідин;

- хімічний склад парогазової фази викиду (%), вибухо- і пожежонебезпека;

- хімічний склад дисперсної фази (%), вибухо- і пожежонебезпека;
- дисперсний склад пилу;
- спосіб обробки часток дисперсної фази (дроблення, конденсація, спалювання палива та інше);
- істинна й насипна щільність матеріалу дисперсної фази, кут її природного скосу;
- абразивні властивості часток дисперсної фази;
- концентрація дисперсної фази (г/м^3), можливість і причини її коливань;
- питомий електричний опір (ПЕО) часток.

При оцінці викидів має важливе значення часовий режим роботи джерела.

Основні варіанти цього режиму:

1. Безперервна цілодобова робота з тривалими (місяці) проміжками між зупинками на ремонт (доменні печі, печі спікання, теплоенергетичні установки, агломашини та ін.).

2. Безперервна цілодобова робота із зупинками, що викликані не регламентними обставинами (відсутності сировини, переповнювання складів готової продукції). Наприклад, подрібнювально-розмельне устаткування, сушарні і змішуючі барабани.

3. Періодична робота типу :

Повна зупинка → повне навантаження → повна зупинка з чітко визначеною тривалістю періодів (конвертери).

4. Періодична робота по графіку, але зі змінами об'єму і складу викидів (сталеплавильні печі).

5. Періодична робота без чіткого графіку (агрегат запускається по мірі потреби, устаткування ремонтних цехів, топки для спалювання деревних відходів).

6. Одно- і двозмінна робота з повною зупинкою у вихідні дні (вентиляційні і аспіраційні системи цехів, працюючих з вихідними днями).

Наприклад, конвертери об'єднуються в групи для уникнення утворення корозійно-активних туманів, які негативно впливають на роботу електрофільтрів. Конвертери працюють зі зміщенням в часі, що не допускає значних коливань температури.

1.1.2 Особливості місцевості

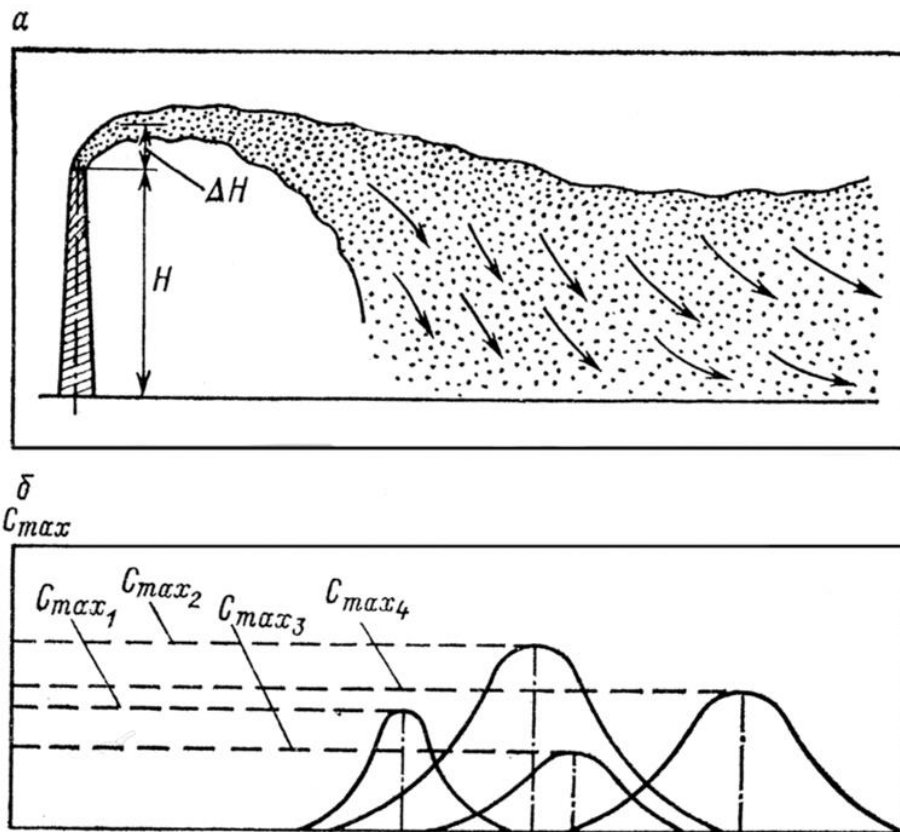
Загальна метеорологічна ситуація найважливіший чинник, що визначає поведінку викидів в атмосфері.

Елементи метеорологічних ситуацій:

- роза вітрів;
- частота, інтенсивність і тривалість опадів;
- типова температурна стратифікація атмосфери в різні пори року;
- частота, тривалість і щільність туманів природного походження;
- частота повторювальності температурних інверсій, їх характер.

Viter – один із важливіших факторів, що впливають на розсіювання викидів. На деякій відстані від джерела виникає зона максимальної приземної концентрації викидів C_{max} (рис. 1.1). Якщо розрахункова максимальна концентрація не перевищує ГДК, положення розглядається як задовільне. Але із-за характерних для даної місцевості умов зона максимуму може співпадати з місцем розташування житлового масиву. А це неприпустимо. В таких випадках можна встановити розміри остаточного викиду нижче розрахункових, звеличити висоту димаря або передбачити технологічний резерв у складі очисного спорудження.

Опади взагалі сприяють видаленню забруднювачів із атмосфери. Але дощем забруднювачі переносяться в ґрунт, у водойми та на рослинність. Особливо небезпечний захват дощовими краплями хімічно агресивних компонентів викидів.



a – загальна картина (H – висота димаря; $H + \Delta H$ – висота викиду);
б – відміни у розташуванні зон максимальної приземної концентрації окремих компонентів викидів

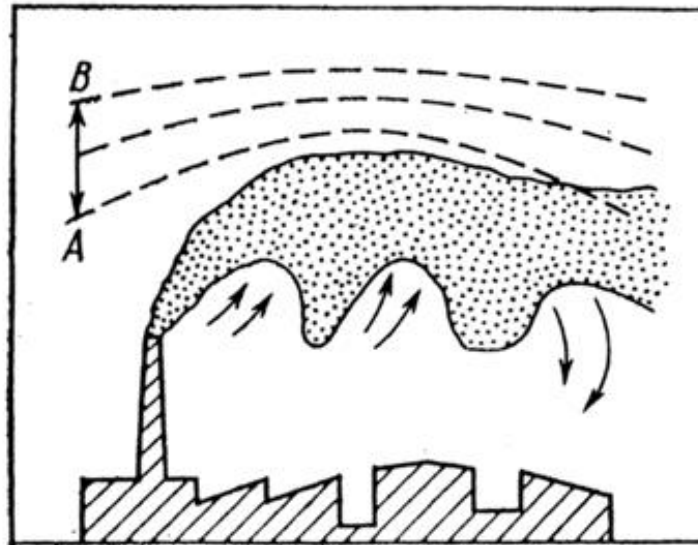
Рисунок 1.1 – Розсіювання та осадження викидів

Температурна стратифікація атмосфери визначає один з її станів: нестійке, байдуже та стійке. Для розсіювання найбільш сприятливий нестійкий стан, що супроводжується інтенсивним перемішуванням повітряних об'ємів у вертикальному напрямі.

Тривалі та густі тумани свідчать про застійні явища у приземному шарі. Вони являються негативним метеофактором. Вони сприяють утворенню температурних інверсій, а також можуть бути причиною утворення смогу.

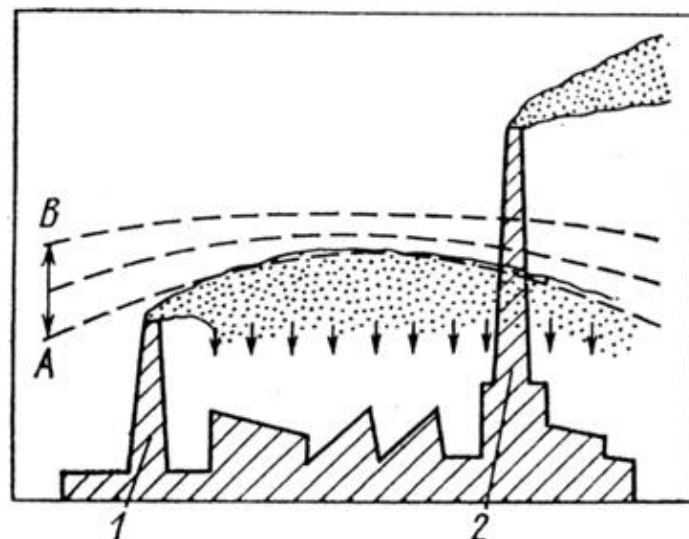
Екстремальним проявом стійкого стану атмосфери є температурна інверсія. В період інверсії холодне, щільне та важке повітря затримується біля поверхні землі. При цьому повітря, в якому містяться забруднювачі, робить лише незначне вертикальне коливання в діапазоні висот до 500-600 м. Характерне

для інверсій розповсюдження викидів у приземному шарі наведено на рис. 1.2 та 1.3.



A-B – інверсійний шар атмосфери

Рисунок 1.2 - Характер розподілу викидів при підвищеній температурній інверсії



A-B – інверсійний шар атмосфери; 1 – низький димар; 2 – дуже високий димар, устя якого розташовано вище за інверсійний шар

Рисунок 1.3 - Характер розподілу викидів при приземній температурній інверсії

В зимовий період можлива сполука приземної інверсії та холодного повітря верхніх шарів атмосфери. Виникаючий інверсійний шар практично виключає розсіювання викидів.

1.1.3 Нормативно - статистичні дані

Нормування викидів шкідливих речовин в атмосферу зазвичай роблять за наступними показниками:

- ГДК в точці викиду (наприклад, в гирлі димаря, у вентиляційному отворі цеху), мг/м³;
- ГДК в повітрі населеної місцевості, мг/м³;
- ГДК в повітрі робочої зони, мг/м³;
- ГДВ, г/с або кг/год.
- тимчасово-погоджений викид ТПВ, г/с або кг/год.

Основним нормативом, що розрахований на довготривалу дію, являється ГДВ. Він є основою для визначення необхідної міри очищення викидів та обчислюється за формулою, г/с:

$$\text{ГДВ} = \frac{(\text{ГДК} - C_{\phi}) \cdot H^2}{AFMN \cdot K_m} \cdot \sqrt[3]{q\Delta t}, \quad (1.1)$$

де C_{ϕ} - фонові концентрації забруднювача, мг/м³;

H - висота джерела над рівнем землі, м;

A - коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери;

F - коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі;

M, N – коефіцієнти, що враховують умови виходу факела з гирла викиду;

K_m – коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості;

q - витрата суміші, що викидається, м³/с;

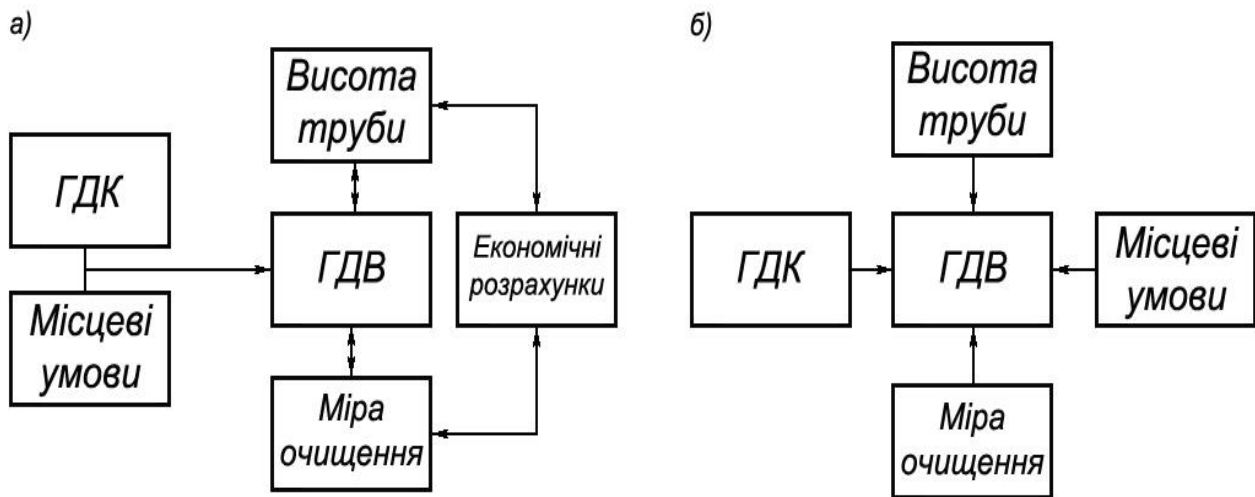
Δt - різниця температур газової суміші t_r , що викидається, і навколишнього повітря t_n

$$\Delta t = t_r - t_n. \quad (1.2)$$

Тому необхідно розглядати питання щодо висоти викидів:

- визначення доцільної висоти димаря при новому будівництві;
- нарощування висоти наявних труб;
- заміна існуючих труб новими;
- установка на трубах конфузornoї насадки для збільшення швидкості виходу факела.

Знаходження оптимальних за техніко-економічними показниками рішень при встановленні ГДВ можна виразити за наступними схемами (рис. 1.4).



а - коли можна впливати на міру очищення і висоту викиду; *б* - коли висота труби не міняється

Рисунок 1.4 – Схема зв'язку між факторами, що відносяться до встановлення ГДВ

Інвентаризація викидів виконується з метою виявлення усіх джерел забруднення атмосфери на цій території і визначення їх характеристик :

- об'єму і складу викидів;
- способу їх виводу в атмосферу;
- тимчасових режимів роботи джерел.

Умови інвентаризації наступні:

- виміри і аналізи по затверджених методиках;
- виміри повинні робитися в період не менше трьох діб;
- стійка робота агрегату в проектному режимі;
- справний технічний стан агрегату і допоміжного устаткування;
- повинні бути підготовлені місця для виконання вимірів і взяття проб.

1.1.4 Завдання на проектування

Завдання на проектування газоочисних споруд видається організації, що проектує цю споруду, організацією-замовником. У підготовці завдання бере участь генеральний проектувальник, в чиєму веденні знаходяться усі роботи, що проводяться на підприємстві-замовникові. Завдання підписується відповідальними представниками замовника, генерального проектувальника і узгоджується відповідальним представником виконавця.

Обов'язкова наявність гербової печаті та уповноважене лице повинно бути відповідного рангу - керівник, головний інженер, заступники керівника.

Як *технічний* документ завдання містить основні відомості про завдання і об'єми проектування, а також загальні формулювання найбільш важливих питань. Все інше міститься в додатках.

Як *юридичний* документ – завдання визначає взаємну відповідальність замовника, генерального проектувальника і виконавця. Замовник і ген проектувальник несе відповідальність за коректність поставлених завдань. Виконавець – за правильність і високу технічність рівня рішень.

Як *фінансовий* документ - завдання є основним для визначення вартості і фінансування проектних робіт.

Основні додатки до завдання:

- опитувальні листи;
- базові якісні характеристики;
- техніко - економічні показники;
- особливі умови (межі проектування, прокладення пилогазопроводів через існуючі конструкції, залучення сторонніх організацій);
- пояснювальна записка.

1.2 АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ ГАЗООЧИСНИХ СПОРУД

1.2.1 Утилізація теплоти газів, що викидаються

На вході до газоочисних апаратів температура газів не повинна перевищувати допустимі норми. Наприклад, для рукавних фільтрів це 130-300°C (залежно від матеріалу рукавів); для електрофільтрів - 400-450°C. Від технологічних агрегатів газ зазвичай поступає з температурами до 800-900 °C. Тому доцільно використати тепло цих газів.

З технологічної точки зору утилізацію можна розділити на первинну і вторинну. *Первинна* - відбір теплоти від газів, що викидаються, безпосередньо без проміжних агрегатів. Вона здійснюється за допомогою теплообмінних пристроїв, вмонтованих в основний тракт газоочищення. *Вторинна* - відбір теплоти від проміжного агента, що нагрівається в результаті контакту з гарячими газами. Наприклад, використання тепла охолоджувальної води в скрубєрі за допомогою теплообмінника, вбудованого в систему циркуляції води.

Основні типи утилізаторів:

- котел-утилізатор;

- теплообмінник (трубчастий або пластинчатого типу "газ - газ" або "газ - рідина");
- калорифер.

У запиленому повітрі (на початку тракту газоочищення) можливе встановлення котлів-утилізаторів і теплообмінників. При цьому повинна бути забезпечена можливість періодичного очищення поверхонь від пилу. Калорифери встановлюються на очищеному газі.

Таким чином, утилізатори слід розташовувати там, де відбір теплоти буде максимально можливим з урахуванням запиленого газу. Вторинна утилізація застосовується в системах мокрого очищення газів. У систему циркуляції зрошувальної рідини вбудовуються теплообмінники типу «вода – вода».

1.2.2 Тяго-дугттьові машини

Розрахунок тяго-дугттьових машин (ТДМ), що забезпечують рух газу (аерозолі) по тракту газоочищення, виконується з урахуванням тиску (розрідження), з яким суміш, що транспортується, виходить з джерела викиду і поступає в початок тракту газоочищення.

Чинники, що впливають на роботу ТДМ : висока температура; абразивна дія пилу; корозія; розбалансування ротора.

Виходячи з умов роботи газоочищення, ТДМ зазвичай розташовують:

- 1) в самому кінці тракту газоочищення, між останнім по ходу газу апаратом і димарем (переваги - відсутність високих температур, немає абразивного зносу; недоліки - якщо газоочищення мокре, існує небезпека корозійного зносу; можна застосовувати тільки у відносно простих схемах газоочищення, щоб не створювати значних розріджень в апаратах газоочищення);

2) на самому початку тракту газоочищення, до входу газу в перший газоочисний апарат (переваги - зниження тиску по тракту; недоліки - абразивний знос);

3) після основного сухого апарату очищення (електрофільтру, рукавного фільтру), але перед мокрим апаратом (переваги - немає абразивного та корозійного зносу);

4) на тракті газоочищення дві ТДМ послідовно: одна на початку тракту, друга у кінці. Умовою експлуатації є мінімальний тиск (розрідження) (переваги - знижуються підсоси повітря, полегшується робота великогабаритних плоских стінок корпусів).

1.2.3 Суміщення технологічних функцій

При проектуванні газоочисних споруд необхідно враховувати, що багато газоочисних апаратів здатні одночасно виконувати не одну, а декілька технологічних функцій.

Розглянемо основні очисні апарати та їх функції (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні технологічні функції апаратів очищення

Очисний апарат	Технологічні функції
1	2
Циклон	- уловлювання пилу (бризок); - високоефективне змішування газоаерозольних потоків
Димосос- вентилятор	- створення тяги в мережі; - відкидання за рахунок відцентрової сили аерозольних часток

1	2
Струминний газопромивник (ежекторний скруббер)	- мокре очищення газів; - створення рідинного "поршня" для проштовхування газу
Батарейний циклон - теплообмінник	- уловлювання пилу; - змішування потоків; - теплообмін
Скрубер повного випару	- охолодження газу; - зволоження газу
Скрубер будь-якого типу	- уловлювання аерозольних часток; - абсорбція пари і газів; - охолодження газу; - зволоження газу
Шнек (гвинтовий конвеєр)	- переміщення продукту - інтенсивне перемішування - змочування пилу (якщо є зрошувачі)
Газорозподільний колектор	- розводка газу по апаратах очищення; - грубе первинне очищення
пилових затворів	- затвор; - дозатор

1.3 КОМПОНУВАННЯ ГАЗООЧИСНИХ СПОРУД

1.3.1 Класифікація компоновок

Компоновка газоочисних споруд діляться на декілька типів.

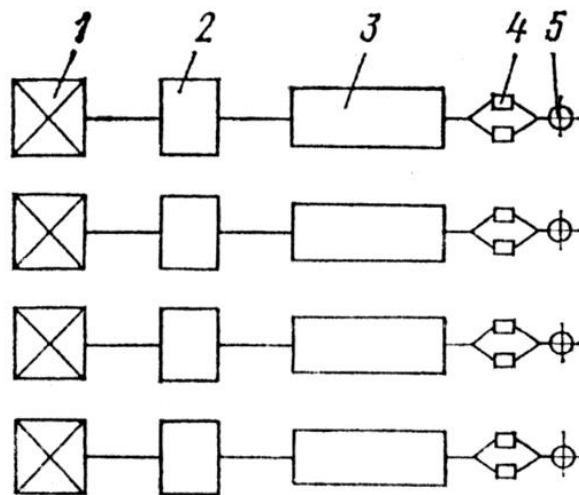
За *технологічними* ознаками:

- пониткова;
- колекторна;
- змішана.

За *будівельними* ознаками:

- розвинена по горизонталі;
- розвинена по вертикалі;
- змішана;
- роз'єднана.

Пониткова компоновка (рис. 1.5), коли кожне джерело викидів має відповідний тракт газоочищення, що незалежний від інших трактів і не сполучається з ними. Робота газоочищення впливає на роботу основного технологічного устаткування. А нестабільна робота агрегату-джерела негативно відбивається на газоочищенні.

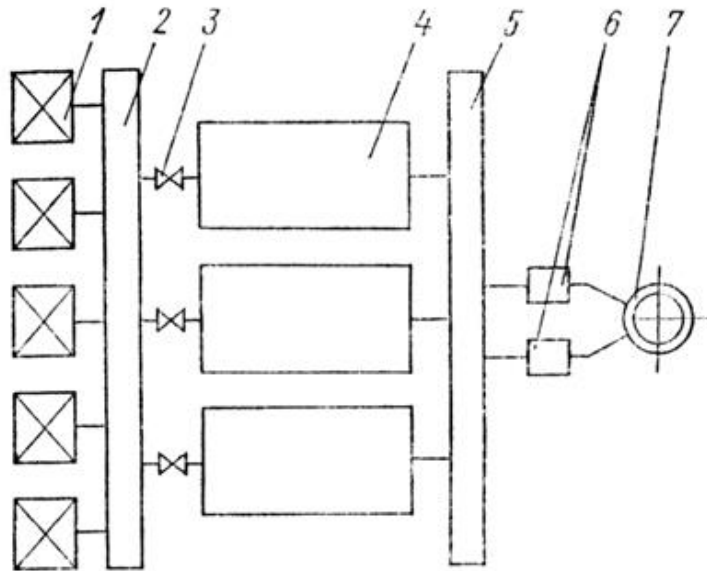


1 – джерело викидів; 2 – перший ступінь очистки; 3 – другий ступінь очистки; 4 – ТДМ (робоча та резервна); 5 - димар

Рисунок 1.5 - Пониткова компоновка

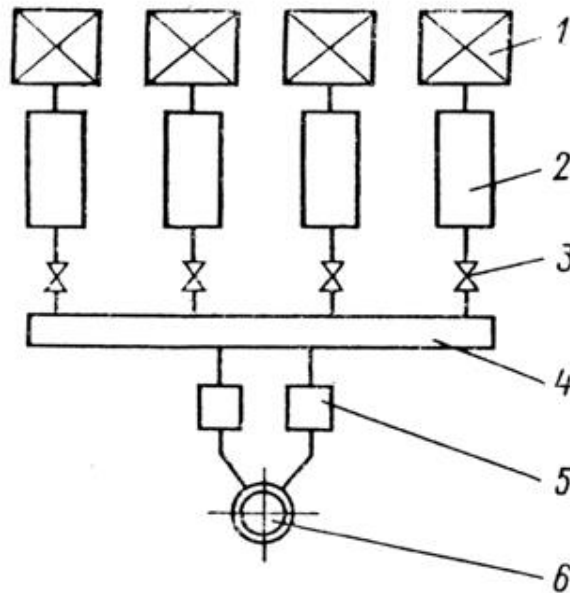
Розводка за допомогою *колектора* (рис. 1.6) як первинного пелоосаджувача застосовується в найбільш великих газоочисних спорудах. Це дозволяє видалити більш крупні фракції суспензії в газовому потоці, а також усереднити по складу і температурі газовий потік (при нерівномірній і неодноточасній роботі апаратів-джерел).

Варіант *змішаної* (рис. 1.7) компоновки використовують, коли роздача запиленого газу по апаратах пов'язана з труднощами, а збір очищеного газу вирішується без особливих проблем.



1 – джерело викидів; 2 – колектор, що роздає; 3 – запоро-регулюючий пристрій; 4 – газоочисний апарат; 5 – колектор, що збирає; 6 - ТДМ (робоча та резервна); 7 – димар

Рисунок 1.6 – Варіант колекторної компоновки



1 – джерело викидів; 2 – газоочисний апарат; 3 – запоро-регулюючий пристрій; 4 - колектор, що збирає; 5 - ТДМ (робоча та резервна); 7 – димар

Рисунок 1.7 – Варіант змішаної (за технологічними ознаками) компоновки

За будівельними ознаками *розвинена по горизонталі* компоновка, коли опорні облаштування усіх елементів газоочищення розташовуються на відмітці, прийнятій на цій промисловій площі за нульову, або якщо їх відхилення від +0,00 є мінімальним. Переваги - немає важких несучих конструкцій; недоліки - наявність великих площ.

Розвинена по вертикалі компоновка характеризується відносно малою плямою забудови в плані і значною висотою. Необхідно застосовувати посилені будівельні конструкції (враховуючи заповнення апаратів пилом або рідиною); але таке компонування займає менше місця в плані.

Змішана: основне устаткування скомпоновано по горизонталі, а блоки деякого устаткування по вертикалі (наприклад, циклонні теплообмінники).

Роз'єднана: різні вузли (східці) однієї газоочисної споруди розміщені на різних майданчиках, іноді пов'язаних довгими комунікаціями (наприклад, на старих, щільно забудованих підприємствах).

1.3.2 Оцінка якості компоновок

Проекти, що є близькими технологічними аналогами, можуть істотно відрізнятися компонуванням устаткування. Це відіграє важливу роль при виконанні проектів на конкурсній основі.

Оцінка якості компонувань заснована на понятті "компактність".

Компактність може бути проекційна і об'ємна.

Коефіцієнт *проекційної* компактності:

$$K_{п.к.} = \frac{\sum S_{уст}}{S_{п.з}}, \quad (1.3)$$

де $\sum S_{уст}$ - сума площ проекцій устаткування на пляму забудови, м²;

$S_{п.з}$ - площа плями забудови, м².

Коефіцієнт *об'ємної* компактності:

$$K_{o.k.} = \frac{\sum V_{уст}}{V_{заб}}, \text{ безрозмірний} \quad (1.4)$$

або

$$K_{o.k.} = \frac{\sum M_{уст}}{V_{заб}}, \text{ кг/м}^3 \quad (1.5)$$

де $\sum V_{уст}$ - сумарний об'єм обладнання в об'ємі простору, бічні межі якого співпадають з межами плями забудови; верхня межа - площина, що проходить через верхню точку комплексу, що будується, м³;

$V_{заб}$ - об'єм розглядаемого простору плями забудови (включаючи заглиблення, приямки, що знаходяться нижче +0,000), м³;

$\sum M_{уст}$ - сумарна маса устаткування, розміщеного в просторі плями забудови, кг.

Якщо газоочищення розміщується на декількох окремих плямах забудови, коефіцієнт компактності розраховується окремо для кожної плями, а потім усереднюється:

$$K_{п.(о.)к.} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_n}{n} \quad (1.6)$$

Проекції усього устаткування (навіть по вертикалі) підсумовуються.

Таким чином: $K < 1$ - горизонтальне компонування; $K = 1$ - перехідне значення; $K > 1$ - вертикальне компонування.

Для вертикально розвинених компонувань, характерним є висотно-масовий коефіцієнт:

$$K_{в.м.} = \frac{M_1 h_1 + M_2 h_2 + \dots + M_i h_i}{M_1 + M_2 + \dots + M_i}, \quad (1.7)$$

де h_i – відстань від площини відліку до центру тяжіння i -го апарату, м;

M_i - маса i -го апарату, кг;

i - число апаратів.

Щоб при проектуванні не виникло ситуацій з не виправдано розтягнутими комунікаціями, ненормально великими просвітами між апаратами, довгими перехідними містками і так далі, необхідно чисельно аналізувати і порівнювати різні компонування.

1.4 ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ГАЗООЧИЩЕННЯ

1.4.1 Кондиціонування газів

Кондиціонування (підготовка) газів перед очищенням здійснюється або з метою інтенсифікації процесів в основних газоочисних апаратах, або для забезпечення нормальної їх експлуатації.

Існує чотири способи кондиціонування.

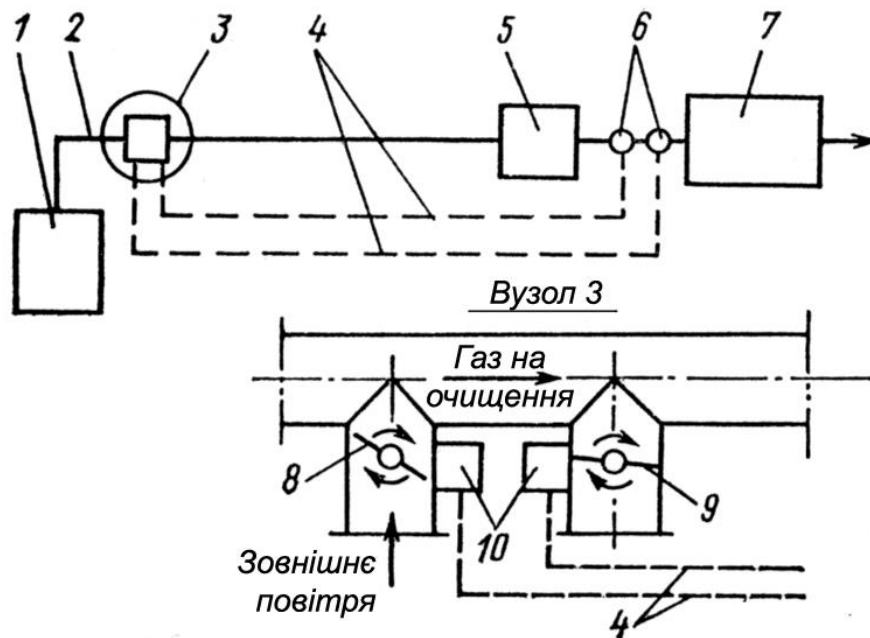
Охолодження газів. Верхня межа температури визначається матеріалами, з яких виготовлені апарати. Для електрофільтрів - це матеріал електродів і корпусу, для рукавних фільтрів - тканина рукавів.

Підігрів газів застосовується для виключення конденсації парів води і кислот.

При зволоженні надто сухих газів покращуються властивості проміжку між коронуючими та осаджувальними електродами в електрофільтрах і знижується ПЕО пилу.

Введення в газовий потік спеціальних добавок (аміаку та інших), які інтенсифікують процес в електрофільтрі.

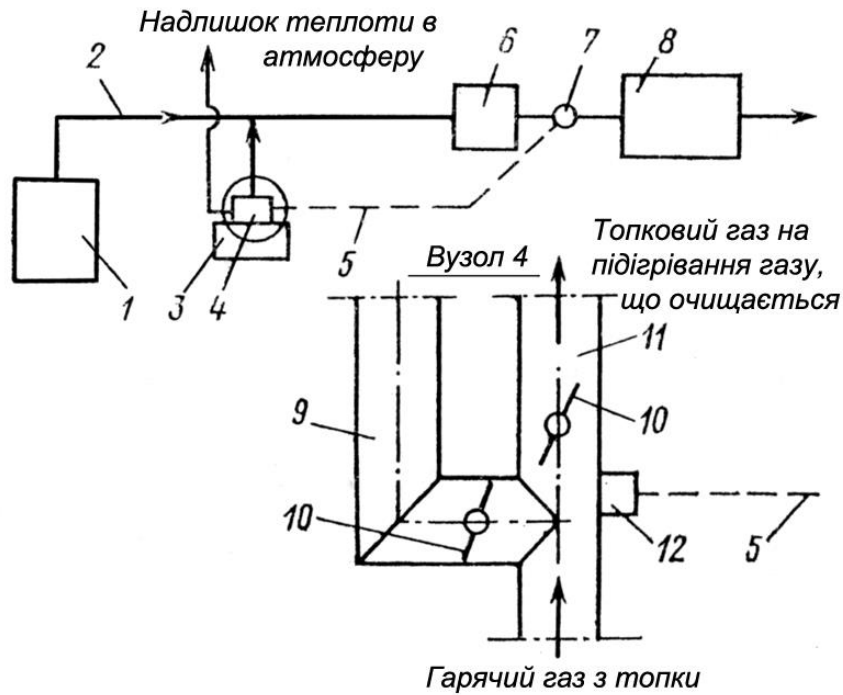
Охолодження газів (рис. 1.8) виконується за рахунок підсосу зовнішнього повітря. Його місце розташування визначається типом апарату очищення, щоб забезпечити максимальне перемішування гарячого і холодного потоку.



1 - джерело викиду; 2 - пилогазопровід; 3 - вузол автоматичного підсосу; 4 - імпульсні лінії від датчиків до блоку автоматичного підсосу; 5 - перший ступінь очищення; 6 - датчики (робочий і аварійний); 7 - другий ступінь очищення; 8 - 9 - дросельні клапани робочого і аварійного підсосу; 10 - приводні механізми

Рисунок 1.8 - Автоматичний пристрій для підсосу зовнішнього повітря в тракт газоочищення

Підігрів газів (рис. 1.9) можна проводити шляхом спалювання палива в окремій топці з наступним вдуванням продуктів горіння в потік газу, що кондиціонується.



1 - джерело викиду; 2 - пилогазопровід; 3 - топка; 4 - вузол розподілення потоків гарячого газу; 5 - імпульсопровід; 6 - перший ступінь очищення; 7 - датчик температури; 8 - другий ступінь очищення; 9 - труба вихлопу надлишку гарячого повітря; 10 - дросель; 11 - труба подання гарячого газу в систему очистки; 12 - приводний механізм

Рисунок 1.9 - Автоматичний пристрій для підігріву газів

При проектуванні підігріву слід враховувати допустимий інтервал:

$$t = t_{\max} - t_0, \quad (1.8)$$

де t_0 - температура газу, що очищається, яка перевищує на 20-30 °С "точку роси";

t_{\max} - температура, яка максимально допускається за конструктивно-технологічними міркуваннями.

Витрата гріючого газу, що вводиться до газоочистки, м³/с:

$$q_{г.г} = \underline{q_{о.г} (t_{см} - t_{о.г})}, \quad (1.9)$$

$$(t_{г.г} - t_{см})$$

- де $q_{о.г}$ - витрата газу, що очищається, $м^3/с$;
 $t_{о.г}$ - його температура, $^{\circ}C$;
 $t_{см}$ - температура газу після змішування, $^{\circ}C$;
 $t_{г.г}$ - температура гарячого газу, $^{\circ}C$.

Для зволоження найчастіше використовують скрубери повного випару (перед електрофільтрами, рукавними фільтрами). Уприскування води повинне відбуватися з урахуванням властивостей пилу. Якщо вона гідрофільна, необхідно вводити воду у вигляді пари.

1.4.2 Режимна інтенсифікація

Режимна інтенсифікація – це коли робота газоочисного апарату доводиться до можливо більш напружених режимів, виходячи з властивостей газу, що очищається, і уловлюваного продукту.

Наприклад, в трубі Вентурі режимна інтенсифікація може бути досягнута збільшенням або швидкості газу в горловині, або питомої витрати зрошуючої рідини.

Для циклонів режимна інтенсифікація може бути досягнута шляхом збільшення швидкості руху газу. Проте енерговитрати $\sim v^2$, а міра очищення піднімається значно повільніше. Не можна також перевищувати верхню межу швидкості задля уникнення вторинного виносу пилу.

В тканинних фільтрах режимна інтенсифікація відбувається за рахунок збільшення швидкості фільтрації до меж "проскакування" часток через тканину.

Проте перераховані методи повинні бути економічно обґрунтовані. Інакше вони ведуть до небажаних енерговитрат.

1.4.3 Конструктивно-технологічна інтенсифікація

Конструктивно-технологічна інтенсифікація, коли в конструкцію газоочисного апарату вносять удосконалення, які сприяють інтенсифікації процесів, що відбуваються в ньому.

Наприклад, в електрофільтрах - заміна коронуючих електродів (замість гладких дротяних голчасті або пилкоподібні); у тканинних фільтрах: нові методи регенерації (імпульсна, струминна), нові фільтрувальні тканини, попередня електризація пилу; у "мокрих" апаратах - пристрій для розпилу рідини (покращує контакт "газ - рідина"), введення стабілізаторів.

1.4.4 Спеціальні способи інтенсифікації

До спеціальних способів інтенсифікації відносяться:

- використання ефекту конденсації, коли гарячі гази перед "мокрим" очищенням насичуються водяною парою;
- попередня електрична зарядка уловлюваних часток і крапель зрошуючої рідини;
- введення поверхнево-активних речовин, що покращують змочуваність гідрофобних часток;
- підтримка ПЕО пилу в межах 10^5 - 10^{10} Ом·см шляхом збереження температурного режиму (100–200 °С).

Розділ 2 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

2.1 МЕТОД АКСОНОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

АксонOMETричні зображення широко застосовуються завдяки гарній наочності й простоті побудов.

АксонOMETричний метод може сполучатися й з паралельним, і із центральним проектуванням за умови, що предмет проектується разом з координатною системою.

Сутність методу паралельного аксонOMETричного проектування полягає в тому, що предмет відносять до деякої системи координат і потім проектують паралельними променями на площину разом з координатною системою.

На рис 2.1 показана крапка **A**, віднесена до системи прямокутних координат xuz . Вектор **S** визначає напрямок проектування на площину проєкцій Π^* .

АксонOMETричну проєкцію A_1^* горизонтальної проєкції крапки A прийнято називати вторинною проєкцією.

Викривлення відрізків осей координат при їхньому проектуванні на Π' характеризується так званим коефіцієнтом викривлення.

Коефіцієнтом викривлення називається відношення довжини проєкції відрізка осі на рисунку до його дійсної довжини.

Так по осі x^* коефіцієнт викривлення становить $u=0*x^*/0x$, а по осі y^* і z^* відповідно $v=0*y^*/0y$ і $\omega=0*z^*/0z$.

Залежно від відношення коефіцієнтів викривлення аксонOMETричні проєкції можуть бути:

Ізометричними, якщо коефіцієнти викривлення по всіх трьом осям рівні між собою; у цьому випадку $u=v=\omega$;

Діметричними, якщо коефіцієнти викривлення по двом будь-яким осям рівні між собою, а по третій – відрізняється від перших двох;

Триметричними, якщо всі три коефіцієнти викривлення по осях різні.

АксонOMETричні проєкції різняться також і по куту φ , який утворюється, променем, що проєкує, із площиною проєкцій. Якщо $\varphi \neq 90^\circ$, то аксонOMETрична проєкція називається **косокутною**, а якщо $\varphi = 90^\circ$ – прямокутною.

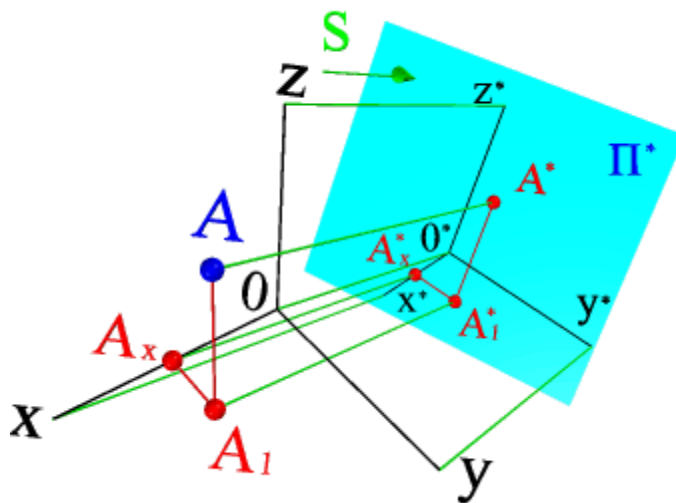


Рисунок 2.1 - Сутність методу аксонOMETричного проєкування

Основна теорема аксонOMETрії

Розглянувши загальні відомості про аксонOMETричні проєкції, можна зробити наступні висновки:

- аксонOMETричні креслення оборотні;
- аксонOMETрична й вторинна проєкції крапки цілком визначають її положення в просторі.

АксонOMETричні проєкції оборотні, якщо відома аксонOMETрія трьох головних напрямків вимірів фігури й коефіцієнти викривлення по цих напрямках.

АксонOMETричні проєкції фігури є її проєкціями на площині довільного положення при довільно обранім напрямку проєкування.

Очевидно можливо й зворотне. На площині можна вибрати довільне положення осей з довільними аксонOMETричними масштабами.

У просторі завжди можливо таке положення натуральної системи прямокутних координат і такий розмір натурального масштабу по осях, паралельною проекцією яких є дана аксонометрична система.

Німецький вчений Карл Польці (1810-1876) сформулював основну теорему аксонометрії: *три відрізки прямих довільної довжини, що лежать в одній площині й вихідних з однієї крапки під довільними кутами друг до другу, представляють паралельну проекцію трьох рівних відрізків, відкладених на координатних осях від початку.*

Згідно із цією теоремою, будь-які три прямі в площині, що виходять із однієї крапки й не співпадають між собою, можна прийняти за аксонометричні осі. Будь-які відрізки довільної довжини на цих прямих, відкладені від крапки їх перетинання, можна прийняти за аксонометричні масштаби. Ця система аксонометричних осей і масштабів є паралельною проекцією деякої прямокутної системи координатних осей і натуральних масштабів.

У практиці побудови аксонометричних зображень звичайно застосовують лише деякі певні комбінації напрямків аксонометричних осей і аксонометричних масштабів: прямокутна ізометрія та діаметрія, косокутна фронтальна діаметрія й ін.

Стандартні аксонометричні проекції. Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 2.317-69, із прямокутних аксонометричних проекцій рекомендується застосовувати прямокутні *ізометрію* й *діаметрію*.

Між коефіцієнтами викривлення й кутом φ , утвореним напрямком проектування й картинною площиною, існує наступна залежність:

$$u^2 + v^2 + \omega^2 = 2 + ctq^2 \varphi,$$

$$\text{якщо } \varphi = 90^\circ, \text{ то } u^2 + v^2 + \omega^2 = 2,$$

$$\text{В ізометрії } u = v = \omega \text{ і, отже, } 3u^2 = 2, \text{ звідки } u = (2/3)^{0,5} \approx 0,82.$$

Таким чином, у прямокутній ізометрії розміри предмета по всіх трьом вимірам скорочуються на 18 %. ДЕРЖСТАНДАРТ рекомендує ізометричну

проекцію будувати без скорочення по осях координат (рис.2.2), що відповідає збільшенню зображення проти оригіналу в 1,22 рази.

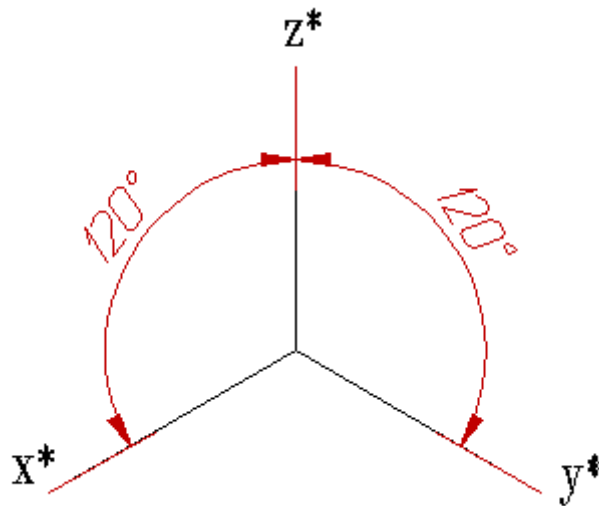


Рисунок 2.2. Розташування осей в ізометрії

При побудові прямокутної діаметричної проекції скорочення довжин по осі y' (рис.2.3) ухвалюють удвічі більшими, ніж по двом іншим, тобто вважають, що

$$u=\omega, \text{ а } v=0,5u.$$

Тоді $2u^2+(0,5u)^2=2$, звідки $u^2=8/9$ і $u\approx 0,94$, а $v=0,47$.

У практичних побудовах від таких дробових коефіцієнтів звичайно відмовляються, уводячи масштаб збільшення, обумовлений співвідношенням $1/0,94=1,06$, і тоді коефіцієнти викривлення по осях x' і z' дорівнюють одиниці, а по осі y' удвічі менше $v=0,5$.

З косокутних аксонометричних проекціях ДСТУ передбачене застосування фронтальної й горизонтальної ізометрії й фронтальної діаметрії (останню ще називають кабінетною проекцією).

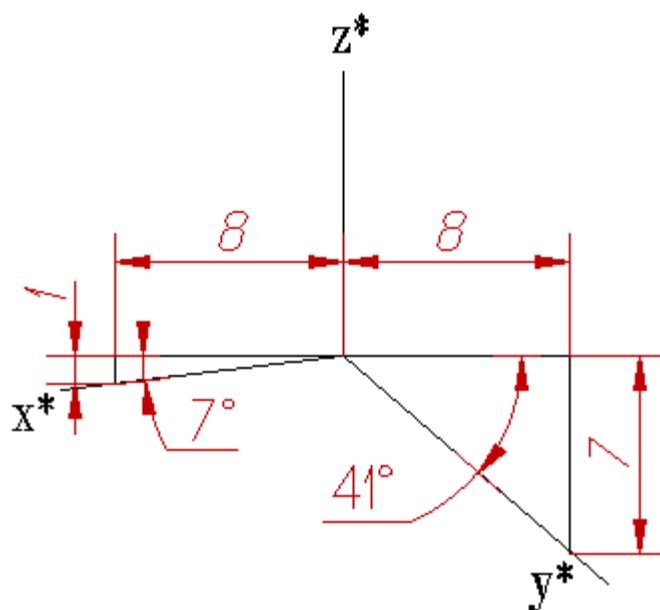


Рисунок 2.3 - Розташування осей у діаметрії

Окружність в аксонометрії. При паралельнім проектуванні окружності на яку-небудь площину Π^* одержуємо її зображення в загальному випадку у вигляді еліпсу (рис. 2.4).

Як би не була розташована площина окружності, спочатку доцільно побудувати паралелограм $A^*B^*C^*D^*$ – паралельну проекцію квадрата $ABCD$, описаного близько даної окружності, а потім за допомогою восьми крапок і восьми дотичних вписати в нього еліпс.

Крапки $1, 3, 5$ і 7 – середини сторін паралелограма. Крапки $2, 4, 6$ і 8 розташовані на діагоналях так, що кожна з них ділить напівдіагональ у співвідношенні $3:7$.

Дійсно, на підставі властивостей паралельного проектування можна записати, що $A2/1O=A^*2^*/2^*O^*$ але $A1/1O=(r\sqrt{2}-r)/r\approx 3/7$.

З восьми дотичних до еліпсу перші чотири – це сторони паралелограма, а інші t_2, t_4, t_6 і t_8 – прямі, паралельні його діагоналям. Так дотична t_2^* до еліпсу

паралельна діагоналі C^*D^* , Пояснюється це тим, що t_2^* і C^*D^* є проєкціями двох паралельних прямих t_2 і CD .

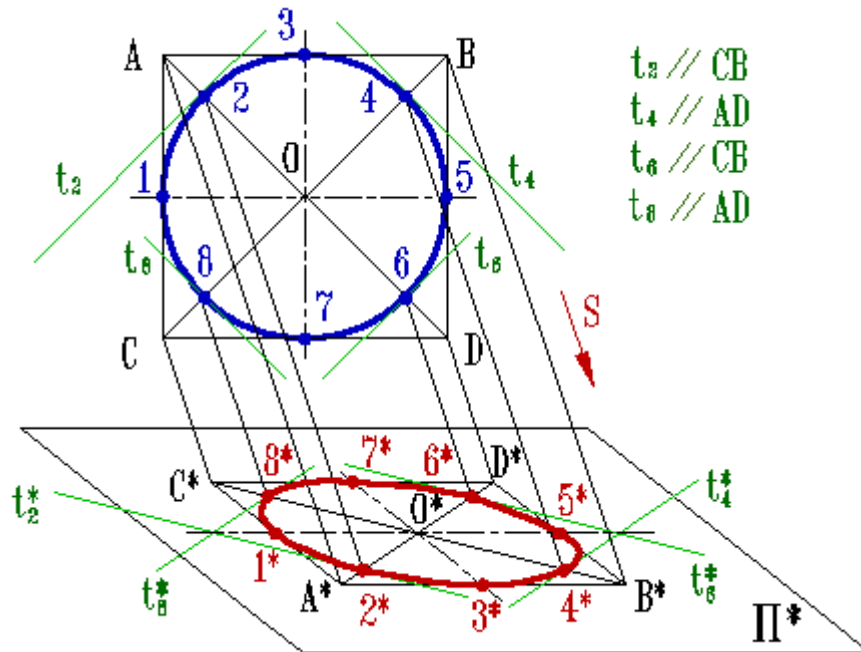


Рисунок 2.4 - Проектування окружності на площину

Графічні побудови, що передують кресленню самого еліпсу, доцільно виконувати в наступній послідовності (рис.2.5):

1. Побудувати аксонометричну проєкцію квадрата - паралелограма $A^*B^*C^*D^*$ і провести діагоналі A^*C^* і B^*D^* ;
2. Відзначити середини сторін паралелограма – точки 1^* , 3^* , 5^* і 7^* ;
3. На відрізку 3^*B^* , як на гіпотенузі, побудувати прямокутний рівнобедрений трикутник 3^*KB^* ;
4. Із точки 3^* радіусом 3^*K описати півколо, яке перетне A^*B^* у точках L і M ; ці точки ділять відрізок 3^*A^* і рівний йому відрізок 3^*B^* у відношенні 3:7;

5. Через точки L і M провести прямі паралельні бічним сторонам паралелограма, і відзначити точки 2^* , 4^* , 6^* і 8^* розташовані на діагоналях;
6. Побудувати дотичні до еліпсу в знайдених точках. Дотичні t_2 і t_6 паралельні BD , а дотичні t_4 і t_8 паралельні AC .
7. Одержавши вісім крапок і стільки ж дотичних, можна з достатньою точністю вичертити еліпс.

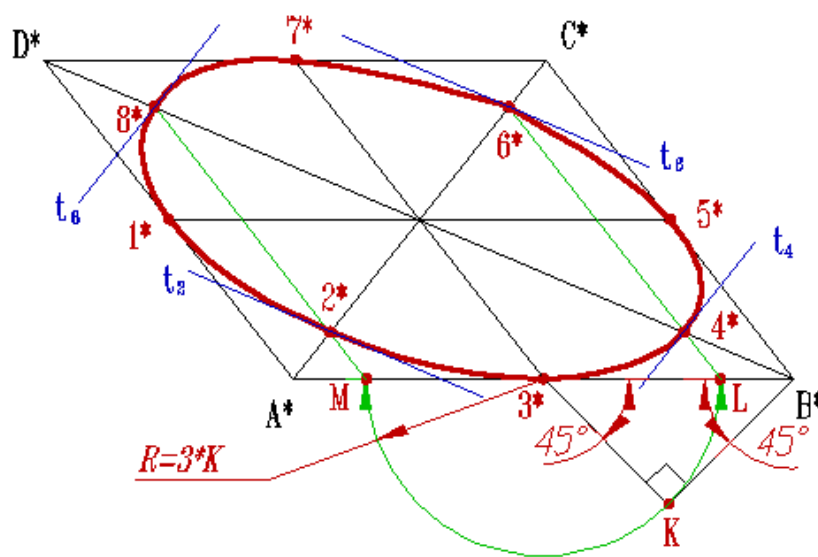


Рисунок 2.5 - Побудова еліпса

ДЕРЖСТАНДАРТ 2.317-69 визначає положення окружностей, що лежать у площинах, паралельних площинам проєкцій для прямокутної ізометричної проєкції (рис.2.6) і для прямокутної діметрії (рис.2.7).

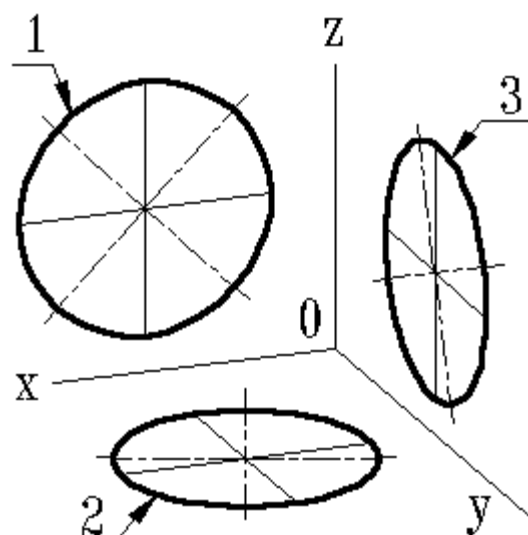
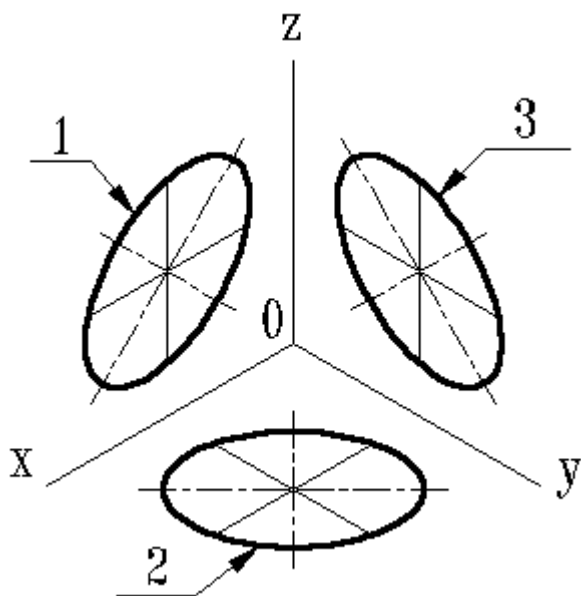


Рисунок 2.6 - Ізометричні проєкції
окружностей, розташованих у площинах
паралельних площинам проєкцій

Рисунок 2.7 - Діметричні проєкції
окружностей, розташованих у площинах
паралельних площинам проєкцій

Якщо ізометричну проєкцію виконують без викривлення по осях x , y , z , то більша вісь еліпсів 1,2, 3 дорівнює $1,22$, а мала вісь $-0,71$ діаметра окружності.

Якщо ізометричну проєкцію виконують із викривленням по осях x , y , z , то більша вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює діаметру окружності, а мала - $0,58$ діаметра окружності.

Якщо діметричну проєкцію виконують без викривлення по осях x і z то більша вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює $1,06$ діаметра окружності, а мала вісь еліпсу 1 - $0,95$, еліпсів 2 і 3 - $0,35$ діаметра окружності.

Якщо діметричну проєкцію виконують із викривленням по осях x і z , то більша вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює діаметру окружності, а мала вісь еліпсу 1 - $0,9$, еліпсів 2 і 3 - $0,33$ діаметра окружності.

1-еліпс (більша вісь розташовано під кутом 90^0 до осі y); 2-еліпс (більша вісь розташовано під кутом 90^0 до осі z); 3-еліпс (більша вісь розташовано під кутом 90^0 до осі x).

Побудова аксонометричних зображень

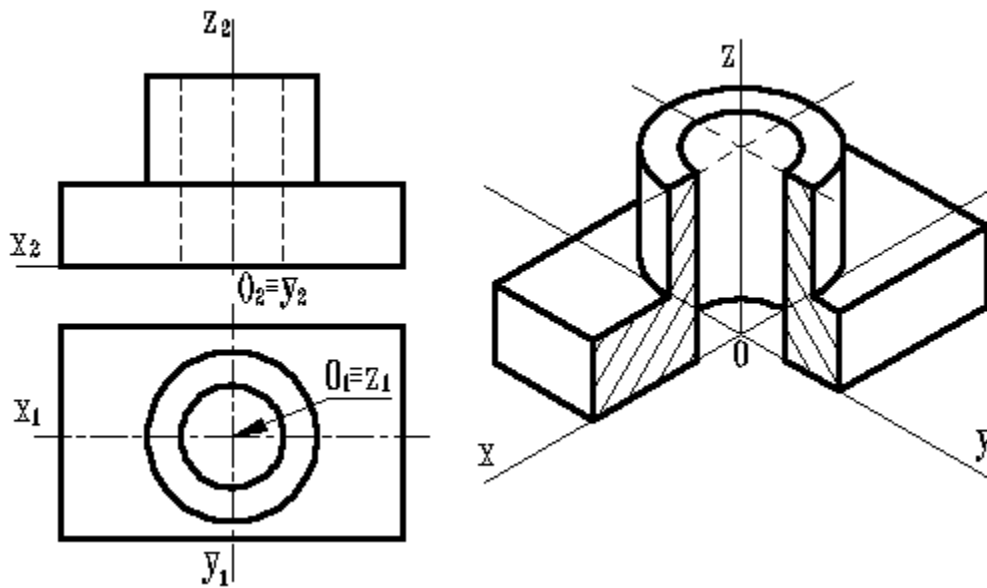


Рисунок 2.8. Побудова аксонометричного зображення

Перехід від ортогональних проєкцій предмету до аксонометричного зображення рекомендується здійснювати в такій послідовності (рис. 2.8):

1. На ортогональному кресленні розмічають осі прямокутної системи координат, до якої й відносять даний предмет. Осі орієнтують так, щоб вони допускали зручний вимір координат крапок предмета. Наприклад, при побудові аксонометрії тіла обертання одну з координатних осей доцільно сполучити з віссю тіла.

2. Будують аксонометричні осі з таким розрахунками, щоб забезпечити найкращу наочність зображення й видимість тих або інших крапок предмета.

3. По одній з ортогональних проєкцій предмета креслять вторинну проєкцію.

4. Створюючи аксонометричне зображення, для наочності роблять виріз чверті.

ДЕРЖСТАНДАРТ 2.317-69 визначає умови й способи нанесення розмірів при побудові аксонометричного зображення, основну увагу слід звернути на наступне (рис. 2.9):

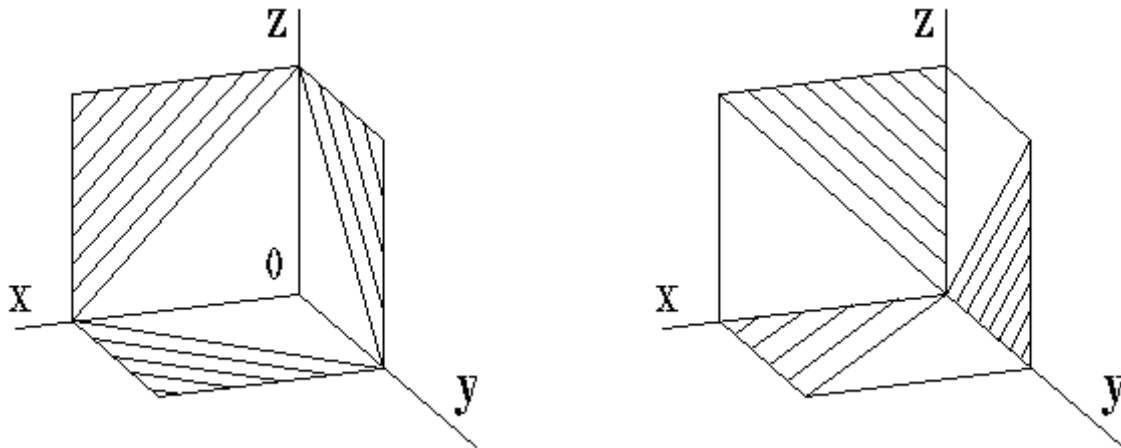


Рисунок 2.9 - Штрихування в аксонометрії

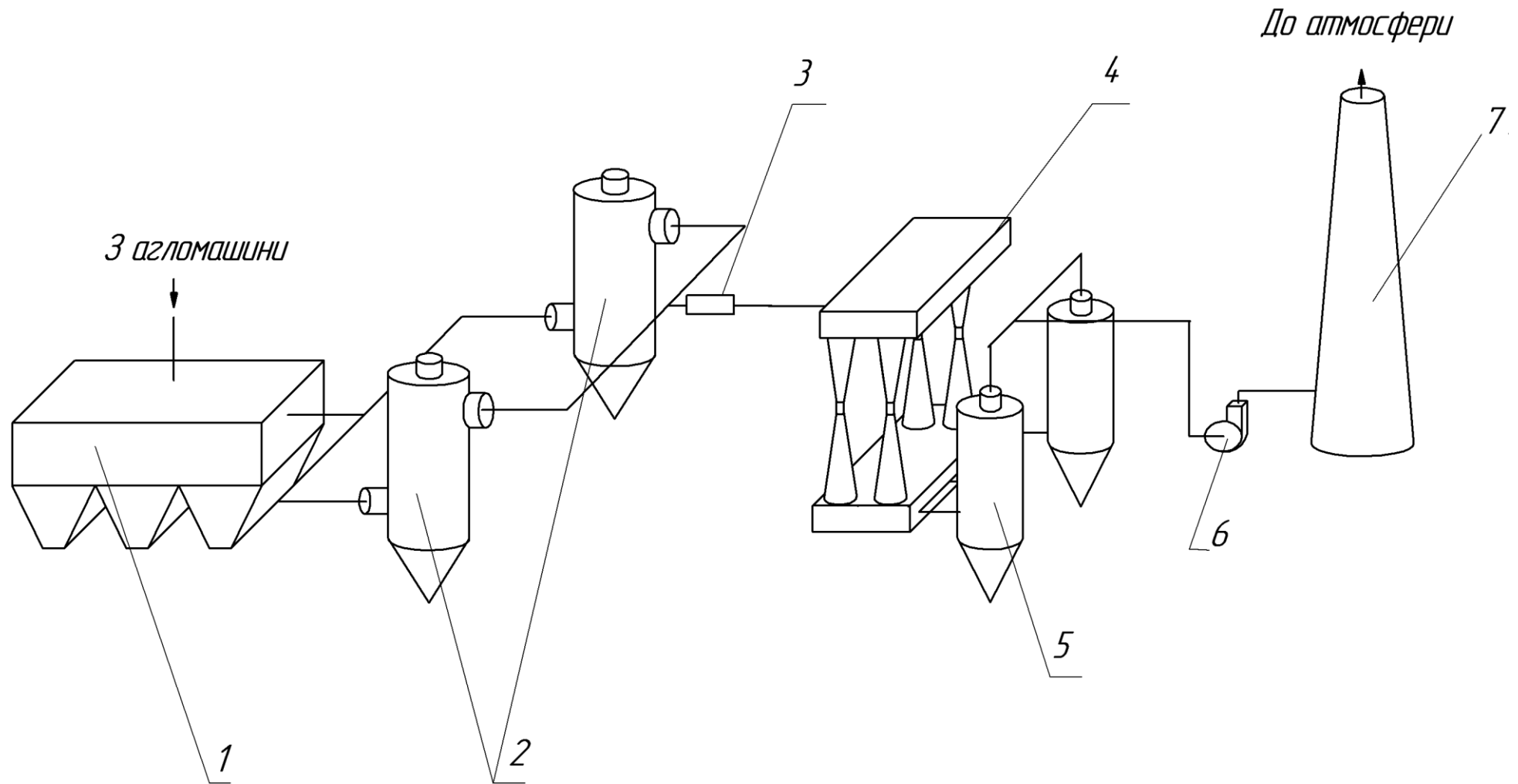
- лінії штрихування перетину в аксонометричних проекціях наносять паралельно однієї з діагоналей проекцій квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах, сторони яких паралельні аксонометричним осям;
- при нанесенні розмірів виносні лінії проводять паралельно аксонометричним осям, розмірні лінії – паралельно вимірюваному відрізку;
- в аксонометричних проекціях спиці маховиків і шківів, ребра жорсткості й подібні елементи штрихують.

2.2 ПОБУДОВА АКСОНОМЕТРИЧНИХ СХЕМ СИСТЕМ ГАЗООЧИЩЕНЬ МЕТАЛУРГІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ

Побудувати схеми аксонометрії систем газоочистки.

Побудову проводити в графічній програмі КОМПАС.

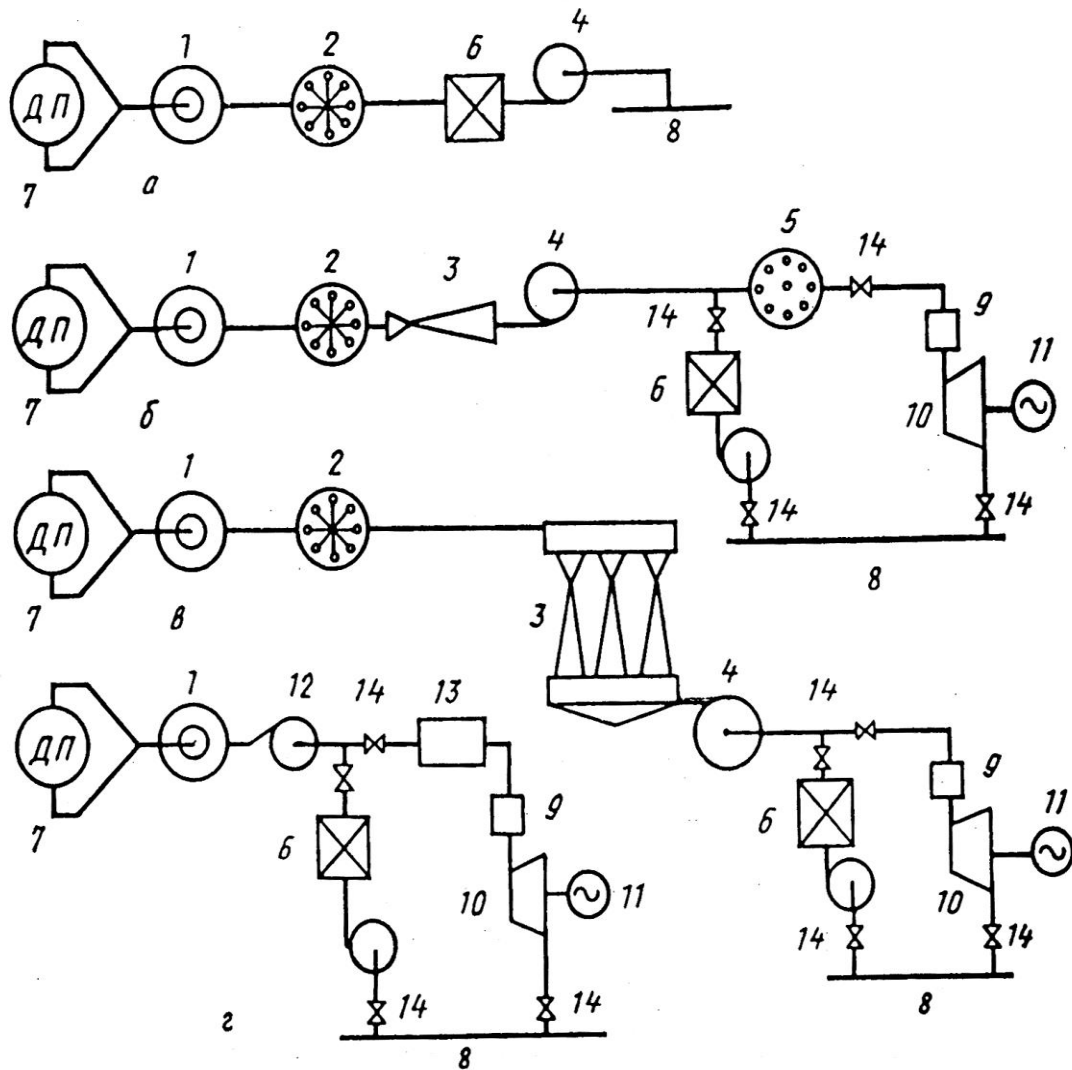
Приклад виконання практичної роботи наведений на рис. 2.10.



1 – колектор; 2 – циклон; 3 – іонізаційна камера; 4 – блок труб Вентурі; 5 – краплевловлювач; 6 – ексгаустер; 7 – димова труба

Рисунок 2.10 - Приклад виконання практичної роботи

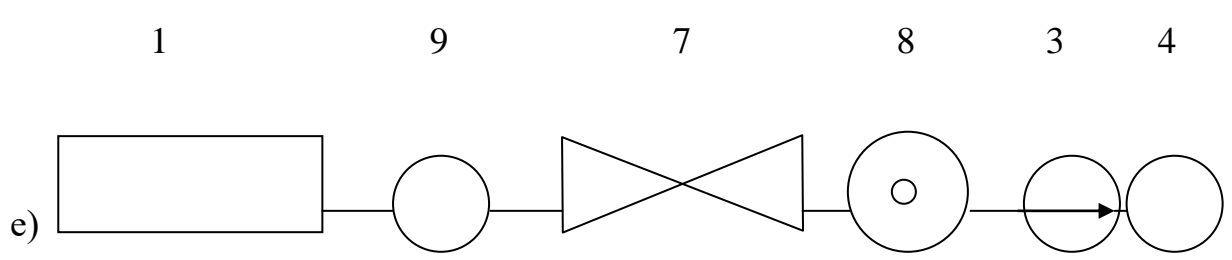
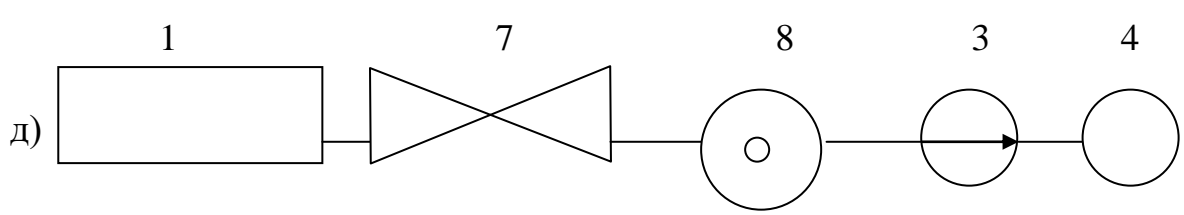
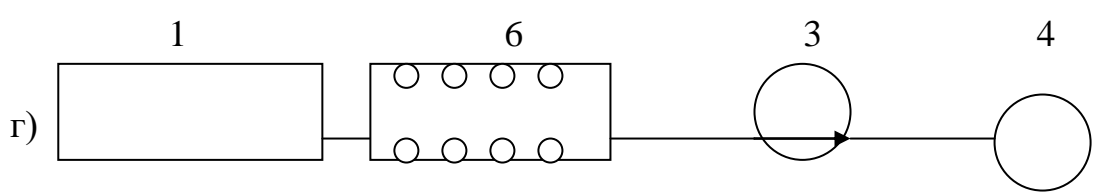
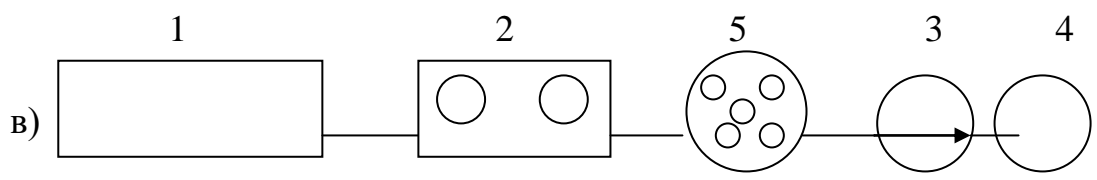
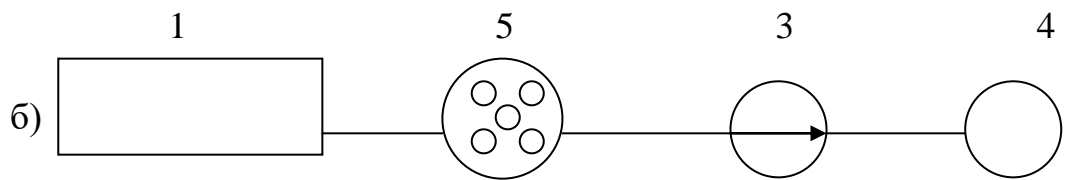
Завдання до практичного заняття



а – при відсутності ГУБТ; б – при наявності ГУБТ із електрофільтром;
 в – при наявності ГУБТ без електрофільтру; г – при сухому пиловловлювачі.

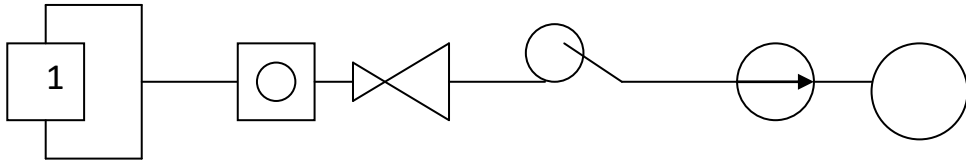
1 – сухий інерційний пиловловлювач; 2 – порожній форсунковий скруббер; 3 – труба Вентурі; 4 – краплевловлювач; 5 – мокрий електрофільтр; 6 – дросельна група; 7 – доменна піч; 8 – колектор чистого газу; 9 – підігрівник газу; 10 – ГУБТ; 11 – електрогенератор; 12 – циклон; 13 – сухий електрофільтр або фільтр; 14 – засувка

Рисунок 2.11- Багатоступінчасті комбіновані схеми очистки

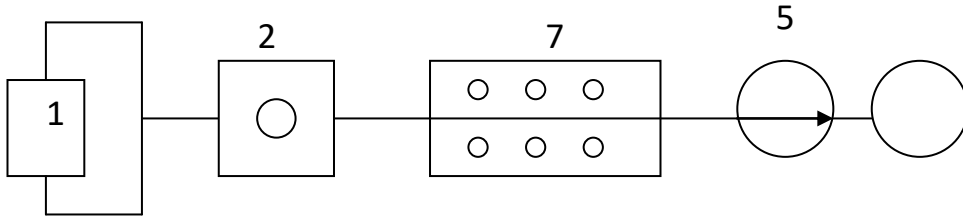


1-агломашина; 2-батареяний циклон; 3- ексгаустер; 4- димова труба; 5- відцентровий скруббер; 6-електрофільтр; 7-труба Вентурі; 8-краплевловлювач; 9-циклон

Рисунок 2.12 – Схеми очистки відхідних газів агломераційних машин



а)



б)

а – мокра очистка в скрубєрі Вентурі; б – суха очистка в електрофільтрах;
 1- мартєнівська пїч; 2 – котел-утилізатор; 3 – труби Вентурі; 4 – краплєвлочувач;
 5 – димосос; 6 – димова труба; 7 – сухий електрофільтр

Рисунок 2.13 - Схеми охолодження й очистки газів мартєнівських печей

Розділ 3 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

3.1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 «ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЦИКЛОНІВ»

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості різних типів циклонів

Короткі теоретичні відомості:

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.

При невеликих капітальних витратах і експлуатаційних витратах **циклони** забезпечують очистку газів ефективністю 80-95% від часток пилу розміром 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 пиловловлювання** (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 ДСТУ 15150-69.

Вибір циклону. Циклони підбирають залежно від:

- обсягу повітря, необхідного для аспірації,
- розміру часток продукту,
- необхідному ступені очистки,
- умов вивантаження вловлюваного продукту.

Переваги циклонів:

- ефективна очистка повітря в приміщеннях;
- економія енергії на підігрів зовнішнього повітря;
- локалізація відходів у бункері-накопичувачі (пили, стружки й 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. Уловлювання пилу відбувається під дією відцентрової сили, що виникає при русі газу між корпусом і вихідною трубою. Уловлений пил зсипається в бункер, а очищений газ викидається через вихлопну трубу.

Циклони ЛЮТ. Циклон ЛЮТ 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 рівній продуктивності із циліндричними відрізняються від останніх більшими габаритними розмірами й тому звичайно 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 володіє високою абразивністю часток або їх високому злипанні. Однак втрати тиску в цих циклонах приблизно в 2 рази більше, чим у циклонах СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34.

Конічні циклони забезпечують найбільшу ефективність пиловловлення.

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

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

Циклон СІОТ. Сухий циклон СІОТ призначено для грубої й середньої очистки повітря й газу від пилу, що не злипається і не волокнистий

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 данім конструктивнім 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 виготовляються 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 циклон:

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 у вигляді «равлика»;

З – з камерою очищеного повітря у 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/м³:

- 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/м² (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 $V_{ц}$ ($V_{вх}$) - 3,5 (16,0);

- при роботі з абразивним пилом $V_{ц}$ ($V_{вх}$) - 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 сипучих матеріалів, а також летучої золи.

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

Нахил вхідного патрубка 24° . 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 розмелу 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 ДЕРЖСТАНДАРТ 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.

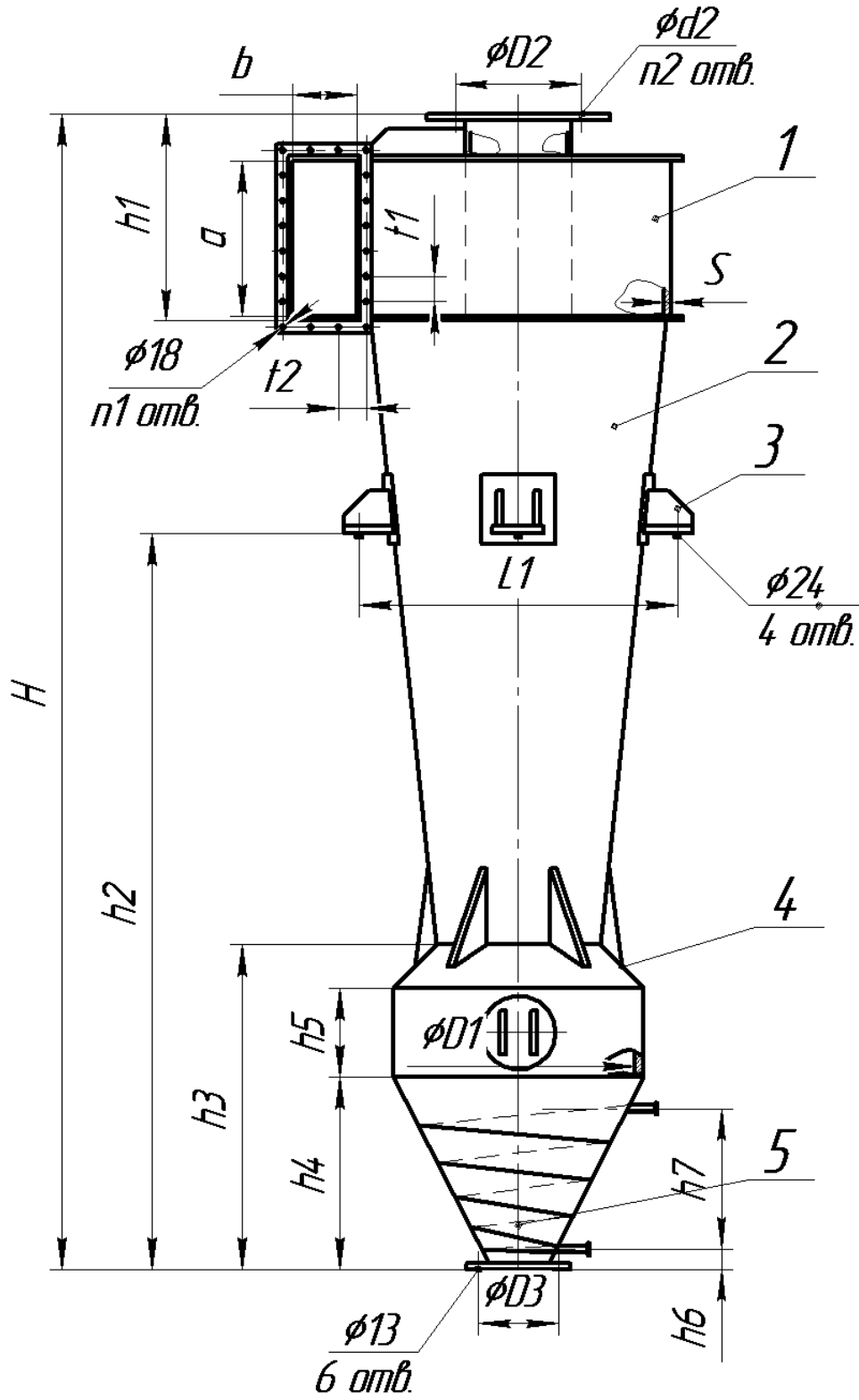
Концентрація пилу в очищеному газі – $15,00 \text{ г/м}^3$;

Температура газу, що очищається, – не більш $400 \text{ }^\circ\text{C}$;

Тиск (розрядження) – $4,0 \text{ кПа}$;

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

Завдання до лабораторної роботи № 1



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

Рисунок 3.1- Циклони СК-ЦН-34

Таблиця 3.1 – Основні габаритні й приєднувальні розміри циклонів СК-ЦН-34

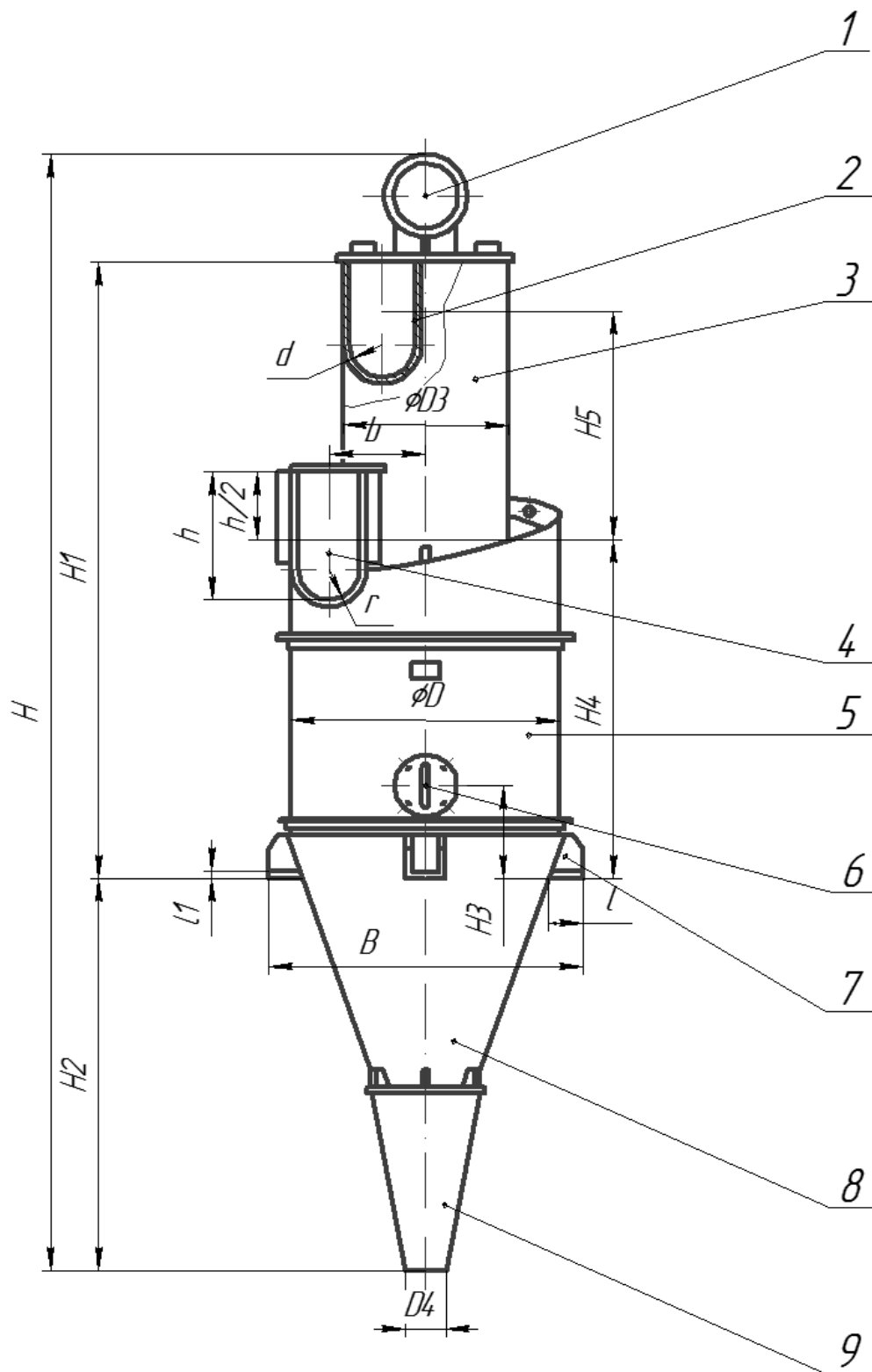
Діаметр цикло-ну, мм	Габаритні розміри, мм														
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	L	L ₁	B	H	H ₁	axb	b ₂	b ₃	d _b	d ₂	d ₃
600	600	280	315	280	740	790	800	2405	1580	304x130	12	370	205	18	12
700		305		305	858	830	920	2625	1810	354x150		430	240		
800		335			978	905	1040	2955	2140	409x170		490	270		
900	800	395	395	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	445	1712	1530	1785	5705	3880	710x300	20	855	475	26	35
1600		600			1952	1675	2025	6215	4405	815x340		975	545		
1800		705			2193	1825	2265	6730	4930	915x385		1100	610		
2000	1400	810		550	2440	2060	2515	7610	5460	1018x430		1220	680		

D₁ – діаметр циліндричної частини бункеру; D₂ – діаметр вихідного патрубку; D₃ – діаметр вихідного патрубку бункера; D₄ – діаметр циліндричної частини циклону; L - довжина равлика циклону; L₁- відстань між опорними лапами; H – повна висота циклону; H₁ – висота циклону без бункеру; axb – площа вхідного патрубку; b₂ – товщина фланця; d_b – внутрішній розмір вихідного патрубку; d₂ – діаметр отворів на фланці вихідного патрубку; d₃ - діаметр отворів на опорних лапах.

Таблиця 3.2 – Основні габаритні й приєднувальні розміри циклонів СК-ЦН-34

Діаметр циклону, мм	Габаритні розміри, мм																		
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	n_1	n_1 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	16		5	3	12	4	105			85
1000	715	2545						1320	18		6	3	95			95			
1200	820	2910						1685	20		7	3	100			110			
1400	920	3800	1860	1110	500	120	915	1975	24	20	8	4	16	5	100	95	350	750	
1600	1025	4065	1850					2255	28		10	4			90	105			
1800	1125	4340	1835					2540	32		11	5			90	90			
2000	1230	4975	2190				1370	550	1200	2825	36	24	13	5	6	85			100

h_1 – відстань від фланцю вихідного патрубку до кінця вхідного патрубку циклона; h_2 – висота нижньої частини циклону до опорних лап; h_3 – висота бункеру; h_4 – висота конічної частини бункеру; h_5 – циліндрична частина бункеру; h_6 – відстань від фланця вихідного отвору бункеру до вісі патрубку виходу конденсату; h_7 – відстань між патрубками входу пара та виходу конденсату; n_1 – кількість отворів на фланці вхідного патрубку; n_2 – кількість отворів на фланці вихідного патрубку циклону; n_3, n_4 – кількість отворів на вертикальній та горизонтальній частинах фланця вхідного патрубку циклона; S – товщина стінки циклону; t_1, t_2 – відстань між отворами на вертикальній та горизонтальній частинах фланця вхідного патрубку; l_1, l_2 – відстань від фланця патрубку входу пари та патрубку 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 3.2- Циклон ЦП -2

Таблиця 3.3 – Основні габаритні й приєднувальні розміри циклонів ЦП-2

Типорозмір циклону, 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

D₁ – діаметр патрубку виходу газу до середини фланця; D₃ - діаметр патрубку виходу газу; D₄ – діаметр нижньої частини бункера; B – відстань між осями циклону і патрубка входу газу; H – висота циклону з бункером; H₁ – висота циклону без бункера; H₂ – висота бункера циклона до опорних лап; H₃ – відстань між центром люка до кінця лап; H₄ - відстань від центру вхідного патрубка до кінця лап; H₅ – висота від патрубка виходу газу до вхідного патрубка; L, L₁ – діаметр равлика; h – висота патрубка входу газу; l₁ – товщина лапи.

3.2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 «ПРОЕКТУВАННЯ СКРУБЕРІВ»

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості різних типів скрубєрів.

Короткі теоретичні відомості:

Скрубєри призначені не тільки для очистки газів від пилу, але й для абсорбції токсичних газових домішок, а також для охолодження (зволоження й осушці) газів. У якості рідини, що зрошує, у скрубєрах найчастіше застосовується вода. При спільному розв'язку питань пиловловлення й хімічної очистки газів вибір, рідини (абсорбенту) обумовлюється хімічним складом домішок, що вловлюються.

Для зменшення кількості відпрацьованої рідини при роботі мокрих апаратів застосовується її часткова рециркуляція, а іноді й замкнена система зрошення.

Скрубєри Вентурі – найпоширеніший тип мокрого пиловловлювача; вони забезпечують очистку газів від часток пилу, практично, будь-якого дисперсного складу. Крім пиловловлення в скрубєрі Вентурі можуть здійснюватися абсорбційні й теплообмінні процеси.

Скрубєр Вентурі являє собою комбінацію зрошуваної труби Вентурі й краплєвловлювача. Труба Вентурі має плавне звуження на вході – конфузор і плавне розширення на виході – дифузор. Перетиск перетину труби Вентурі одержав назву “горловина”.

Апарати типу ГВПВ звичайно укомплектовуються краплєвловлювачами типу КЦТ.

Залежно від фізико-хімічних властивостей пилу, що вловлюються, хімічного складу й температури газу вибирають режим роботи скрубєру Вентурі. Звичайно швидкість газу в горловині труби 30 – 200 м/с, а питома витрата води 0,1-6 л/м³.

Скрубери Вентурі типу Св-Кк.

Для очистки технологічних газів, параметри яких (продуктивність, температура і т.д.) міняються в часі, призначені скрубери Вентурі типу Св-Кк, які являють собою трубу Вентурі з кільцевим регульованим перетином горловини, скомпоновані з краплєвловлювачами (одним або двома) відцентрового типу.

Призначені для очистки нетоксичних і невибухонебезпечних газів від часток пилу, не схильних до утворення відкладань.

Для регулювання перетину горловини встановлений еліптичний обтічник. Рідина, що зрошує, подається в конфузور за допомогою форсунок, рівномірно розподілених по периметру конфузору.

Матеріальне виконання – вуглецева сталь.

Вид кліматичного виконання – В1 за ДСТ 15150-69. Призначені для установки в приміщеннях категорії Г и Д по СНіП 2.09.02-85.

Умовна позначка

С – скрубер; В – Вентурі; Кк – кільцевий контактний канал (кільцевий перетин горловини); цифра 2 після букв – тип зрошення (форсункове); наступні цифри – площа поверхні контактної зони (м²); 01 і 02 – модифікації, обумовлені виконанням вузла краплєвловлювання.

Основні параметри:

Температура газів, що очищаються, °С	до 120*
Концентрація зважених часток на вході, г/м ³	до 10
Гідравлічний опір, кПа	4-12

* - допустиме підвищення температури - до 400 °С.

Труби Вентурі типу ГВПВ. Призначені для установки в системах очистки запилених технологічних газів.

Труба Вентурі (круглого перетину) містить у собі: дифузор, горловину, конфузор і штуцера підведення рідини, що зрошує, з форсунками.

Матеріал основних вузлів і деталей: труба Вентурі – сталь ВСт3; форсунок – сталь 08Х13.

ГВПВ – газопромивач Вентурі, прямоточний, високонапірний; цифра після тире – площа перетину горловини труби Вентурі, м²; 01 – модифікація з підвищеним питомим зрошенням.

Основні параметри;

Температура газів, що очищаються, °С	до 400
Концентрація зважених часток на вході, г/м ³	до 30
Гідравлічний опір, кПа	6-12

Відцентрові скрубери. Принцип дії відцентрових скрубєрів заснований на використанні відцентрової сили. Розрізняють відцентрові скрубєри двох типів: скрубєри СЦВБ-20 працюють на розімкнутій системі зрошення, і скрубєри СЦВП – із внутрішньою циркуляцією рідини.

Відцентрові скрубєри типу СЦВП. Призначені для мокрої очистки не-токсичних і невибухонебезпечних газів від пилу (розміром часток більш 2-3 мкм) у різних галузях промисловості. Не рекомендується застосовувати скрубєри для вловлювання пилу (часток), здатного цементуватися або кристалізуватися в процесі водного промивання.

Скрубєр працює за принципом дроблення рідини в контактному вузлі запиленим газовим потоком, що приводиться в рух вентилятором. Уловлений пил осаджується в бункері й у вигляді шламу виводиться аероліфтом у контейнер; тверда фракція осаджується в контейнері, а прояснена рідина по гумовому трубопроводу вертається в скрубєр. Підтримка заданого рівня рідини в скрубєрі здійснюється водоживильним обладнанням в автоматичному режимі.

Матеріальне виконання скрубєра – вуглецева сталь. Вид кліматичного виконання скрубєру – УХЛ4 за ДСТУ 15150-69. Скрубєри призначені для установки в приміщеннях категорії Д по СНіП 2.09.02-85.

Умовна позначка:

С – скрубєр; Ц – відцентровий; В – вертикальний; П – порожній; перша цифра – продуктивність по газу (тис. м³/ч); цифри після тире – максимальна температура газу, що очищається (°С).

Завдання до лабораторної роботи № 2

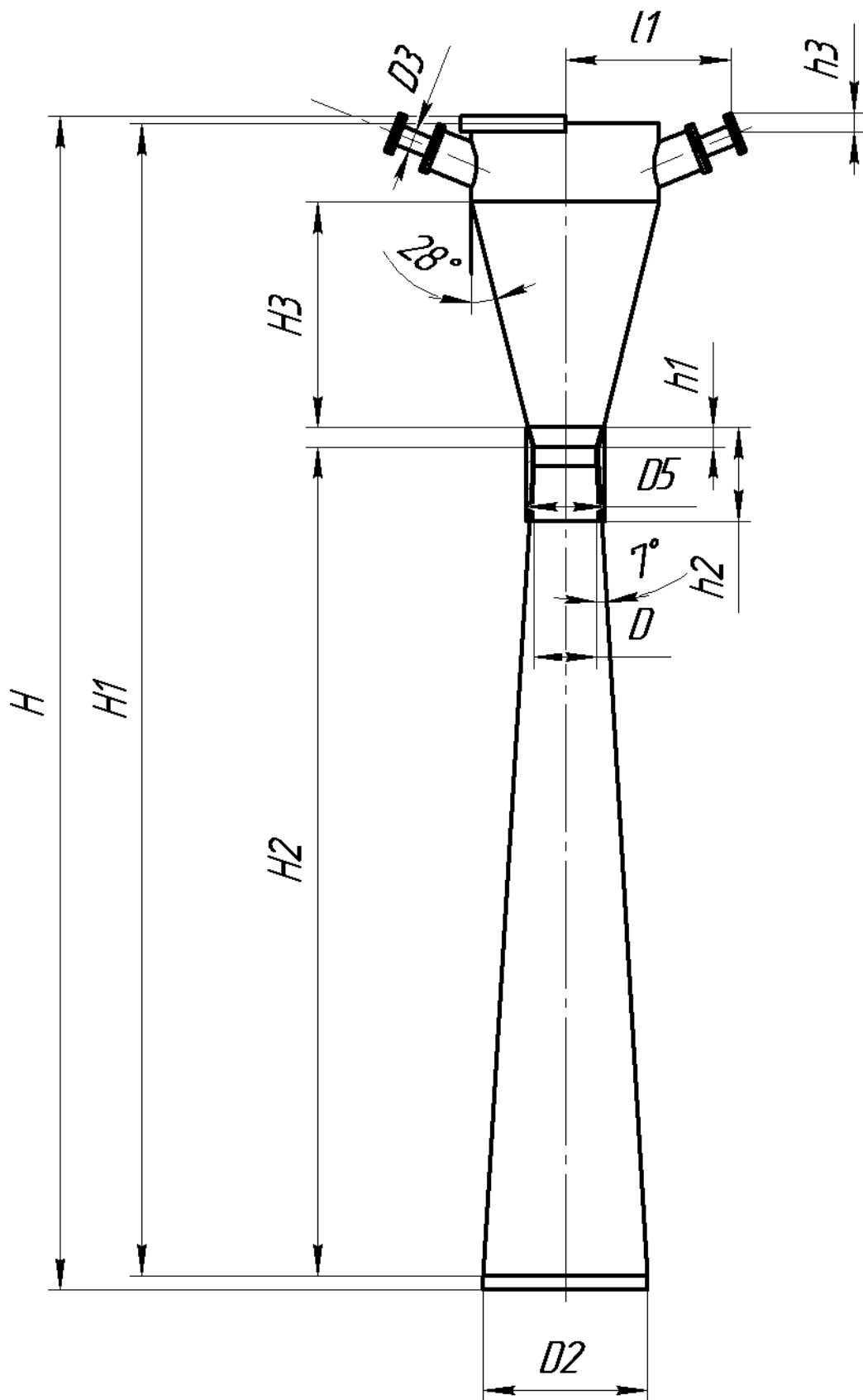


Рисунок 3.3 - Труба Вентурі типу ГВП

Таблиця 3.4- Основні габаритні й приєднувальні розміри ГВПВ

Типорозмір труби	Габаритні розміри, мм															
	L	B	H	H ₁	H ₂	H ₃	l	l ₁	h ₁	h ₂	h ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
ГВПВ – 0,006	605	365	1840	1710	1000	360	152	392	60	300	-	273	219	21,3x2,8	108x5	135
ГВПВ – 0,006 - 01	618	365	1840	1710	1000	360	152	392	60	300	-	273	219	42,3x3,2	108x5	135
ГВПВ – 0,010	711	470	2615	2360	1510	490	162	440	60	305	10	377	325	33,5x3,2	108x5	165
ГВПВ – 0,010 - 01	767	470	2615	2800	1510	490	162	440	60	305	10	377	325	60x3,5	108x5	165
ГВПВ – 0,014	740	505	2910	2800	1912	530	146	450	60	300	-	400	377	33,5x3,2	108x5	185
ГВПВ – 0,014-01	766	505	2910	3000	1912	530	146	450	60	300	-	400	377	60x3,5	108x5	185
ГВПВ – 0,019	816	572	3140	3000	2000	635	150	490	55	305	-	480	400	42,3x3,2	108x5	205
ГВПВ – 0,019-01	840	572	3140	3650	2000	635	150	490	55	305	-	480	400	60x3,5	108x5	205
ГВПВ – 0,025	942	622	3800	3650	2385	842	157	560	60	325	53	600	480	42,3x3,5	108x5	230
ГВПВ – 0,025-01	1037	622	3970	3870	2385	842	221	615	60	325	-	600	480	75,5x4	159x4,5	230

L - відстань між патрубками підводу води; B – діаметр верхньої частини конфузору; H – висота труби; H₁ – висота труби без верхнього і нижнього фланця; H₂ – висота дифузору труби; H₃ – висота конфузору труби; l - довжина патрубка підводу рідини; l₁ – відстань від осі труби до патрубка підводу рідини; h₂ – повна висота горловини; h₃ – висота фланця патрубка підводу рідини; D₁ - діаметр конфузору; D₂ - діаметр нижньої частини дифузору; D₃ – діаметр патрубка підводу рідини; D₄ – діаметр штуцера підводу рідини; D₅ – діаметр горловини

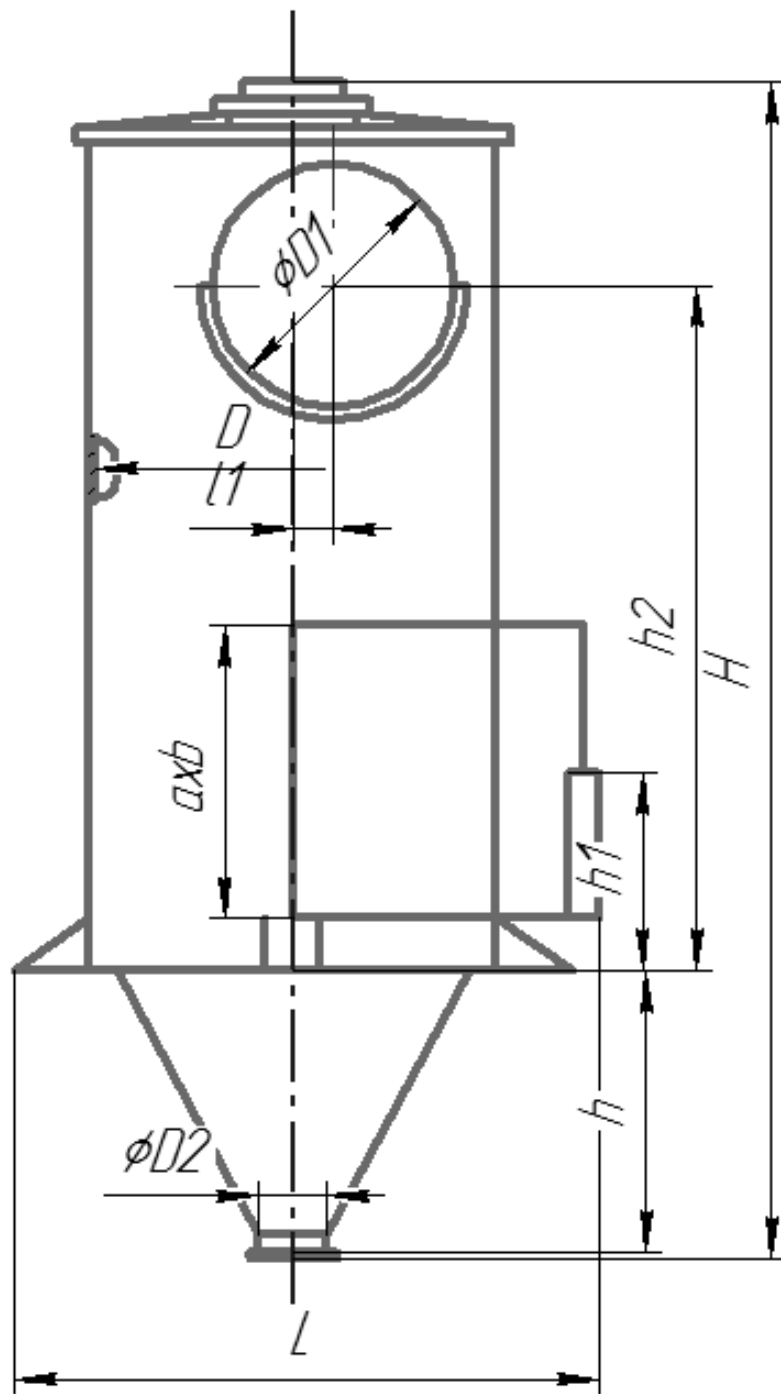


Рисунок 3.4 - Краплевлювач типу КЦТ

Таблиця 3.5 - Основні габаритні й приєднувальні розміри КЦТ

Типорозмір краплевллювача	Габаритні розміри, мм													
	D ₁	D ₂	D ₃	d	axb	L	l	l ₁	B	b	H	h	h ₁	h ₂
КЦТ-400	219	48	550	14	280x90	670	300	50	670	300	1340	300	270	730
КЦТ-500	325	76	650	14	360x120	770	350	35	770	350	1732	378	310	910
КЦТ-600	377	108	750	14	440x145	870	400	52	870	400	2000	454	350	1060
КЦТ-700	426	133	850	14	500x165	970	450	67	970	450	2220	520	380	1205
КЦТ-800	480	159	950	14	580x190	1070	500	80	1070	500	2462	534	470	1420
КЦТ-900	530	219	1050	14	650x215	1180	560	95	1180	560	2754	578	505	1595
КЦТ-1000	608	219	1150	14	730x240	1270	600	100	1270	600	3004	655	545	1725
КЦТ-1200	720	219	1350	14	875x290	1480	710	110	1480	710	3557	740	660	2110
КЦТ-1400	910	273	1550	24	1000x330	1670	800	120	1670	800	4107	914	720	2370
КЦТ-1600	1010	273	1750	24	1120x380	1870	900	140	1870	900	4607	1088	780	2680

D₁ - діаметр вихідного патрубку; D₂ – діаметр вихідного патрубку бункеру; D₃ – діаметр кришки циклону; d – діаметр отвору на кришці циклону; axb - площа вхідного патрубку; L – довжина кришки циклону з фланцем; l – відстань між центром циклону до фланця кришки; l₁ – відстань між віссю циклону та вихідним патрубком; B – ширина кришки циклону; b – відстань між віссю циклону до початку вхідного патрубку; H – висота циклону; h – висота бункеру циклону; h₁ - висота циліндричної частини циклону від осі вхідного патрубку до початку бункеру; h₂ – висота циліндричної частини циклону від центру вихідного патрубку до початку бункеру.

3.3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 «ПРОЕКТУВАННЯ РУКАВНИХ ФІЛЬТРІВ»

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості різних типів рукавних фільтрів.

Короткі теоретичні відомості:

Рукавні фільтри призначені для очистки технологічних газів і аспіраційного повітря зі ступенем очистки 99 % і вище. Застосовуються на підприємствах промисловості будівельних матеріалів, чорної й кольорової металургії, хімічної, нафтової, текстильної й харчової промисловості.

Рукавні фільтри являють собою апарати з корпусами прямокутної або циліндричної форми. У середині корпусів установлені фільтруючі рукава. Запилене середовище пропускається крізь фільтруючу поверхню рукавів. Залежно від конструкції фільтра середовище може переміщатися зсередини рукава назовні або навпаки. Після того як на поверхні рукавів нагромадиться шар пилу, гідравлічний опір якого становить гранично припустиму величину, роблять регенерацію рукавів. Для регенерації використовують зворотну, імпульсну, струминну й ежекційну продувку стисненим повітрям, механічне струшування, яке може застосовуватися в комбінації зі зворотною продувкою.

Крім способу регенерації рукавні фільтри різняться площею поверхні фільтрування, припустимою величиною робочого тиску (розрідження), формою, розмірами, конструктивними особливостями рукавів і т.д.

Ступінь очистки газу в рукавному фільтрі залежить від дисперсності й фізико-хімічних властивостей пилу, що вловлюється, типу фільтрувального матеріалу, способу регенерації, величини питомого газового навантаження, гідравлічного опору й ін.

Пропускна здатність рукавного фільтра залежить від площі поверхні фільтрування й питомого газового навантаження.

Рукавний фільтр типу ФРІР.

Фільтри рукавні з імпульсною регенерацією (ФРІР) призначені для очистки технологічних газів і аспіраційних викидів від мілкодисперсного пилю. Область застосування фільтрів – кожна з галузей промисловості, технологія якої припускає створення запилених газів або повітря.

Фільтр складається з корпусу й механічного встаткування. Корпус є несучою конструкцією. Він розділений на камери чистого й забрудненого газу горизонтальними перегородками – рукавними дошками з отворами для кріплення фільтрувальних рукавів. Фільтрувальні рукава розміщуються в камері забрудненого газу. Їхнє кріплення однобічне, з боку камери чистого газу.

Верхня частина камери чистого газу обладнана знімними кришками, що забезпечують доступ до рукавів при проведенні технічного обслуговування. Камера брудного газу являє собою єдину секцію без перегородок.

Камера чистого газу розділена на секції вертикальними перегородками по числу відсічних клапанів (у випадку оснащення фільтра відсічними клапанами). Вихід чистого газу – загальний. Нижню частину корпусу фільтра становлять пірамідальні або щілинні бункери, що закінчуються фланцями для установки шлюзових живильників або гвинтових конвеєрів. За бажанням замовника можлива установка системи пневмотранспорту.

До складу механічного встаткування фільтра входять: система регенерації рукавів (накопичувачі стисненого повітря, продувні клапани й роздавальні колектори), рукавні дошки, фільтрувальні рукава, дротові каркаси, відсічні клапани, вузол редукування стисненого повітря, обладнання пиловидалення й шафа керування регенерацією фільтру.

Фільтри ФРІР продуктивністю до 30000 м³/год, оснащені системою регенерації із продувними клапанами Ду 50 мм, середньої й великої продуктивності (більш 30000 м³/ч), клапанами Ду 70 мм. Регенерація рукавів проводиться автоматично по досягненню заданої величини гідравлічного опору фільтру. Можлива регенерація в циклічному режимі – через задані проміжки часу. При уста-

новці відсічних клапанів на чистій стороні фільтру, у системі автоматичного керування передбачаються режими регенерації рукавів з відсіченням або без відсічення потоку чистого газу.

У якості фільтрувальної тканини, може бути використане полотно з різними фізичними властивостями вітчизняних і закордонних виробників. Його вибір обумовлений характеристиками пилегазового потоку, і в першу чергу температурним режимом процесу фільтрації. Необхідний тиск стисненого повітря для роботи системи регенерації в установці – 0,4 - 0,5 МПа.

Завдання до лабораторної роботи № 4

Таблиця 3.6 - Індивідуальні завдання до лабораторної роботи № 4

Варіант	Тип рукавного фільтра
1	ФРІР -18
2	ФРІР - 36
3	ФРІР -72
4	ФРІР -108
5	ФРІР - 54
6	ФРІР - 70
7	ФРІР - 100
8	ФРІР -160
9	ФРІР - 250
10	ФРІР -1000

Основні габаритні й приєднувальні розміри підбирають для вищенаведених типів фільтрів з каталогу.

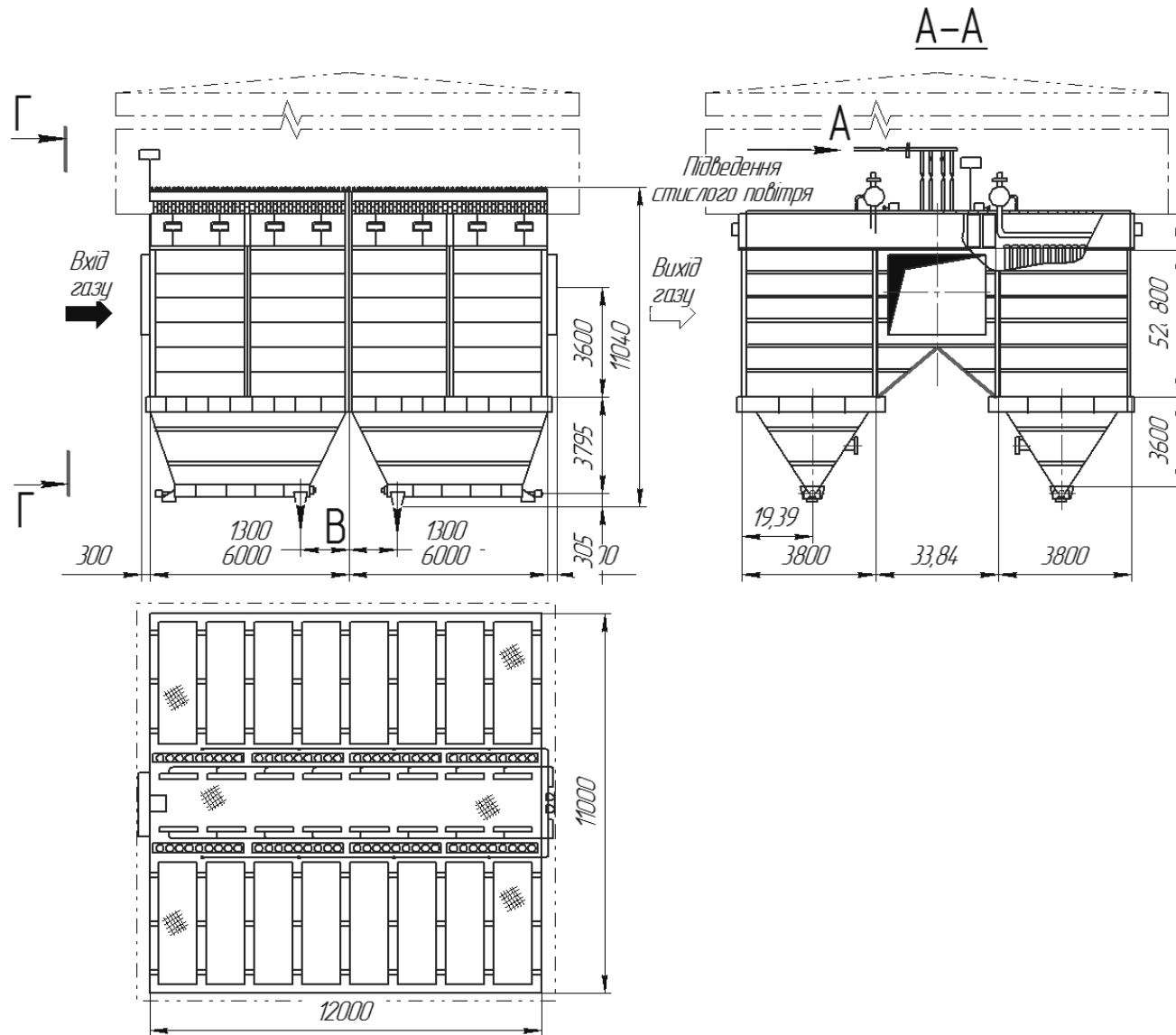


Рисунок 3.5 - Приклад виконання лабораторної роботи № 4, ФРІР -3800

3.4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 «ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЛЬТРІВ»

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості різних типів електрофільтрів.

Короткі теоретичні відомості:

Електрофільтри призначені для високоефективної очистки технологічних газів і аспіраційного повітря від твердих і туманоподібних забруднень (пилів і туманів), що виділяються при технологічних процесах (сушінні, агломерації, спалюванні палива і т.д.).

Електрофільтри – апарати з корпусами прямокутної або циліндричної форми. У середині корпусів змонтовані електроди, що осаджують і що коронують різної конструкції (залежно від призначення, області застосування апарата й специфіки продукту, що вловлюється), а також механізми струшування електродів або системи їх промивання, ізоляторні вузли, газорозподільні обладнання й т.п. Електроди, що коронують, підключені до високовольтного джерела живлення струмом.

Джерелом живлення служить агрегат спеціального типу, до складу якого входить збільшувальна-випрямна установка й система регулювання, що дозволяє підтримувати робочу напругу оптимального режиму.

При пропущенні забрудненого газу через електрофільтр частки пилу або туману заряджаються й під дією електричного поля осаджуються на електродах. Після нагромадження певного шару осаду вловлений пил видаляється механічно через бункер.

Рівномірний газорозподіл по перетину електрофільтра досягається за допомогою установки ґрат і обладнань, що направляють газ.

Електрофільтри виготовляють у різних кліматичних виконаннях.

У районах з помірним кліматом електрофільтри звичайно розміщують на відкритому повітрі або під навісом.

Підведення струму до електрофільтрів здійснюється спеціальним кабелем від перетворювальних агрегатів електрофільтрів, установлених в окремому приміщенні, або шиною при установці агрегатів на кришці електрофільтрів.

Ефективність очистки газів електрофільтрами залежить від ряду факторів: фізико-хімічних параметрів пилегазового потоку, швидкості й часу перебування газу в електрофільтрі, конструкції електродної системи, електричного режиму роботи електрофільтру, режиму струшування електродів і ін.

Продуктивність електрофільтру по газу, що очищається, залежить від величини його активного перетину й швидкості газу в цьому перетині.

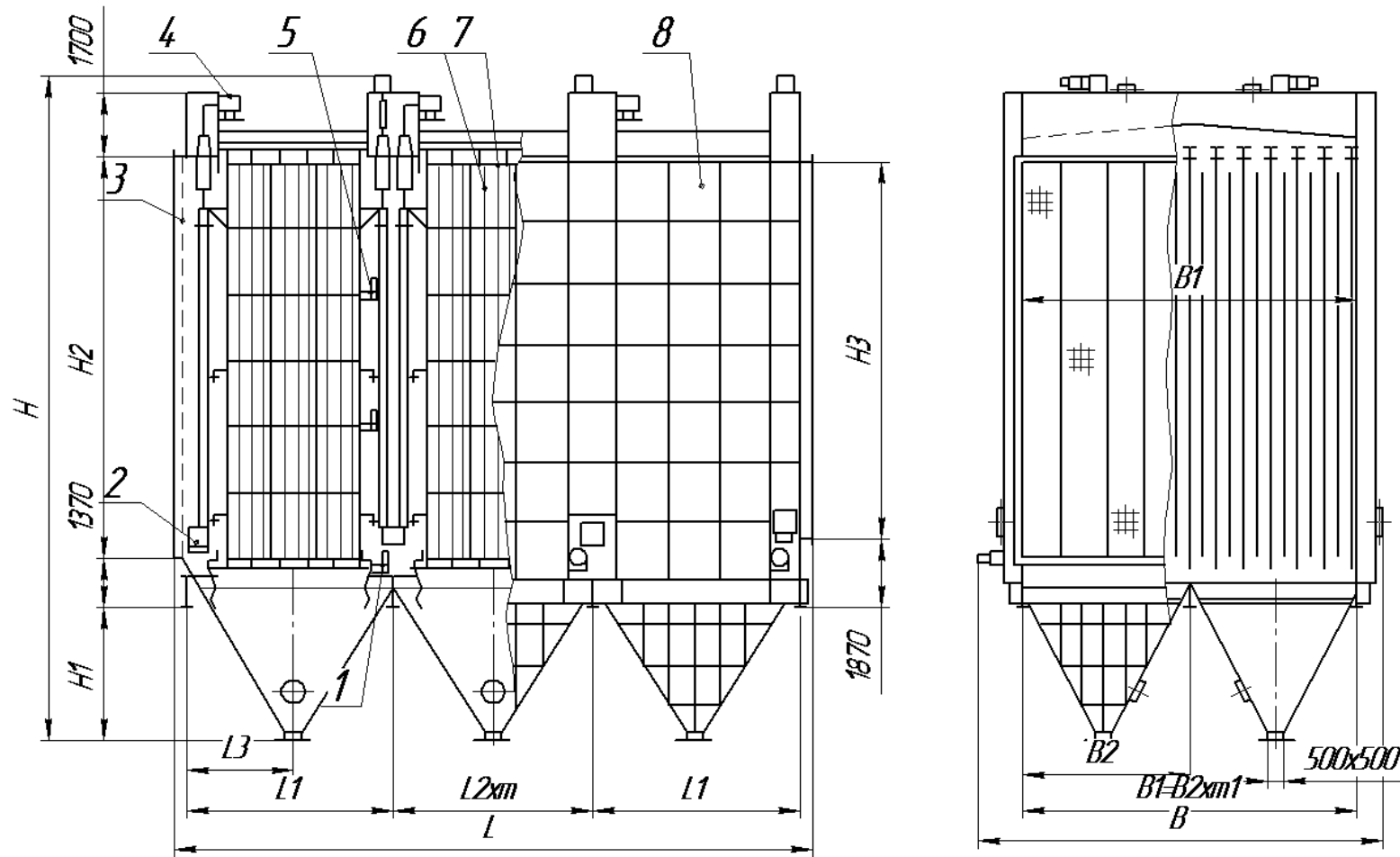
Електрофільтр типу ЕГА. Призначені для очистки від пилу неагресивних невибухонебезпечних технологічних газів і аспіраційного повітря температурою до 330 °С, розрядженням до 15 кПа.

Електрофільтри – одно - або двосекційні апарати прямокутної форми; складаються із двох, трьох і чотирьох електричних полів, установлених послідовно по ходу газу. Корпуса апаратів – сталеві.

Активна зона електрофільтрів складається з електродів, що осаджують (плоских полотен спеціального профілю, набраних із пластинчастих елементів) і електродів, що коронують (трубчастих рам, у яких натягнуті стрічково-голчасті або зубчаті-стрічково-зубчасті елементи). Відстань між сусідніми електродами, що осаджують (300 мм) є шириною одиничного газового проходу.

Видалення вловленого пилу з електродів – механічне, періодичним струшуванням їх ударами молотків.

Завдання до лабораторної роботи № 4



1 – механізм струшування електродів; 2 – люк; 3 – газорозподільні ґрати; 4-захисна коробка для підведення струму; 5 – механізм струшування електрода, що коронує; 6 – електрод, що коронує; 7 – електрод, що осаджує; 8 – корпус

Рисунок 3.6 - Електрофільтр типу ЕГА, односекційний

Таблиця 3.7- Основні габаритні й приєднувальні розміри ЕГА

Типорозмір електрофільтра	Габаритні розміри, мм												
	L	L ₁	L ₂	L ₃	B	B ₁	B ₂	H	H ₁	H ₂	H ₃	m	m ₁
ЕГА1-10-4-4-2	9260	4330	-	2240	4840	3200	3200	10410	2630	4000	3500	-	1
ЕГА 1-10-6-4-2	9260	4330	-	2240	4890	3200	3200	12410	2630	6000	5500	-	1
ЕГА 1-14-7,5-4-3	13440	4330	4180	2240	6150	4400	4400	13910	2630	7500	7000	1	1
ЕГА 1-20-7,5-4-3	13440	4330	4180	2240	7950	6200	6200	15410	4130	7500	7000	1	1
ЕГА 1-20-9-6-2	11820	5610	-	2880	7950	6200	6200	16910	4130	9000	8500	-	1
ЕГА 1-30-7,5-4-3	13440	4330	4180	2240	10830	9200	4600	14910	3630	7500	7000	1	2
ЕГА 1-30-9-6-2	11820	5610	-	2880	10830	9200	4600	16410	3630	900	8500	-	2
ЕГА 1-30-12-6-3	17280	5610	5460	2880	10830	9200	4600	19410	3630	2000	1500	1	2
ЕГА 1-40-7,5-4-3	13440	4330	4180	2240	13990	2200	6100	15410	4130	7500	7000	1	2
ЕГА 1-40-12-6-3	17280	5610	5460	2880	13990	2200	6100	19910	4130	2000	1500	1	2

L - довжина електрофільтру; L₁ – відстань бункеру від корпусу електрофільтру; L₂ - довжина бункеру електрофільтру; B – ширина бункерів електрофільтру з люком для обслуговування ; H – повна висота електрофільтру; H₁ – висота бункеру; H₂ – висота корпусу електрофільтру без бункеру; H₃ - – висота корпусу електрофільтру до люку для обслуговування; m – кількість бункерів в ряду; m₁ – кількість рядів бункерів.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які показники використовуються для оцінки викидів від окремого джерела?
2. Які часові режими роботи джерел викидів Ви знаєте?
3. Як впливає часовий режим роботи джерела викидів на їхні характеристики?
4. Переваги об'єднання конвертерів у групи при проектуванні газоочистки.
5. Назвіть основні елементи метеорологічної ситуації.
6. Що таке температурна стратифікація атмосфери?
7. Що таке температурні інверсії, їх характер?
8. По яких показниках виконують нормування викидів в атмосферу?
9. Які характеристики визначаються при інвентаризації викидів?
10. Назвіть умови інвентаризації.
11. Що є основним нормативом при нормуванні викидів в атмосферу?
12. Ким підписується технічне завдання на проектування?
13. Назвіть основні додатки до технічного завдання.
14. Припустима температура газів, що очищають, для рукавних фільтрів.
15. Припустима температура газів, що очищають, для електрофільтрів.
16. Яке устаткування встановлюють на запиленому повітрі для утилізації тепла?
17. Яке устаткування встановлюють на очищених газах для утилізації тепла?
18. Фактори, що впливають на роботу ТДМ.
19. Для чого роблять установку двох ТДМ послідовно (на початку й наприкінці тракту)?
20. Які функції сполучає скруббер повного випару?
21. Які функції сполучає циклон?
22. Способи кондиціонування газів.
23. Які апарати використовують для зволоження газів?

- 24.Режимна інтенсифікація для циклонів.
- 25.Режимна інтенсифікація для скрубера Вентурі.
- 26.Конструктивно-технологічна інтенсифікація для рукавних фільтрів.
- 27.Спеціальні способи інтенсифікації.
- 28.Компонування газоочисних споруджень по технологічних ознаках.
- 29.Компонування газоочисних споруджень по будівельних ознаках.
- 30.Оцінка якості компонування газоочисних споруджень.
- 31.Що таке коефіцієнт об'ємної компактності?
- 32.Що таке коефіцієнт проєкційної компактності?
- 33.Відмінності горизонтального та вертикального компонування устаткування.
- 34.Що визначає висотно-масовий коефіцієнт компактності?
- 35.Співвідношення площі устаткування до площі забудови.
- 36.Основні елементи аеродинамічного розрахунку газовідвідного тракту.
- 37.Від чого залежать втрати тиску по довжині газовідвідного тракту?
- 38.В чому полягає метод аксонометричного проектування?
- 39.Особливості побудови аксонометричних схем газоочищень металургійних виробництв.
- 40.Основні принципи проектування у програмі КОМПАС.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алиев, Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов [Текст]: справочник / Г. М.-А. Алиев - М.: Metallurgy, 1986. – 544 с.: 307 ил. – 11070 экз.
2. Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки на металлургическом производстве [Текст]: учебник для вузов / С.Б. Старк – М.: Metallurgy, 1990. – 400 с.: 201 ил. -6000 экз.
3. Технический каталог оборудования и услуг [Текст]: каталог : разработчик и изготовитель ООО НПП «Днепроэнергосталь». – Запорожье, 2005. – 52 с. -300 экз.
4. КОМПАС-3D V.5.11–8.0. Практикум для начинающих [Текст] / А. А. Богуславский, Т. М. Третьяк, А. А. Фарафонов; под ред. А. А. Богуславский. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 272 с.: ил.– (Серия «Электронный курс. Профильное обучение»).
5. КОМПАС-3D V6. Практическое руководство [Текст] / К. С. Михалкин, С. К. Хабаров – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004. – 288 с.: ил.
6. Каталог пылегазоочистного оборудования [Текст]: каталог: разработчик и изготовитель НИИОгаза. - М, 1990 .- 238 с. – 7300 экз.
7. Газоочистное оборудование. Электрофильтры [Текст]: каталог: разработчик ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. - М.: 1990. - 16 с. – 1000 экз.
8. Газоочистные и пылеулавливающие установки [Текст]: каталог: разработчик ЦНИИ "Электроника". - М: ЦНИИ "Электроника",1990. - 48 с. – 4000 экз.
9. Белевицкий А.М. Проектирование газоочистительных сооружений [Текст] / А. М. Белевицкий - Л.: Химия,1990. - 287 с. – 4000 экз.
10. Проектирование аппаратов пылегазоочистки [Текст] / М.Г. Зингашин, А.А. Колесник, В.Н Посохин – М.: Metallurgy, 1998. - 505 с.: ил.

11. **ГОСТ 2.317-69.** Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции [Текст].- Введ. 1970-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 13 с.
12. **ГОСТ 2.109-73 (2001) ЕСКД.** Основные требования к чертежам [Текст].- Введ. 2002-06-05. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 10 с.