

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Технології очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв

|                                |                       |       |
|--------------------------------|-----------------------|-------|
| Завідувач кафедри              | <u>Пляцук Л.Д.</u>    | _____ |
| Керівник роботи                | <u>Гурець Л.Л.</u>    | _____ |
| Консультант<br>з охорони праці | <u>Васькін Р.А.</u>   | _____ |
| Виконавець                     | <u>Мироненко В.В.</u> |       |
| студент групи                  | Тс81-9                | _____ |

Суми 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра екології та природозахисних технологій  
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Мироненку Владиславу Володимировичу Група Тс 81-9  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технології очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв
2. Вихідні дані: Статистичні дані Державної служби статистики України, законодавчі акти щодо регулювання питань охорони праці, наукові статті та інші літературні джерела.
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
  1. Основні законодавчі акти в галузі.
  2. Механізми очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв
  3. Характеристики газоочисного обладнання ПАО «Насосенергомаш»
4. Етапи виконання випускної роботи:

| № | Етапи і розділи проектування | ТИЖНІ |     |     |     |   |   |
|---|------------------------------|-------|-----|-----|-----|---|---|
|   |                              | 1     | 2,3 | 4,5 | 6,7 | 8 | 9 |
| 1 | Огляд літератури             | +     |     |     |     |   |   |
| 2 | Розділ 1                     |       | +   |     |     |   |   |
| 3 | Розділ 2                     |       |     | +   |     |   |   |
| 4 | Розділ 3                     |       |     |     | +   |   |   |
| 5 | Розділ 4                     |       |     |     |     | + |   |
| 6 | Оформлення, захист           |       |     |     |     |   | + |

5. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2022 р.

Керівник Гурець Л.Л.

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д.

## РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 42 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 50 сторінки, у тому числі 9 рисунків, список використаних джерел становить 5 сторінки.

*Мета роботи* – зниження техногенного впливу газопилових викидів на навколишнє середовище, та застосування комплексної очистки відхідних газів ливарного виробництва. Об'єктом дослідження є відхідні гази ливарного виробництва, а предметом – методи та засоби очищення газів в ливарних цехах.

*Об'єкт дослідження* – технології очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв.

*Предмет дослідження* – особливості технології очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв.

*Методи дослідження* – Для вирішення поставлених завдань були використані такі методи дослідження: наукове дослідження та узагальнення даних з літературних джерел – аналіз впливу забруднення повітря на здоров'я людини та рослин, визначення пріоритетних джерел забруднення повітря в промислових містах, аналіз існуючих методів розрахунку, концентрації забруднення та програмне забезпечення, їх реалізація; синтез – шляхом створення узагальненого алгоритму та компіляції методів на основі прогнозування загроз здоров'ю населення, пов'язаних із забрудненням повітря, на основі передових математичних моделей поширення в ньому забруднення; математичне моделювання та прогнозування – при аналізі дисперсії забруднюючих речовин атмосферного повітря від промислових викидів та розрахунку усереднених приземних концентраційю.



## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** У структурі машинобудівних підприємств найчастіше ливарні підприємства є найбільш забрудненими для навколишнього середовища. Крім того, виробництво литої заготовки є однією з найбільш енергоємних галузей. Використовувані плавильне обладнання та технології формування призводять до значних витрат на електроенергію, стиснене повітря, а також воду. Важливою основою раціонального технологічного використання всіх енергоресурсів є використання методів, пов'язаних з енергетикою та енергетичним аналізом. Обмежені джерела викопної енергії роблять політику енергозбереження одним з основних рушій технічного прогресу.

За критеріями моделі сталого, екологічно безпечного розвитку промисловості ливарні підприємства та підприємства потребують системи обліку та оптимізації використання ресурсів, яка б базувалася на вдосконаленні технологічних і технічних рішень. Завдяки системному підходу підприємства мають можливість не тільки враховувати ресурси та їх втрати, а й визначати вплив енергозберігаючих заходів на санітарно-екологічну складову технологічного процесу лиття. Таким чином, питання енергозбереження нерозривно пов'язані з безвідходним та екологічно чистим виробництвом, до того ж забруднення є ознакою поганого стану здоров'я та безпеки праці. Якщо забруднення розглядати як витрати, промислові компанії можуть мати стимул інвестувати у зниження витрат за рахунок підвищення ефективності виробництва (за рахунок зменшення забруднення, відходів тощо) та покращення здоров'я та безпеки.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

5

Основним ефектом економічного регулювання охорони навколишнього природного середовища є створення такого шляху розвитку економіки, коли збільшення виробництва поєднується зі зменшенням його ресурсо- та енерговитрат. В результаті покращуються умови праці, зменшується загальне навантаження на навколишнє середовище та розмір збитків на одиницю продукції.

Забруднення повітря промисловими викидами є важливим фактором, що впливає на здоров'я населення та навколишнє середовище. Саме з атмосферного повітря шкідливі речовини потрапляють в організм людини через органи дихання, а також у водойми та ґрунти, а потім мігрують у системі атмосфера-гідросфера-літосфера-біосфера. Робота присвячена оцінці ризиків для здоров'я населення в окремих сферах, викликаних антропогенними факторами, проведена вітчизняними науковцями (О. В. Бердник, А. М. Сердюк, 2003; І. О. Черніченко, 2005; К. П. Манолог, 2007; О. І. Турос, 2008; С. І. Мохначов, 2009; А. А. Петросян, 2010), і науковцями з інших країн (А. В. Киселев, С. М. Новиков, 1998; Г. Г. Онищенко, 2002; F. Lagarde, 1999; Б. А. Ревич, С. Л. Авалиани, 2004). Вони також підтримуються міжнародними організаціями (USEPA, 1998; WHO 2002, 2008)

**Мета дослідження:** вивчити технології очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв.

**Завдання:**

- провести аналіз впливу пилогазових викидів на довкілля;
- здійснити аналіз технологій пилогазоочищення;
- надати пропозиції по вдосконаленню систем

пилогазоочищення на прикладі ПАО «Насосенергомаш».

**Об'єкт дослідження:** технології очищення відхідних газів пилу ливарних виробництв.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |  |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     |  | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |  |                    | 6   |

**Предмет дослідження:** особливості технологій очищення відхідних газів пилю ливарних виробництв.

**Методи досліджень.** Для вирішення поставлених завдань були використані такі методи дослідження: наукове дослідження та узагальнення даних з літературних джерел – аналіз впливу забруднення повітря на здоров'я людини та рослин, визначення пріоритетних джерел забруднення повітря в промислових містах, аналіз існуючих методів розрахунку концентрації забруднення та програмне забезпечення, їх реалізація; синтез – шляхом створення узагальненого алгоритму та компіляції методів на основі прогнозування загроз здоров'ю населення, пов'язаних із забрудненням повітря, на основі передових математичних моделей поширення в ньому забруднення; математичне моделювання та прогнозування – при аналізі дисперсії забруднюючих речовин атмосферного повітря від промислових викидів та розрахунку усереднених приземних концентрацій; Статистичний аналіз.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані наукові результати послужили методологічною основою для розробки програмного забезпечення та математичної інформаційно-аналітичної системи, що дозволяє прогнозувати та керувати загрозами здоров'ю населення, пов'язаними із забрудненням атмосферного повітря, на основі раціонального нормування промислових викидів шляхом моделювання процесів забруднення атмосфери.

**Структура роботи.** Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку літератури. Загальний обсяг роботи – 51 сторінка.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

7

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПИЛОГАЗОВИХ ВИКИДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Україна по праву є однією з промислово розвинених країн світу. Це була найважливіша паливно-металургійна база Радянського Союзу. Тут було видобуто багато вугілля, близько половини запасів залізної руди, зосереджено більше третини виробництва готових чорних металів у всьому ЄС. Україна є найбільшою територією машинобудування, хімічної та нафтохімічної промисловості. Водночас Україна є однією з країн, які частково забезпечені традиційними джерелами первинної енергії, а тому змушені їх імпортувати. Енергетична залежність України від поставок викопного палива, включаючи звичайну атомну енергію, у 2000–2004 рр. становила 60,7%, у ЄС – 51%.

Енергетична залежність таких розвинених європейських країн, як Німеччина – 61,4%, Франція – 50%, Австрія – 64,7%, схожа або близька до України. Багато країн світу мають значно нижчі показники забезпечення власними первинними енергетичними ресурсами, зокрема Японія споживає близько 7%, Італія – близько 18% [2]. Цей фактор відображає вплив технічного (технологічного) стану та рівня обладнання та пристроїв на витрату енергетичних ресурсів при виробництві продукції (послуг), а структурний — вплив структурних змін. Фактор енергозбереження є одним із визначальних чинників енергетичної стратегії України. Загалом мова йде про проблеми ефективності, власне, паливно-енергетичного комплексу нашої країни та можливості останнього забезпечувати кошти для ефективного функціонування національної економіки.

Так, технічний фактор відображає вплив технічного (технологічного) стану та рівня обладнання та пристроїв на енергоємність виробництва продукції (послуг), а структурний – вплив структурних змін у галузевих чи міжгалузевих сферах. галузева діяльність щодо споживання палива та енергії.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.Недубл.  |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.Неподл.  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

8



Нині основним чинником зниження енергоємності продукції (послуг) у всіх галузях економіки є створення ефективної системи державного управління у сфері енергозбереження. Це дозволить, насамперед, покращити структуру кінцевого енергоспоживання, зокрема шляхом подальшого розширення та поглиблення електрифікації в усіх галузях економіки, заміщення дефіцитних видів палива при підвищенні продуктивності.

Технічна (технологічна) складова потенціалу енергозбереження враховує підвищення ефективності виробництва (добування), перетворення, транспортування та споживання енергоресурсів, а отже зниження енергоємності виробництва та послуг за рахунок впровадження нової енергії. Структурний фактор потенціалу енергозбереження включає такі елементи, як: – зміна макроекономічних пропорцій в економіці з метою зниження рівня енергоспоживання; – зменшення частки енергоємних виробництв і виробництв і транспорту шляхом форсування розвитку енергоємних виробництв і виробництв, що характеризуються низьким енергоємністю, матеріаломісткістю та високою собівартістю виробництва.

У свою чергу, структурно-технічні (технологічні) фактори залежать від міжгалузевих і міжгалузевих змін в економіці держави. Загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічних (технологічних) і структурних факторів в економіці України у 2030 році за базовим сценарієм економічного розвитку та його сферах становитиме 318,36 млн. тонн умов. палива, у тому числі: – промислово-технічний (технологічний) коефіцієнт – 175,93 млн. т умов. паливо; – міжгалузевий технічний (технологічний) коефіцієнт – 22,13 млн т умов. паливо; – галузевий структурний фактор – 61,65 млн т умов. паливо; – міжгалузевий структурний фактор – 58,65 млн т умов. паливо. За рахунок реалізації потенціалу енергозбереження енергоспоживання ВВП у 2030 році становитиме 0,24 кг. палива/грн., що в 2,1 раза менше від поточного рівня.

На думку багатьох вчених, одним із екологічних факторів, що істотно впливає на якість довкілля та здоров'я населення, є стан повітря [1-3].

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

9

Слід зазначити, що більшість забруднюючих речовин (53,3%) потрапляє в організм при вдиханні через дихальні шляхи. Щодня в легені надходить понад 10 тис. дм3 (л) повітря, а в шлунок – 1,5 дм3 рідини, тому організм людини більш чутливий до токсичних речовин, які потрапляють до нього через легені, тобто через повітря, що вдихається. З іншого боку, різні забруднювачі, які потрапляють у ґрунт з опадами, а потім природними ланцюгами потрапляють в організм людини, також можуть негативно впливати на здоров'я населення, підвищуючи ризик різних захворювань [4].

Встановлено, що у населення, яке проживає в умовах дуже високого забруднення повітря, частіше розвивається туберкульоз (45%), захворювання ендокринної системи (36%), нервової системи (29%), серцево-судинної системи (37%), органів дихання. (12%), травної системи (65%), сечостатевої системи (25%), кістково-м'язової системи (60%). За таких умов викликає занепокоєння високий рівень гіпертонічної хвороби (67%), ішемічної хвороби серця (56%), стенокардії (75%), хронічного бронхіту (47%) тощо [5]. Автори [6-8] встановили, що перебування вагітних жінок у зонах із забрудненим повітрям збільшує відносний ризик отруєння вагітності вдвічі, в 1,5 рази – вроджених вад, у 1,65 рази – мимовільного переривання вагітності, патології вагітності та пологів загалом – у 3 рази. .

Ці дослідження також показують, що наявність концентрацій забруднюючих речовин, що перевищують гранично допустимі рівні, викликає низку додаткових випадків захворювання. Наприклад, збільшення концентрації сірководню в повітрі на 0,005 мг/м3 може призвести до додаткового 11,1 випадків гострого респіраторного захворювання на 1000 дітей; хронічний тонзиліт – 3,3; захворювання нервової системи та органів чуття – 8,7; і збільшення загальної захворюваності дітей до 60,6 випадків на 1000 дітей [9]. Підвищення концентрації формальдегіду подвоює частоту загострень хронічного тонзиліту у дітей і подовжує термін лікування в кожному випадку на 5,5 доби.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |             |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат | ТС 19510093 | Арк |
|     |     |          |       |     |             | 10  |

Ми не випадково приділили увагу здоров'ю дітей, адже саме вони найбільш чутливі до змін навколишнього середовища, які реагують на якість їжі, питну воду та забруднення повітря [10].

Негативний вплив забруднення повітря на організм людини посилюється умовами праці [11]. Більшість технологічних процесів у машинобудуванні, вугіллі та металургії супроводжуються виділенням у повітря з робочої зони великої кількості шкідливих речовин, найпоширенішими з яких є дрібний пил, що містить діоксид кремнію та аерозолі різних металів (марганцю), берилій, хром та ін.) токсично-алергічні речовини – фенол, формальдегід, оксиди вуглецю, акролеїн та ін. Вплив вищезгаданих виробничих шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують ГДК, визначає розвиток професійних захворювань органів дихання, шлунково-кишкового тракту, раку тощо у профзахворювань працівників. [12]. Причому забруднювачі повітря діють на організм людини не ізольовано, а в різних комбінаціях, що може посилити негативний вплив цих забруднювачів [1, 13].

Більшість великих промислових міст мають надзвичайно високий рівень забруднення повітря. Поверхневі концентрації багатьох забруднюючих речовин зазвичай перевищують гранично допустимі рівні. Більше того, оскільки багато забруднюючих речовин піддаються впливу міст одночасно, їх сукупний вплив може посилюватися. Техногенні процеси на підприємствах супроводжуються значними викидами багатьох хімічних елементів і накопиченням неприродних сполук у навколишньому середовищі. Таким чином, забруднення повітря стає реальним фактором негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей у містах з інтенсивним виробництвом [14, 15].

Тому сьогодні забруднення повітря є однією з найсерйозніших екологічних проблем багатьох промислових міст світу. Підвищені концентрації забруднюючих речовин спостерігаються в атмосфері майже кожного промислового міста, тому виникає необхідність вирішення наукової задачі оцінки та моделювання поширення забруднюючих речовин в атмосфері з різних

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |  |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     |  | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |  |                    | 11  |

антропогенних джерел, у тому числі стаціонарних, з метою запобігання або зменшити їх вплив на навколишнє середовище та здоров'я та населення. Встановлено, що 15,3% населення міст України живуть в умовах низького забруднення повітря, 52,8% – значного, 24,3% – сильного та 7,6% – дуже сильного. Слід зазначити, що 68% населення проживає в містах, де вплив загального забруднення повітря є небезпечним для життя людей [16, 17].

При аналізі процесів забруднення міського повітря важливо враховувати природу джерел його забруднення. Таким чином, точкове стаціонарне джерело забруднювача – це джерело, яке зосереджено в певному місці і викидає забруднювачі в атмосферу з відносно невеликого отвору. Стаціонарні точкові джерела – це заводські димоходи, теплоелектростанції, опалювальні котли, технологічні установки, печі та сушарки, аспіраційні системи, дефлектори, витяжки, вентиляційні шахти вугільних і рудних шахт та ін. Стаціонарні джерела виділяють в повітря в основному двоокис сірки, азот. оксидів, твердих частинок (пилу, золи), а також порівняно менше оксиду вуглецю, фенолів, сірчаної кислоти та інших забруднюючих речовин залежно від специфіки промислового виробництва чи складу палива [18].

Іншою особливістю стаціонарних промислових джерел є те, що їх викиди в атмосферу, на відміну від мобільних джерел, зазвичай відбуваються на великій висоті, через необхідність мінімізації приземних концентрацій забруднюючих речовин. Однак це призводить до поширення забруднюючих речовин на великі території залежно від висоти джерел викидів, у тому числі труб. Зони їх впливу, перекриваючи одна одну, створюють зони стійкого забруднення в промислових зонах міст, що досягають висоти приземного шару атмосфери (зазвичай до 150 м). Газоподібні викиди промислових підприємств в результаті взаємодії атмосфери та її компонентів створюють нові сполуки в повітрі і можуть залишатися в повітрі тривалий час. Кількість забруднюючих речовин залежить від часу їх перебування в повітрі та від метеорологічних умов, швидкості та напрямку потоків в атмосфері, опадів та інших процесів.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

12

Переважає більшість міст України надмірно забруднена викидами промислових підприємств та транспортних засобів [21, 23]. Зі збільшенням виробництва викиди забруднюючих речовин поступово збільшуються, відповідно, прогнозується збільшення забруднення повітря від стаціонарних джерел викидів. Викиди також збільшують кількість хімічних речовин, які негативно впливають на здоров'я населення. Найпоширенішими з них є: формальдегід, діоксид азоту, монооксид вуглецю, фенол, фтористий водень, бензо(а) пірен, суспензія (пил), аміак [24].

|             |              |             |            |              |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.Неподл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|             |              |             |            |              |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

13

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПИЛОГАЗООЧИЩЕННЯ

Разом із покращенням загальнооекономічної ситуації та збільшенням обсягів виробництва промислових підприємств збільшується антропогенне навантаження на компоненти навколишнього середовища, що може призвести до погіршення екологічної ситуації в країні. Однією з галузей, що спричиняють забруднення навколишнього середовища, є хімічна промисловість. Особливо гостро питання забезпечення екологічної безпеки стоїть у містах, де розташовані хімічні заводи. Потужною базою для виробництва фосфорних добрив є джерело пилу в атмосфері, що становить серйозну загрозу для навколишнього середовища. Основними компонентами відпрацьованих газів у виробництві фосфорних добрив є фторидний пил і газ. Під час фаз сушіння, сортування, охолодження та транспортування сировини та продукції утворюється значний газ і пил.

Захист довкілля від забруднення включає, з одного боку, спеціальні методи та обладнання для очищення газоподібних і рідких середовищ, переробки відходів і шламу, повторного використання тепла та зменшення теплового забруднення. З іншого боку, для цього розробляються технологічні процеси та обладнання, що відповідають вимогам промислової екології, практично на всіх технічних етапах використовуються екологічно чисті технології.

До газоподібних промислових відходів належать гази, що не прореагували (компоненти); газоподібні продукти; процеси окислення відпрацьованих газів; стиснене (компресорне) повітря для транспортування порошкоподібних матеріалів, для сушіння, нагрівання, охолодження та регенерації каталізаторів; атмосферні опади, що вдуваються на тканини та інші елементи; індивідуальні гази (аміак, водень, діоксид сірки та ін.); суміші кількох компонентів (азотно-водневі суміші, аміачно-повітряні суміші, суміші діоксиду сірки та фосгену);

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

14

газопилові потоки для різних технологій; вихлопні гази виходять з вихлопних газів від теплових реакторів, печей тощо, а також від вентиляції робочих місць і об'єктів.

Крім того, всі порошкові технології супроводжуються великими викидами газоподібних і пилоподібних відходів. Утворення пилу відбувається під час подрібнення, класифікації, змішування, сушіння та транспортування порошкоподібних і гранульованих сипучих матеріалів. Для очищення газоподібних і пилоподібних газів з метою їх нейтралізації або видалення з них дорогих і дефіцитних компонентів використовується різноманітне очисне обладнання та відповідні технічні методи. В даний час методи очищення запилених газів поділяються на такі групи: «Сухі» механічні пиловловлювачі .. Пористі фільтри .. Електрофільтри .. «Вологі» пиловловлювачі. Залежно від стадії виробництва, пиловий або газовий фактор може домінувати. Відповідно до резолюції Генеральної Асамблеї ООН 1979 р.: «Здоров'я населення є єдиним критерієм цілеспрямованості та ефективності всіх сфер людської діяльності...», в якій наголошується на необхідності розробки заходів щодо запобігання шкідливому впливу викидів пилу та газу. від мінеральних добрив на організм людини. Сухе очищення (циклони і рукавні фільтри) і вологе очищення (абсорбери) використовуються для уловлювання відпрацьованої пилогазової суміші та доведення її до норми викидів в атмосферу під час виробництва гранульованого суперфосфату. Висока ефективність обробки димових газів сполук, що містять фтор, ускладнюється наявністю значної кількості пилу.

Тому для виконання вимог вискоефективного очищення необхідно забезпечити високу пиловіддалення та ефективність очищення фторвмісного газу, запобігання засмічення обладнання твердими відкладеннями, низькі капітальні та експлуатаційні витрати.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

15

Гази можна очистити від зважених твердих або рідких частинок за допомогою:

1. Гравітації;
  2. Відцентрових сил;
  3. Електростатичних сил,
- а також промивання та фільтрування.

Промислове впровадження кожного з цих методів вимагає використання відповідного обладнання:

1. Відстійники та відстійники;
2. Відцентрові пиловловлювачі;
3. Електричні фільтри;
4. Гідравлічні пилозбірники;
5. Газові фільтри.

Вибір газоочисного обладнання залежить від багатьох факторів, основними з яких є розмір уловлюваних частинок і конкретний ступінь очищення газу. Виходячи з цих параметрів, можна попередньо вибрати газоочисний пристрій за даними в таблиці (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Газоочисний пристрій

| А п а р а т                 | Розмір часток, що вловлюються, мкм | Ступінь очищення, % |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Пилоосаджувальні камери     | 5 – 20 000                         | 40 – 70             |
| Відцентрові пиловіддільники | 3 – 100                            | 45 – 85             |
| Газові фільтри              | 2 – 10                             | 85 – 99             |
| Електрофільтри              | 0,005 – 10                         | 85 – 99             |
| Гідравлічні пиловловлювачі  | 0,005 – 0,01                       | 85 – 99             |

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |



Ці дані дають лише уявлення про послідовність відповідних значень, яка може значно відрізнятись в залежності від стану, складу та властивостей пилу, що надходить на обробку. Як видно з таблиці, пилові камери можна використовувати лише для відносно грубого очищення газів, їх встановлюють у запилених місцях для попереднього очищення.

Відцентрові пилозбірники – циклони є найпоширенішими пристроями для очищення газів. Вони компактні і добре очищають газ.

Три останні пристрої, наведені в таблиці, забезпечують високий ступінь очищення газу і використовуються там, де є особливі вимоги до очищення.

Вологе очищення газів у гідравлічних пиловловлювачах (скрубери: насадкові, відцентрові та струминні скрубери) та механічних газоочистителях забезпечує високий ступінь газоочистки – до 99%. Однак у хімічній промисловості цей метод обмежений, оскільки вологе прибирання супроводжується охолодженням, зволоженням і іноді окисленням газу; до того ж частинки, що потрапляють під час вологого прибирання, не завжди можуть бути використані у виробництві.

Пилоосаджувальні камери.

Осадження частинок, зважених у газовому потоці в пилових камерах, відбувається під дією сили тяжіння. Прості конструкції пристроїв такого типу – це відстійні канали, іноді обладнані вертикальними перегородками для кращого осадження твердих частинок.

Для очищення гарячих пічних газів широко використовуються багатокамерні пилові камери (рис. 2.1). Ці камери використовуються для попереднього очищення газів.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

17

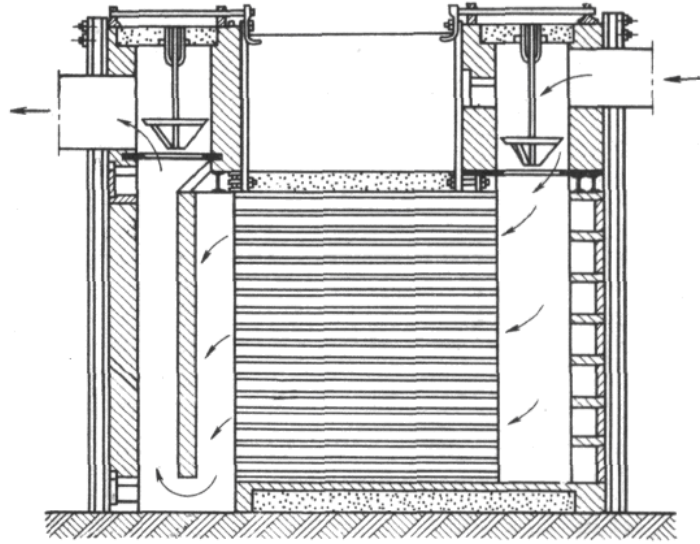


Рис. 2.1 – Схема багатополкової осаджувальної камери Відцентрові пилоосаджувачі.

У відцентрових пиловловлювачах (циклонах) осадження зважених частинок відбувається в полі відцентрових сил.

Очищений газ, що надходить, направляється в циклон по дотичній до циліндричної частини пристрою трубі. В результаті газ циркулює навколо вихлопної труби всередині циклону. Під дією відцентрової сили, що утворюється при обертанні газу, тверді частинки відкидаються від центру до периферії, осідають на стінці, а потім виводяться з пристрою через конічну частину. Очищений газ викидається в атмосферу через вихлопну трубу.

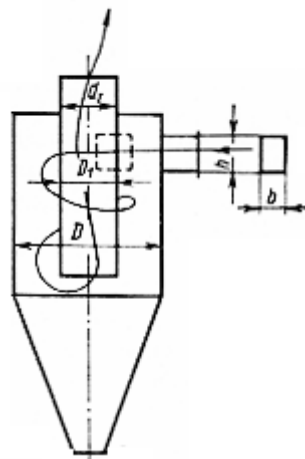


Рис. 2.2 – Схема циклону конструкції НІОГАЗ

|               |  |
|---------------|--|
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № дубл.  |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Арк

18

Ці агрегати мають відносно низький гідравлічний опір і добре очищають газ. Концентрація пилу в газі для очищення може досягати кількох сотень грамів на кубічний метр.

Циклони NIOGAS доступні в діаметрі від 40 до 800 мм. Зазвичай їх встановлюють паралельними групами з двох, трьох і більше одиниць. У цьому випадку їх можна комбінувати зі звичайними пилозбірниками і випускними колекторами.

При зменшенні радіусу циклону відцентрова сила і швидкість осідання частинок значно збільшуються. На основі цієї залежності була створена структура акумуляторного циклону (рис. 2.3), який є ефективнішим за звичайні циклони.

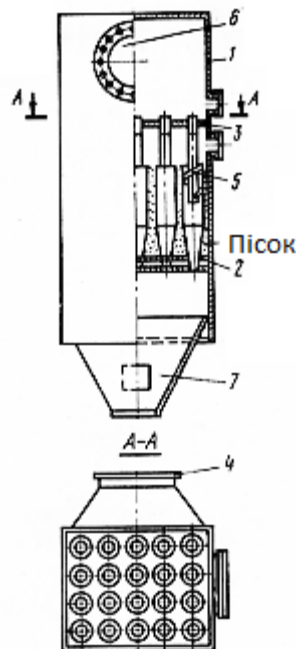


Рис. 2.3 – Схема батарейного циклону

- 1 – корпус; 2, 3 – решітки; 4 – патрубок для введення запиленого газу;  
 5 – елементи; 6 – патрубок для виведення очищеного газу;  
 7 – конусне днище

Акумуляторні циклони складаються з паралельних елементів 5 (рис. 2.3) невеликого діаметра (150-250 мм).

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Арк

19

Вони використовуються в широкому діапазоні зміни температури газу (до 4000 С) при відносно низькій концентрації суспензії.

Загальними недоліками відцентрових пиловловлювачів є недостатнє очищення газу від дрібного пилу, високий гідравлічний опір, а отже, і високі витрати енергії на газопил, швидке стирання стінок пилом, чутливість пристроїв до коливань навантаження.

### Електрофільтри

В електрофільтрах відбувається іонізація частинок газового потоку, що проходить між двома електродами, до яких подається постійний електричний струм.

Основними елементами ЕЦН є коронковий електрод і електрод осадження. Зазвичай негативна напруга прикладається до коронного електрода, а позитивна напруга прикладається до осаду. Тому під дією різниці потенціалів до монтажного електрода рухаються лише негативні іони та вільні електрони. По дорозі останні стикаються з дрібними твердими або рідкими частинками, зваженими в повітряному потоці, передаючи їм негативні заряди і затримуючи їх на електроді осадження. При наближенні до осадкового електрода на нього осідають пил або туманоподібні частинки, які виштовхуються власною силою тяжіння і відриваються від електрода після струшування.

Для запобігання іскор між електродами, тобто короткого замикання, електрофільтри створюють нерівномірне електричне поле, напруга якого зменшується з віддаленням від коронних електродів. Неоднорідність поля досягається підгонкою фасонних електродів (рис. 2.4).

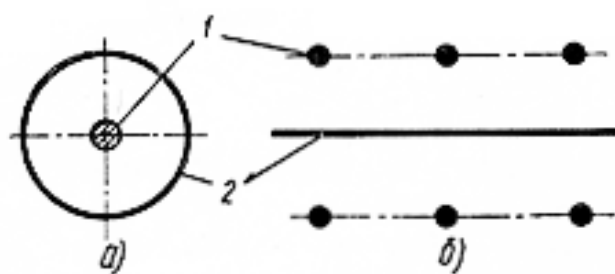


Рис. 2.4 – Схеми електродів

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.Недубл.  |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.Неподл.  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Арк

20

а – для трубчатого електрофільтра; б – для пластинчастого електрофільтра

1 – коронуючі електроди; 2 – осаджувальні електроди

Залежно від форми осаджувального електрода розрізняють трубчасті та пластинчасті електрофільтри.

Трубчасті електрофільтри (рис. 2.5) являють собою камери, в яких розміщені насаджувальні електроди у вигляді круглих або шестикутних трубок. Коронні електроди — це шматки дроту, натягнуті вздовж осі трубок.

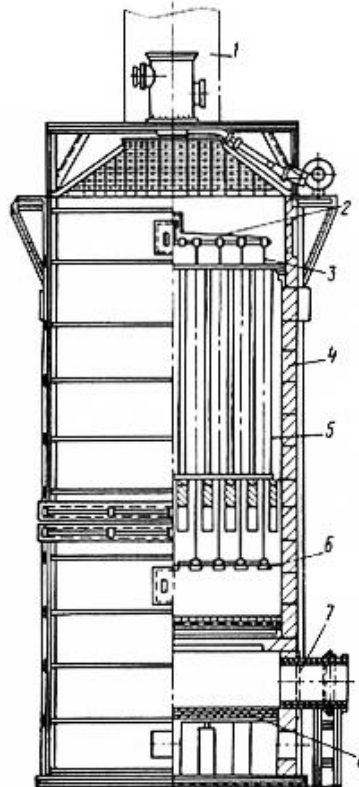


Рис. 2.5 – Трубчастий електрофільтр

1 – газохід для очищеного газу; 2, 6 – рами; 3 – коронуючі електроди;

4 – вертикальна камера; 5 – осаджувальні електроди;

7 – газохід для запиленого газу; 8 – пилозбірник

Зверху електроди закріплені на каркасі, підвішеному на ізоляторах, а знизу вони з'єднані загальною рамою для запобігання коливань. Рівномірний розподіл газу по трубах забезпечується установкою газових ферм.

|               |  |
|---------------|--|
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № дубл.  |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

21

У пластинчастих електрофільтрах (рис. 2.6) монтажними електродами є паралельні гладкі листи або натягнута сітка на каркасі, між якими підвішені коронуючі електроди, виготовлені зі шматків дроту.

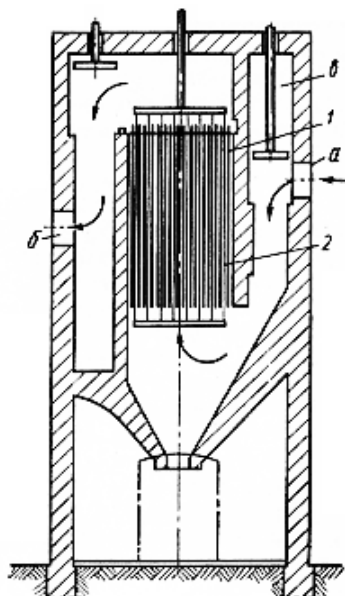


Рис. 2.6 – Пластинчастий електрофільтр

1 – коронуючі електроди; 2 – пластинчасті осаджувальні електроди;  
а – вхідний газохід; б – вихідний газохід; в – камера

Переваги трубчастих електрофільтрів у порівнянні з пластинчастими електрофільтрами – створення більш ефективного електричного поля і кращий газорозподіл на елементах. В результаті трубчасті електрофільтри мають вищий ККД порівняно з пластинчастими електрофільтрами. Переваги пластинчастих електрофільтрів – простота монтажу і зручність струшування.

Пластинчасті електрофільтри в основному використовуються для очищення сухих газів. Трубчасті електрофільтри використовуються для видалення важковловлюваного пилу та крапель рідини з туману.

Обробка пилових і газових викидів є основним засобом захисту та відновлення повітряного басейну.

Існують різні методи очищення викидів від твердих, рідких та газоподібних забруднюючих речовин.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Для очищення газів від твердих і рідких частинок використовуються технології сухого очищення інертного газу, мокрої газоочистки, фільтрації та електростатичного осадження.

Для очищення газів від газоподібних і пароподібних компонентів використовуються абсорбційні, адсорбційні, термічні та термokatалітичні методи очищення, а також біохімічні реактори.

Газоочисні споруди, як правило, не приносять прямого прибутку. Можливість використання вловлених частинок покриває лише невелику частину вартості. Тому серед техніко-економічних показників слід враховувати навантаження на довкілля можливими забруднювачами повітря за відсутності очищення, що створює умови для визначення рентабельності та очікуваного прибутку від впровадження установок та пристроїв очищення викидів.

Техніко-економічна оцінка проводиться шляхом порівняння показників впроваджуваного об'єкта пилогазоочищення з кращими діючими аналогами.

Ступінь (ефективності) очищення та ступінь ковшання виражають у частках одиниці або у відсотках.

Ефективність уловлювання частинок пилу (ступінь очищення) залежить від її дифузного співвідношення. Впершу чергу вловлюються великі частинки пилу. Ефективність знепилювальних пристроїв характеризується досягненням часткового або часткового ступеня очищення.

Дробовий ступінь очищення – відношення кількості пилу з цієї фракції, що уловлюється в апараті, до кількості введеного пилу цієї ж фракції.

Ступінь часткового очищення – відношення кількості частинок такого розміру, що вловлюються в пристрої, до кількості частинок цього розміру, що надходять в пристрій.

На практиці найчастіше використовуються пристрої для сухого очищення. Принцип дії цих пристроїв заснований на осадженні пилу в результаті зміни напрямку і швидкості потоку очищеного газу і тертя пилових частинок об стінки і поперечні перешкоди. Ці пристрої прості в проектуванні і виготовленні.

|               |
|---------------|
| Підп. і дата  |
| Інв. № дубл.  |
| Взаєм. інв. № |
| Підп. і дата  |
| Інв. № подл.  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

23

Найпростішими установками для уловлювання грубого пилу, що працюють за принципом гравітаційного осадження, є пилові камери. Вони використовуються як перший етап обробки газу для уловлювання найбільших частинок (30-100 мкм), уникнення відкладень пилу в трубах і розвантаження наступних етапів очищення.

Ступінь очищення залежить від часу перебування частинок в камері. Частинки, що рухаються в потоці газу, під дією сили тяжіння падають на дно воронки. Швидкість газового потоку в пиловій камері не повинна видаляти осілі частинки пилу. Залежно від щільності, форми та розміру частинок вона становить 1,7–7,0 м/с.

До сухих інерційних пилозбірників належать жалюзі, вентилятори та радіальні пилозбірники. Вони ефективно вловлюють частинки розміром від 20 до 30 мікрон. Циклони забезпечують більш дрібне видалення пилу. Циклон є одним з найпопулярніших пилозбірників, призначених для уловлювання частинок розміром від 5 до 20 мікрон і більше.

Обертання газового потоку досягається шляхом його тангенціального введення в циклон або за допомогою спеціального пристрою. В результаті дії відцентрових сил зважені в газовому потоці пилові частинки викидаються на стінки корпусу циклону і випадають з потоку. Потік очищеного газу звільняється від пилу, продовжує обертатися, змінює напрямок руху на  $180^\circ$  і залишає циклон через вісь, розташовану на вихлопній трубі. Частинки пилу, що досягли стінок корпусу, опускаються самопливом і потрапляють у бункер. У міру заповнення бункера пил відправляється на утилізацію або захоронення через пилозбірник. Очищене повітря випускається з циклону через вихідний отвір.

Рекомендована швидкість газу в циліндричній частині циклону становить 2,5 – 4,5 м/с.

До високопродуктивних видів обладнання сухого газоочищення належать фільтри.

|               |  |
|---------------|--|
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № дубл.  |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

24



Основою всіх видів фільтрів є фільтрація запиленого повітря через пористу перегородку, під час якої зважені в газі частинки пилу захоплюються перегородкою і газ вільно проходить через неї.

Пористі перегородки можуть бути тканини, папір, волокнисті матеріали, кераміка, металева сітка, зернисті шари.

Швидкість процесу фільтрації залежить від перепаду тиску на пористій перегородці. У міру накопичення частинок пилу на фільтрі швидкість потоку газу поступово зменшується. Перегородку слід періодично відновлювати, випускаючи пил, що затримується. Це значно ускладнює роботу фільтрів.

Ступінь очищення газу у фільтрі залежить від пористості фільтруючого матеріалу, товщини фільтруючого шару, об'єму фільтруючого матеріалу, що припадає на одиницю об'єму фільтра, і сумарного коефіцієнта поглинання пилу волокном фільтра.

Тканинні фільтри призначені для видалення твердих частинок з вихлопних газів металургійних печей, залізної та кольорової металургії, печей скляної та керамічної промисловості та котлів. В якості фільтруючого матеріалу використовуються стрічки, лавсан, капрон та інші.

Пил, газ, що надходить через впускний патрубок на дно корпусу фільтра, подається в рукав. Після проходження через фільтруючу тканину очищене повітря видаляється з приладу.

Частинки пилу осідають на поверхні фільтра шланга, в результаті чого його опір поступово зростає. Коли воно досягає певного граничного значення, фільтр переходить в режим регенерації. Більша частина регенерації здійснюється шляхом зворотної обробки. Щоб підвищити ефективність регенерації рукавів, їх можна струшувати за допомогою спеціальних механізмів.

Ступінь очищення від дрібного пилу в рукавному фільтрі може досягати 99,9%. Швидкість проходження очищеного газу через фільтруючу тканину становить 0,5-1 м/с.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

25

Фільтри з волокна призначені для очищення пилу з непилових потоків повітря з концентрацією пилу не вище 5 мг/м<sup>3</sup>. Вони являють собою пористі перегородки, що складаються з випадково розподілених волокон, рівномірно розподілених у поперечному перерізі.

Через глибоке проникнення вловлених частинок пилу в пористий матеріал регенерація волокнистих фільтрів утруднена. Після закінчення терміну служби використаний фільтруючий матеріал зазвичай замінюють на новий.

У фіброфільтрах використовуються як натуральні, так і спеціально виготовлені волокна товщиною від 0,01 до 100 мкм (текстильні відходи, шлак, скловолокно тощо). Ступінь очищення при уловленні дрібного пилу може досягати 99%. Рекомендована швидкість фільтрації 0,01 – 0,1 м / с.

Зернові фільтри використовуються для очищення газів з високими температурами (до 500-800 °С) в агресивних середовищах з різкими змінами тиску і температури.

Вони являють собою ємність, наповнену фільтруючим матеріалом, який можна використовувати як пісок, гравій, шлак, тирсу, рудну крихту, вугілля, графіт, пластмаси та інші. Сипучі матеріали використовуються як фільтруючий шар у гранульованих фільтрах.

Зернові фільтри використовуються для уловлювання липкого та абразивного пилу в тих випадках, коли використання інших типів пристроїв утруднене.

Різновидом гранульованих фільтрів є фільтри-сорбенти, в яких в якості фільтруючого навантаження використовуються каталізатори та сорбенти. Сорбційні фільтри призначені для уловлювання газоподібних забруднюючих речовин.

Залежно від типу зібраного пилу і фільтрувальних зерен ступінь очищення може досягати 95 – 99,5%, швидкість фільтрації – 15 – 35 м / с.

Електрофільтри призначені для очищення промислових газів від твердих частинок, що виділяються під час різних технологічних процесів.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |                    | 26  |

Ці пристрої необхідні для очищення викидів цементної, вапняної, гіпсової та інших виробництв, що містять частинки пилу, які можуть уловлюватися при контакті з вологою. Уловлюваний в електрофільтрах пил є цінним кінцевим продуктом або вторинною мінеральною сировиною.

Перевагами електрофільтрів є висока чистота 99%, здатність уловлювати частинки будь-яких розмірів, стабільна робота при високих температурах пилу і газів, висока ефективність і можливість повністю автоматизувати процес очищення.

Недоліком електрофільтра є висока чутливість до параметрів очищуваного газу (температура, вологість, стійкість), неможливість використання для очищення вибухонебезпечних і легкозаймистих сумішей, відносно висока вартість обладнання, вимоги безпеки під час експлуатації. є високими.

Електрофільтр складається з електрофільтра, блоку живлення та системи видалення пилу.

У металевому корпусі прямокутного перерізу розміщено електрофільтр. В середині знаходяться преципітаційний електрод і коронний електрод. Для забезпечення рівномірного розподілу газу в активній зоні установки на вході в ЕЦН встановлено газорозподільний блок. У нижній частині ящика розташовані збірні укриття і система для транспортування пилу.

В основі процесу очищення лежить іонізація частинок пилу і газу під впливом електростатичного поля. Заряджені частинки осідають на поверхні електрода з протилежним електричним зарядом. Частинки, що випали в осад, видаляють з електродів струшуванням або промиванням водою. Зібраний пил (осад) надходить у воронку ЕЦН, а потім у систему видалення.

Залежно від конструкції електрофільтра швидкість очищених газів коливається від 0,8 до 1,7 м/с.

Вологе очищення викидів є одним з найбільш ефективних і поширених методів уловлювання пилу і газів. Вологе прибирання забезпечує високий ступінь видалення твердих, рідких і газоподібних забруднень.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |  |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     |  | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |  |                    | 27  |

В основі процесу вологого прибирання лежить осідання частинок пилу на крапельках або шарах рідини. Найчастіше в якості рідини використовують воду. Обладнання для очищення вологи є простим у виготовленні та експлуатації та недорогим. Вони очищають від будь-якої вологи і викидів легкозаймистих і вибухонебезпечних сумішей.

До недоліків мокрої обробки пилу і газів можна віднести: утворення стічних вод і осаду, які потребують подальшої обробки, корозію обладнання під впливом корозійно зволжених газів і рідин, відносно високу одиничну вартість електроенергії.

Найпростішим вивантажувальним пристроєм для вологого прибирання є форсунковий скруббер. Він призначений для уловлювання частинок розміром більше 10-15 мікрон, а також холодних і вологих забруднень, які підлягають очищенню.

Омивача з насадками являє собою циліндричний резервуар для води, оснащений патрубками для подачі і відведення очищеного повітря. У верхній частині корпусу є один або кілька шарів форсунок для розпилення поливної рідини. Рідина у вигляді дощу з діаметром краплі 0,6-1 мм певним чином вимиває продувний газ, а продувний газ тече протитечією зі швидкістю 0,7-1,5 м/с, тобто рухається вгору від дна. На високій швидкості волога видалається, а пил осідає на внутрішню поверхню виходу скруббера. Витрата води скруббером 1-6 л/м<sup>3</sup>.

У механічних скрубберах для розпилення рідини використовується обертовий диск. У скруббері Вентурі рідина викидається за рахунок турбулентного руху продувного газу дифузора Вентурі. Далі через інерційний краплеуловлювач випускається повітряний потік від крапель, що містять частинки пилу, з яких рідина випускається через затвор.

Розмір частинок, що вловлюються в скруббері Вентурі - 0,2 мкм і вище. Ступінь очищення може досягати 96-99%. Швидкість потоку газу в трубці Вентурі досягає 100-180 м/с, а питома витрата промивної рідини 0,5-1,5 л/м<sup>3</sup>.

|               |
|---------------|
| Підп. і дата  |
| Інв. № дубл.  |
| Взаєм. інв. № |
| Підп. і дата  |
| Інв. № подл.  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк  
28

Принцип роботи та конструкція відцентрового водяного резервуара подібні до циклон. Під впливом відцентрової сили, створюваної обертанням повітряного потоку в приладі, частинки пилу викидаються в шнек скруббера, де вони змиваються рідиною, що забезпечується круговими форсунками, розташованими на верхній частині корпусу.

Швидкість газу в циліндричній частині фюзеляжу досягає 4-5 м/с, ступінь очищення досить висока, що залежить від розміру і щільності пилу, а також діаметра відцентрового скруббера.

Пристрої з бульбашковою піною призначені для очищення невеликої кількості газу від частинок пилу розміром не менше 5 мкм.

Процес барботування – це коли очищений газ проходить через шар рідини.

Пристрій з дзюркотливою піною (малюнок) являє собою корпус, розділений горизонтальними планками з рівномірно розташованими невеликими отворами. Запилений газ подається під решітку і відводиться зверху пристрою.

При швидкості газу до 1 м/с спостерігається бульбашковий режим, при якому повітря проходить крізь шар рідини у вигляді окремих бульбашок. При збільшенні швидкості режим булькання перетворюється на піну.

Діаметр корпусу бульбашкового апарату зазвичай становить 2-2,5 м, діаметр отворів ґратки 4-8 мм, швидкість газів при проходженні через мережу 6-10 м/с.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |  |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     |  | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |  |                    | 29  |

За характером фізико-хімічних процесів методи очищення промислових викидів від газоподібних і пароподібних забруднюючих речовин поділяють на такі групи:

- промивання викидів розчинних домішок (адсорбція);
- промивання викидів розчинами реагентів, що зв'язують домішки хімічно (хімосорбція);
- поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (адсорбція);
- термічна нейтралізація шкідливих домішок газів, що відходять, (процеси спалювання);
- каталітичне очищення газів;
- біохімічне очищення газів.

|             |              |             |            |              |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.Неподл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|             |              |             |            |              |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

30

### РОЗДІЛ 3

## ПРОПОЗИЦІЇ ПО ВДОСКОНАЛЕННЮ СИСТЕМ ПИЛОГАЗООЧИЩЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ПАО «НАСОСЕНЕРГОМАШ»

ПАО «Насосенергомаш» спеціалізується на випуску насосного обладнання та має наступні виробництва:

- ливарне,
- термічне,
- ковальсько-пресове,
- заготівельне,
- котельно-зварювальне,
- складальне,
- гальванічне,
- лакофарбове,
- механічної обробки металів та деревини.

Викиди забруднюючих речовин підприємства характеризуються величинами, наведеними у таблиці 3.1.

З забруднюючих речовин, що викидаються з майданчика, ефектом сумачії з коефіцієнтом комбінованої дії  $KKD = 1$ , мають групи (нумерація груп за ГСП-201-97):

- № 2 – ацетон та фенол;
- № 13 – аміак та сірководень;
- № 14 – аміак, сірководень та формальдегід;
- № 15 – аміак та формальдегід;
- № 34 – сірчистий ангідрид та свинець;
- № 35 – сірководень та формальдегід;
- № 36 – сірчистий ангідрид та аерозоль сірчаної кислоти;
- № 38 – сірчистий ангідрид та сірководень;
- № 39 – сірчистий ангідрид та двоокис азоту;

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

31

№ 40 – сірчистий ангідрид, окис вуглецю, фенол та пил SiO<sub>2</sub> 70-20%;

№ 41 – сірчистий ангідрид, окис вуглецю, двоокис азоту та фенол;

№ 42 – сірчистий ангідрид та фенол;

№ 43 – сірчистий ангідрид та фтористий водень.

Таблиця 3.1

Викиди забруднюючих речовин підприємства

| Назва                               | Од. вим. | Кількість |
|-------------------------------------|----------|-----------|
| Кількість джерел викидів            | шт.      | 187       |
| у т.ч., організованих               | шт.      | 180       |
| з них: з чинним ПГО                 | шт.      | 38        |
| з несправним ПГО                    | шт.      | 1         |
| зі введеними ПГО                    | шт.      | 2         |
| Кількість забруднюючих речовин (ЗВ) | шт.      | 66        |
| Потужність викидів ЗВ               | т/рік    | 24,846    |
| у т.ч., тверді частки               | т/рік    | 9,716     |
| Найбільші викиди мають:             |          |           |
| - вуглеводні                        | т/рік    | 4,252     |
| - окис вуглецю                      | т/рік    | 3,550     |
| - пил дерев'яний                    | т/рік    | 2,520     |
| - заліза окис                       | т/рік    | 2,337     |
| - пил абразивно-металевий           | т/рік    | 2,156     |
| - спирт етиловий                    | т/рік    | 1,861     |
| - уайт-спірит                       | т/рік    | 1,713     |
| - сольвент нафта                    | т/рік    | 1,346     |
| - оксиди азоту                      | т/рік    | 0,967     |
| - пилу, що містить SiO              | т/рік    | 2,000     |

Ефектом потенціювання з ККД = 0,8 має група № 56 – фтористий водень та фториди погано розчинні. Груп ЗВ, які мають ефект сумування з іншими ККД, або ефект неповної сумації шкідливого впливу, а також заборонених до викиду в атмосферне повітря речовин у викидах заводу немає. Немає у викидах і речовин, що мають ефект незалежної біологічної дії при спільній їх присутності.

Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин у частках ГДК межі санітарно-захисної зони підприємства наведено у табл. 3.2.

Підп. і дата  
Інв.№дубл.  
Взаєм.інв.№  
Підп. і дата  
Інв.№подл.

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

32



Таблиця 3.2

Максимальні приземні концентрації у частках ГДК на кордоні санітарно-захисної зони ПАО «Насосенергомаш»

| <i>Забруднююча речовина</i>                        | <i>Від викидів підприємства</i> | <i>Усього з фоновим</i> |
|--|---------------------------------|-------------------------|
| Азот двоокис                                       | 0.335                           | 1.105                   |
| Пил дерев'яний                                     | 0.85                            | 0.93                    |
| Пил неорг., що містить SiO <sub>2</sub> менше 20%  | 0.06                            | 0.894                   |
| <i>Вуглецю окис</i>                                | 0.025                           | 0.62                    |
| Гідроокис натрію                                   | 0.35                            | 0.61                    |
| Пил неорг., що містить SiO <sub>2</sub> більше 70% | 0.34                            | 0.51                    |
| Пил хутряний                                       | 0.33                            | 0.51                    |
| Вуглеводні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>        | 0.29                            | 0.47                    |
| Пил абразивно-металевий                            | 0.11                            | 0.47                    |

Максимальні приземні концентрації у частках ГДК на межі санітарно-захисної зони становлять (від викидів підприємства/всього із фоновими): азоту двоокис – 0,335/1,105 (максимально у жилзоні 1,116); пил дерев'яний – 0,85/0,93 (максимально в жилзоні 0,933). Приземні концентрації інших речовин на межі СЗЗ та в житловій зоні з урахуванням фонових нижче 0,46 ГДК.

Комбіновані методи та пристрої для очищення газу дуже економічні та найбільш ефективні. Розглянемо конструкцію приладів та технологічну схему очищення на прикладі очищення запиленого повітря та газів скляного виробництва. Для знепилювання, подрібнення, просіювання, перемішування та транспортування сировини розроблено гідродинамічний пиловловлювач GDP-т-код (рис. 2.7) з продуктивністю очищеного повітря від 3000 до 40000 м<sup>3</sup>/год. Принцип роботи пристрою заснований на проходженні запиленого повітря (газу) через шар піни, утворений на газорозподільній решітці. Решітка занурена в рідину для пилу.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Арк

33

Запилений газ потрапляє в мережевий простір і, витісняючи частину води на сітці, створює шар дуже турбулентної піни. Після проходження через отвори газ очищається від пилу при зіткненні з рідиною, що змочує пил. Потік очищеного газу надходить у відцентровий крапельний сепаратор, а потім викидається в атмосферу. Пилоуловлювач має такі характеристики: Потужність, м<sup>3</sup> / год – 3000-40000; Питоме газове навантаження, м<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup>год) – 6500; Гідравлічний опір. Па – 1400-1900; Температура очищених газів, °С – до 300; Витрата води на очищення 1000 м<sup>3</sup> газу, л – 15-50; Об'єм установки, м<sup>3</sup> – 2,5; Вага, кг – 120. Прилад ГДП-м-код має максимальну ефективність на другій стадії (після циклонів) дрібнопилогозаочистки.

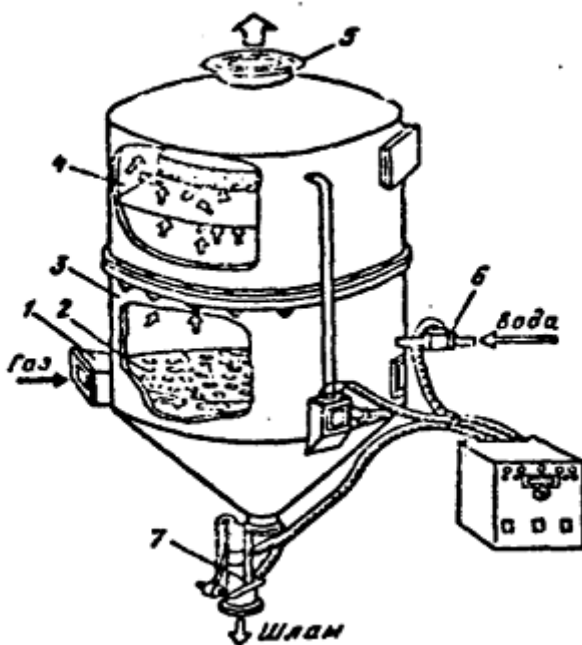


Рис. 2.7 – Гідродинамічний пиловловлювач ГДП: 1 – вхідний патрубок; 2 – газорозподільні грати; 3 – корпус; 4 -краплевідокремлювач; 5 – вихідний патрубок; 6 – регулювальник подачі води; 7 – розвантажувальний пристрій

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Арк

34

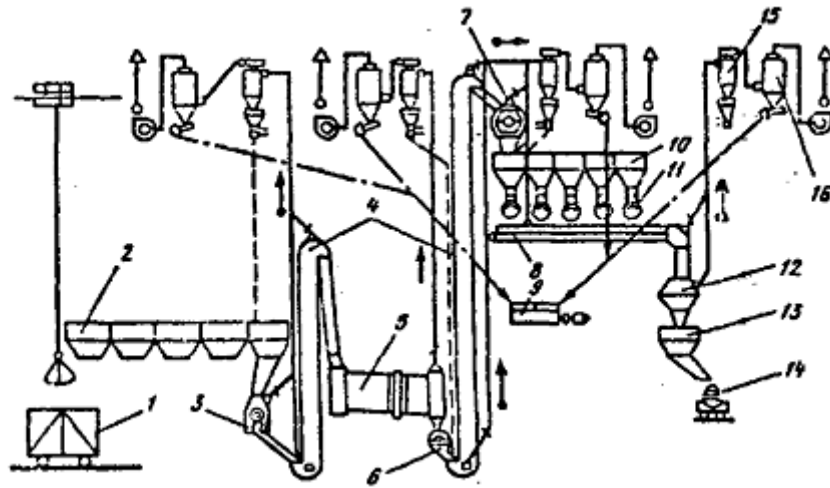


Рис. 2.8 – Схема очищення технологічних викидів: 1 – залізничний вагон; 2 – приймальний бункер; 3 – щічна дробарка; 4 – елеватор; 5 – сушильний барабан; 6 – дробарка; 7 – ситобурат; 8 – стрічковий конвеєр; 9 – відстійник; 10 – бункер сировини; 11 – ваги; 12 – змішувач шихти; 13 – бункер шихти; 14 – дюбель; 15 – циклон ЦН-15; 16- пиловловлювача ГДП

На рис. 2.8 показаний один з варіантів принципової схеми комплексного очищення технологічних викидів складених цехів (відділень дозувань-змішувачів). Уловлений На рис. На рисунку 2.8 наведено один із варіантів принципової схеми комплексної обробки технологічних відпрацьованих газів зібраних відділень (дозаторів-змішувачів). Пил, захоплений циклоном, повертається в бункер для витратних матеріалів відповідної сировини. Осад, що утворюється під час роботи мокрого пиловловлювача, захищається і висушується, а потім може бути використаний як добавка до шихти після відповідного коригування її складу. Очищена вода з відстійника повертається в пилозбірник для повторного використання.

Установка зольника з трубою Вентурі показана на рис. 2.9, горизонтальна система з прямокутним перерізом з урахуванням трубки Вентурі і відцентрової шайби. Трубка Вентурі складається з конфузора для збільшення швидкості газу; рот, де частинки пилу осідають на крапельках води; і дифузор, в якому відбувається коагуляція, і, зменшуючи швидкість потоку, він відновлює частину тиску, витраченого на створення високошвидкісного газу в шийці.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510093

Арк

35

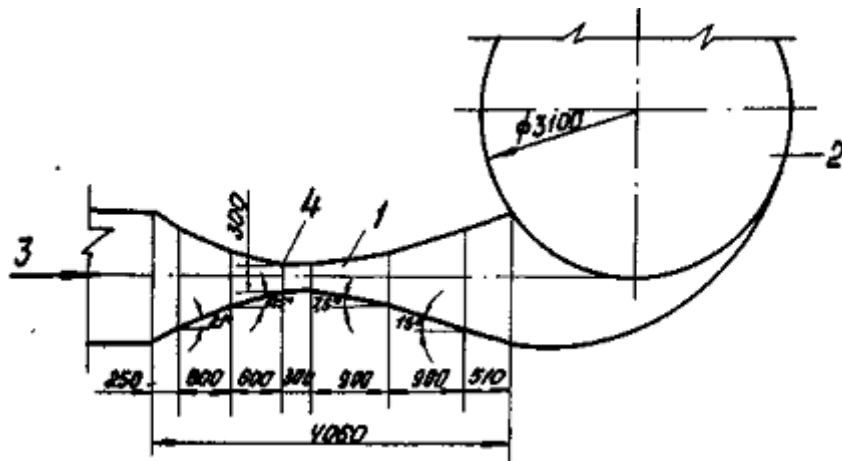


Рис. 2.9 – Золоуловлююча установка з трубою Вентурі горизонтальної компоновки прямокутного перетину: 1 – труба Вентурі; 2 – відцентровий скруббер; 3 – технологічні гази; 4 – місце установки форсунок

При вертикальному положенні труби плівка склеєної рідини надійніше покриває всю внутрішню поверхню пристрою, що робить установку менш чутливою до відкладень, які можуть виникнути при уловленні золи з в'язучими властивостями. Ще однією перевагою такого розташування перед горизонтальним є можливість кращого кріплення внутрішньої обшивки до металу, що також підвищує експлуатаційну надійність установки. У вертикальному положенні трубки Вентурі поверхня піддону для крапель зношується значно менше в зоні контакту з потоком, що протікає по трубі подачі. Це пов'язано з тим, що значна частина забруднених крапель і великих частинок золи відокремлюється від потоку в поворотній секції після трубки Вентурі і потрапляє в краплеуловлювач у вигляді пульпи. Відповідно, концентрація золи в потоці зменшується, а отже абразивний знос поверхні краплеуловлювача зменшується. Хоча зона прокатки під трубою Вентурі є абразивною, її можна легко захистити. Основним недоліком вертикального розташування труби Вентурі в порівнянні з горизонтальним є підвищений, в іншому випадку рівномірний, гідравлічний опір установки, що виникає внаслідок наявності додаткових поворотних секцій як перед, так і за потоком труби Вентурі.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

36

У проєкті ми припускаємо, що горизонтальна має трубки Вентурі для краплеуловлювача. Висока швидкість потоку пилоподібного газу в пристрої викликає інтенсивний абразивний знос поверхні труби.

Вимоги до ефективності процесів аерозольного очищення, особливо видалення пилу, неухильно зростають, оскільки нормативні вимоги до чистого повітря і повітря в промислових і цивільних будівлях, а також поява нових технологій, використання нових матеріалів і, як наслідок, вивільнення відповідних викидів.

Сучасні санітарні засоби боротьби з викидами технічних газів не можуть повністю нейтралізувати або відновити основну якість повітря, що використовується у виробничому циклі. Тому вихлопні гази завжди вносяться в атмосферну частину відходів виробництва. Однак при визначенні дизайну та підборі засобів для чищення він повинен спиратися на ідеальну модель і дотримуватися принципу заборони змін якості атмосферного повітря під час виробничого процесу.

Немає необхідності прагнути до технічної простоти чи економічної доцільності рішення на етапі вибору варіантів та пошуку засобів для чищення. Креативні рішення стають все більш необхідними для дизайнерів, оскільки останнім часом все більше людей змушені розробляти нетипові пристрої або невідповідні параметри процесу через неефективність, застарілість або через велику різноманітність останніх і повністю вдосконалювати існуючий пристрій.

Прості методи боротьби з викидами від сучасних виробничих процесів навряд чи забезпечать належний рівень дезактивації для запобігання значної шкоди навколишньому середовищу. Наприклад, прості пиловловлювачі – відстійні камери, жалюзі, циклони можна успішно використовувати в двоступінчастій схемі очищення для попередньої обробки викидів. Однак від використання мультициклонів як єдиного засобу очищення димових газів парогенератора електростанції слід відмовитися. Викиди теплових електростанцій досягають 400 ... 500 м/с, тому 1 ... 2% витоку забруднюючих

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

37

речовин можуть становити серйозну загрозу для навколишнього середовища, а ступінь очищення мультициклонних сепараторів не перевищує 85. .. 90%.

Завдання на проектування повинно охоплювати всі забруднювачі, які можуть бути присутніми у скиді, що вимагає ретельного аналізу складу скиду, виділення нейтральних частин і компонентів, які можуть завдати шкоди навколишньому середовищу.

Серед викидів, які важко очистити, є забруднювачі багатофазної системи. Оскільки більшість сучасних очисних установок не придатні для очищення як дисперсних, так і однорідних забруднюючих речовин, загалом такі викиди мають проходити 4 етапи очищення: попереднє очищення та тонке очищення аерозолів з подальшим попереднім та тонким очищенням газоподібних забруднюючих речовин. Остаточна переробка. Зокрема, якщо газоподібні забруднювачі добре розчинні у воді, можна організувати вологу попередню обробку для зниження концентрації дисперсних і однорідних забруднюючих речовин.

При обробці викидів, що містять тверді аерозольні забруднювачі, низькі значення витоку (1 ... 2% або менше) зазвичай досягаються лише за допомогою двоступеневого очищення. Для попереднього очищення можна використовувати жалюзі та циклони (іноді для невеликих скидів – пилові камери), для кінцевого – пористі фільтри, електрофільтри або мокрі пиловловлювачі.

Рідкі аерозолі (туман) можна конденсувати, змінюючи параметри стану (охолодження та підвищення тиску) для майбутнього осадження у мокрих скрубберах, пористих та електрофільтрах, абсорберах за допомогою звичайних методів мокрого захоплення.

Вологі методи очищення твердих і рідких аерозолів мають явний недолік — необхідність відокремлення захоплених забруднень від захопленої рідини. З цієї причини вологий метод слід використовувати лише за відсутності інших методів очищення, бажано метод з найменшою витратою рідини.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.Недубл.  |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.Неподл.  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

38

Існує кілька способів удосконалити пиловловлювачі та системи збирання пилу для підвищення ефективності очищення повітря (газу) від пилу.

На майданчику ПАО «Насосенергомаш» із 187 діючих стаціонарних джерел викидів лише 38 джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря оснащені пилогазоочисним обладнанням.

В тому числі:

циклонів: ЦН-15  $\varnothing$  400 мм – 2 джерела,

ЦН-15  $\varnothing$  500 мм – 1 джерело,

ЦН-15  $\varnothing$  600 мм – 1 джерело,

ЦН-15  $\varnothing$  650 мм – 1 джерело,

2ЦН-15  $\varnothing$  650 – 1 джерело,

2ЦН-15  $\varnothing$  700 мм – 3 джерела,

4ЦН-15  $\varnothing$  600 мм – 1 джерело,

4ЦН-15  $\varnothing$  700 мм – 4 джерела,

Гідродревпром Ц-1050 – 4 джерела,

Гідроревпром УЦ-38 №18 – 1 джерело,

нестандартний – 1 джерело,

ЗІЛ – 900 м – 2 джерела,

ПА-212 – 1 джерело,

РІСІ № 11 – 1 джерело.

Фільтрами:

ФВГ-Т-0,37 – 1 джерело,

ФВГ-Т-0,74 – 1 джерело,

2ФМ-10 – 1 джерело,

гідрофільтр – 1 джерело.

Характеристики пилогазоочисного обладнання наведено в таблиці 3.3.

|               |  |
|---------------|--|
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № дубл.  |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

39

## Характеристики газоочисного обладнання ПАО «Насосенергомаш»

| № джерела викидів | Найменування ГОУ | Найменування речовин, за якими проводиться газоочищення | Ефективність ГОУ        |
|-------------------|------------------|---|-------------------------|
| 102               | ЦН-15-800        | Пил абразивно-металевий                                 | 78.08                   |
| 104               | 2ЦН-15-700       | Залізо окис (III)                                       | 91.43                   |
| 110               | 2ЦН-15-400       | Пил абразивно-металевий                                 | 79.02                   |
| 111               | 4ЦН-15-700       | Пил абразивно-металевий                                 | 71.43                   |
| 201               | 2ЦН-15-700       | Пил абразивно-металевий                                 | 86.89                   |
| 202               | ФВГ-Т-0.37       | Свинець та його неорг. З'єднання                        | 72.73                   |
| 205               | 2ФМ-10           | Вуглеводні неорг. С12-С19                               | 56.15                   |
| 212               | Гідрофільтр      | Сольвент нафта  | 23.58<br>33.82<br>90.00 |
| 215               | ЦН-15-500        | Уайт-спірит   | 84.00                   |
| 302               | РИСИ №11         | Пил неорг., що містить                                  | 76.30                   |
| 303               | ЦН-15-700        | SiO <sub>2</sub> у %: нижче 20                          | 85.78                   |
| 308               | ФВГ-Т-0.74       | Пил неорг., що містить                                  | 91.98                   |
| 326               | Нестандартн.     | SiO <sub>2</sub> у %: нижче 20                          | 84.03                   |
| 332               | ЦН-15-700        | Пил хутряний  | 62.04                   |
| 334               | 4ЦН-15-600       | Пил абразивно-металевий                                 | 88.75                   |
| 501               | 4ЦН-15-700       | Хром шестивалентний                                     | 90.21                   |
| 511               | ЦН-15-700        | Пил абразивно-металевий                                 | 79.41                   |
| 524               | ЦН-15-700        | Пил абразивно-металевий                                 | 79.52                   |
| 706               | ЦН-15-700        | Залізо окис (III)                                       | 84.17                   |
| 714               | 2ЦН-15-700       | Пил абразивно-металевий                                 | 77.05                   |
| 715               | ЦН-15-400        | Пил абразивно-металевий                                 | 77.50                   |
| 718               | УЦ-38 №18        | Пил абразивно-металевий                                 | 89.19                   |
| 1001              | ГДП Ц-1050       | Пил неорг., що містить                                  | 88.49                   |
| 1002              | ГДП Ц-1050       | SiO <sub>2</sub> у %: вище 70                           | 97.49                   |
| 1003              | ГДП Ц-1050       | Пил неорг., що містить                                  | 86.67                   |
| 1102              | ЦН-15-600        | SiO <sub>2</sub> у %: нижче 20                          | 82.73                   |
| 1103              | 2ЦН-15-600       | Пил неорг., що містить                                  | 87.44                   |
| 1105              | ЦН-15-400        | SiO <sub>2</sub> у %: нижче 20                          | 82.86                   |
| 1110              | ЦН-15-700        | Пил дерев'яний  | 85.19                   |
| 1201              | ГДП Ц-1050       | Пил дерев'яний  | 85.44                   |
| 1202              | ЦН-15-700        | Пил дерев'яний  | 85.15                   |
| 1402              | ЦН-15-700        | Пил дерев'яний  | 79.41                   |

|               |               |
|---------------|---------------|
| Інв. Наподл.  | Підп. і дата  |
|               | Взаєм. інв. № |
| Інв. Неодубл. | Підп. і дата  |
|               | Інв. Неодубл. |
| Підп. і дата  | Підп. і дата  |
|               | Підп. і дата  |

ТС 19510093

Арк

40

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|



|      |            |                                |       |
|------|------------|--------------------------------|-------|
| 1408 | ЗИЛ-900М   | Пил абразивно-металевий        | 90.83 |
| 1508 | ЗИЛ-900М   | Пил абразивно-металевий        | 91.43 |
| 1604 | ПА-212     | Пил абразивно-металевий        | 88.89 |
| 1801 | 4ЦН-15-700 | Пил неорг., що містить         | 74.21 |
| 1802 | 4ЦН-15-700 | SiO <sub>2</sub> у %: нижче 20 | 80.11 |
| 1803 | 4ЦН-15-700 | Пил дерев'яний                 | 80.67 |

Аналіз застосовуваних на підприємстві технологій захисту навколишнього середовища показує, що існуюче природоохоронне обладнання не завжди забезпечує необхідну ефективність очищення.

Найменша ефективність пиловловлення спостерігається на джерелі № 111 (група з 4-х циклонів ЦН-15 □ 700 мм) і становить 71,43 % по пилу абразивно-металевому.

Дана установка призначена для аспірації повітря очищення виробів шліфувальними верстатами.

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

41

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Правила охорони праці на промислових підприємствах та експлуатації обладнання – один з найважливіших документів на будь-якому виробництві. Відповідно до правил безпеки газоочисних пристроїв:

1. Налагодження ГОУ здійснюється структурним підрозділом суб'єкта господарювання чи організації на підставі договору (контракту) із замовником, який має необхідну технічну базу та спеціалістів [15].

2. Під час роботи ГОУ має функціонувати надійно і безперервно, фактичні показники повинні відповідати проектним [15].

3. ГОУ мають бути обладнані пунктами для відбору проб та вимірювання параметрів газопилових потоків на вході та виході з апарату (на кожному етапі очищення) відповідно до чинних нормативних документів [15].

4. Після відбору та вимірювання параметрів газопилового потоку впускні отвори герметизують для запобігання витoku газу або аспірації повітря [15].

5. Робота технологічних пристроїв з відключеним ГОУ або його окремих пристроїв, підключення до ГОУ технологічних вузлів, не передбачених проектом [15].

6. В експлуатації ГОУ призначений для очищення газопилового потоку, що містить забруднюючі речовини I-IV класів небезпеки [15].

7. Під час експлуатації ГОУ, призначеного для очищення газопилового потоку від агресивних або абразивних елементів, необхідно забезпечити збереження захисного покриття теплоізоляції, якщо це передбачено проектною документацією, і відсутність пошкодження металу та обладнання, запобігаючи передчасному виходу з ладу [15].

8. Протягом терміну служби ГОУ запасні частини повинні бути складені в достатній кількості для забезпечення їх нормальної роботи [15].

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |  |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     |  | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |  |                    | 42  |

9. У кожному випадку аварійного відключення ГОУ з працюючим технологічним обладнанням суб'єкти господарювання зобов'язані повідомляти територіальні органи Держекоінспекції [15].

10. Кожен випадок технічного збою або порушення режимів роботи ГОУ, що призводить до зниження продуктивності, зупинки або аварії, розслідується суб'єктом господарювання. За результатами розслідування розробляються заходи щодо приведення ГОУ до справного технічного стану та недопущення подібних випадків у майбутньому. Склад комісії визначається розпорядчим документом суб'єкта господарювання, до його складу має входити посадова особа, відповідальна за охорону навколишнього природного середовища [15].

Циклони є очисними установками від пилу та механічних частинок, тому засоби індивідуального захисту в зоні прибирання повинні бути засобом індивідуального захисту дихальних шляхів та слизових оболонок очей. Слід зазначити, що серед причин травматизму на виробництві найчастіше є порушення трудової і виробничої дисципліни, порушення правил і норм охорони праці, робота без засобів захисту або з несправним обладнанням чи отруєння тощо. Залежно від тяжкості наслідки нещасних випадків поділяють на: легкі (з тимчасовою втратою працездатності), тяжкі (з повною або частковою довготривалою або стійкою втратою працездатності) та летальні [21].

1. Порушення трудової та виробничої дисципліни.
2. Психофізична причина.
3. Санітарно-гігієнічні причини.
4. Технічні причини [21].

Відповідальність за стан пожежної безпеки в харчовій промисловості несуть керівники підприємств або уповноважених ними органів, а також орендарі. Пожежна безпека на підприємствах реалізується в трьох напрямках: адміністративному, громадському та професійному [18].

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

43

Види вогнегасників:

1. Пінні вогнегасники.
2. Порошкові вогнегасники.
3. Вуглекислотні вогнегасники [18]. Категорії приміщень з пожежною небезпекою

Категорія А – вибухонебезпечна. До приміщень категорії А належать балони з газовим паливом, склади ЗІЗ, склади карбіду кальцію та лакофарбові цехи, де використовуються фарби, лаки та нітронітрофарби.

Категорія Б – вибухові речовини. Займистий пил або волокна, ЗІЗ з температурою спалаху вище 28 С і легкозаймисті рідини в таких кількостях, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, які займаються і створюють розрахунковий надлишковий тиск вибуху  $P > 5$  кПа [18].

Категорія В – легкозаймиста. Легкозаймисті та вогнезахисні рідини, горючі та вогнезахисні тверді речовини та матеріали (включаючи пил і волокна), здатні горіти з водою, киснем або один з одним [18].

Категорія Д. Негорючі речовини та матеріали в гарячому, гарячому або розплавленому стані, переробка яких супроводжується виділенням тепла, радіації, іскор, полум'я; легкозаймисті гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або видаляються як паливо [18].

Категорія Г. Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. До категорії Г належать механічні майстерні, холодильні камери для металообробки, повітродувки, металеві склади [18]. Пожежний сповіщувач – елемент системи пожежної сигналізації, призначений для виявлення пожежі на ранній стадії її розвитку шляхом спостереження за фізичними або хімічними явищами, пов'язаними з пожежею (дим, тепло, оптичне випромінювання) та передачі сигналу на пристрій управління пожежею (ПППК) [18].

|               |
|---------------|
| Підп. і дата  |
| Інв. № дубл.  |
| Взаєм. інв. № |
| Підп. і дата  |
| Інв. № подл.  |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510093

Арк

44

## ВИСНОВКИ

Україна є одним із головних світових лідерів за розвіданими ресурсами залізної руди, видобутої як підземним, так і відкритим способом, переважно в Дніпропетровській та Полтавській областях. Кар'єри України – це сучасні гірничі комплекси, які постійно підтримують свою виробничу діяльність. Гірничодобувна промисловість є однією з галузей з найбільшим антропогенним впливом на навколишнє середовище, що виявляється в кількох основних напрямках: порушення земної поверхні при розробці родовищ корисних копалин, утворення відходів, викиди газоподібних і пилових забруднюючих речовин, забруднення вод рідкі стічні води гірничодобувними компаніями. Наприклад, на гірничо-збагачувальних комбінатах Дніпропетровської області щорічно в атмосферу викидається майже 65 тис. осіб. тонн забруднення, у тому числі: 15 тис. тонн твердих речовин і 50 тис. тонн газоподібних речовин.

Захист довкілля від забруднення включає, з одного боку, спеціальні методи та обладнання для очищення газоподібних і рідких середовищ, переробки відходів і шламу, повторного використання тепла та зменшення теплового забруднення. З іншого боку, для цього розробляються технологічні процеси та обладнання, що відповідають вимогам промислової екології, практично на всіх технічних етапах використовуються екологічно чисті технології. Для очищення газоподібних і пилоподібних газів з метою їх нейтралізації або видалення з них дорогих і дефіцитних компонентів використовується різноманітне очисне обладнання та відповідні технічні методи.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |                    | 45  |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баадер В. Биогаз: теория и практика (пер. с нем.) Biogas in Theorie und Praxis. М.: Колос, 1982. 148 с. 168
2. Буртна І. А., Ружинська Л. І., Гачечиладзе О. О. Мембранне очищення біогазу з використанням селективного розчинника. Вост.–Европ. журн. передових технологій. 2013. № 1/8. С. 45–48.
3. Буртна І. А., Ружинська Л. І., Мурашко М. М. Аналіз перспектив застосування первапораційних полімерних мембран для очищення біогазу Восточно–Европейский журнал передових технологій. 2013. № 2(8). С. 33–37.
4. Впровадження європейських стандартів і нормативів у Державну систему моніторингу довкілля України : наук.-метод. посіб. / О. І. Бондар, О.Г. Татаріко, Є.М. Варламов, Т.Ф. Жуковський та ін. – К. : Інрес, 2006. –264 с.
5. Держенергоефективності: В Україні працюють біогазові установки загальною потужністю 70 МВт [Електронний ресурс] – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/derzhenergoefektivnosti-v-ukrayini-pracyuyut-biogazovi-ustanovki-zagalnoyu-potuzhnistyu-70-mvt> – Назва з екрану.
6. Жуковський Т.Ф. Дослідження пилогазових викидів у атмосферне повітря при виплавці феросиліцію в печах постійного струму / Жуковський Т.Ф., Проценко О.Л. // Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України : VII Всеукр. наук.-практ. конфер. : зб. наук. ст. – Запоріжжя : ЗДІА, 2011. – С. 3-6.
7. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року». Відомості Верховної Ради України. 2011. № 26, Ст. 218. С. 1284.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |

|     |     |          |       |     |                    |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--------------------|-----|
|     |     |          |       |     | <b>ТС 19510093</b> | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |                    | 46  |

8. Идигенов, А. Б., Филатов М. И. Установка комбинированной очистки биогаза. Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2, № 2 (71). С. 94–101.
9. Лосюк Ю. А., Орендаренко Г. В. Очистка биогаза до товарного продукта Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика: международный научно–технический журнал. 2012. №4. С. 70–74.
10. Максимов А.А., Строев С.И., Чекалов В.В. Модернизация рукавных фильтров газоочистных установок // Metallurg. 2014. № 10. С. 19–20.
11. Максiшко Л. М. Спосiб хемосорбцiйної очистки бiогазу. Науковий вiсник Львiвського національного унiверситету ветеринарної медицини та бiотехнологiй iм. Гжицького. 2013. Т. 15 № 3(3). С. 386-391.
12. Мануйлов П.Н., Автоматизация тепловых процессов на электростанциях, Москва, Энергия, 1970.
13. Музичук, Н.Т. (2000). Вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення. Довкілля та здоров'я, 2, 38-41.
14. Набиуллина А. Р., Котляр М. Н. Очистка биогаза от примесей для применения в теплоэнергетике. YOUNG ELPIIT 2015. Международный инновационный форум молодых ученых в рамках V Международного экологического конгресса «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно–транспортных комплексов» . 2015. С. 232–237.
15. Наказ про затвердження Правил технічної експлуатації газоочисних установок [Електронний ресурс]. – 2009 – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua>.
16. Никулин Н. Ю., Кущев Л. А., Пакки В. И. Современная схема очистки биогаза от твердых и газообразных примесей. Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения. Международная научно–практическая конференция. 2010. Том №2 С. 41–45.

|               |  |
|---------------|--|
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № дубл.  |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Підп. і дата  |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |     |  |                    |  |  |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|--|--------------------|--|--|-----|
|     |     |          |       |     |  | <b>ТС 19510093</b> |  |  | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |  |                    |  |  | 47  |

- 17.Обиход Г. О., Омельченко А. А, Бойко В. В. Екологічна безпека атмосферного повітря України: просторова структуризація. Вісник Приазовського державного технічного університету. 2016. Вип. 31, Т. 1. С. 160-167.
- 18.Організація пожежної безпеки на підприємствах харчової промисловості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net>.
- 19.Правила пожежної безпеки для енергетичних підприємств, Москва, Енергоатомвидавниц.,1988.
- 20.Раднаев Д.Н., Семенова О. П.Применение топливного фильтра на автомобили с газобаллонным оборудованием для очистки биогаза с наполнителем из природного цеолита. Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. 2015. № 3 (40). С. 88–91.
- 21.Родионов А. И., Клушин В. Н., Торочешников Н. С. Техника защиты окружающей среды. Москва : Химия, 1989. 512 с.
- 22.Розробка технічних рішень за системою золоуловлювання для котлоагрегата ТП – 90 Придніпровською ТЕС, Технічний опис, Южтехенерго, 1986.
- 23.Садчиков А.В. Биогаз и методы его очистки. Успехи современной науки и образования. 2017. Т.5 №2. С. 47–49.
- 24.Сайт Сталий розвиток для України. – Режим доступу : <http://www.sd4ua.org/golovni-temi-stalogo-rozvitku/zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya/>.
- 25.Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях, СН № 3223-85, Москва, Минздрав, 1986. Введені с 1.01.89.
- 26.Санітарні норми проектування промислових підприємств, СН 245-71, Москва, Будвидавниц.,1972.
- 27.Семенова О. П. Цеолит – наполнитель фильтра для очистки биогаза. Вестник СВФУ им. М.К. Аммосова. 2014. № 4. С. 47–50.
28. Смірнов А.Д., Довідкова книжка енергетика, Москва, Энергия,1972.

|              |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл.   |
| Взаєм.інв.№  |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл.   |



- 29.Спосіб і система очищення біогазу для вилучення метану [Електронний ресурс] – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://uapatents.com/12-100161-sposib-i-sistema-ochishhennya-biogazu-dlya-viluchennya-metanu.html> – Назва з екрану.
- 30.Старк, С.Б. Пиловловлювання і очищення газів в металургії, Москва, Металургія, 1977.
- 31.Ткаченко С. Й., Боднар Л. А. Екологічні аспекти виробництва енергії. Вінниця : ВНТУ, 2014. 80 с.
- 32.Токарчук Д. М., Яремчук О. В. Виробництво і використання біогазу в Україні: економічні і соціальні перспективи. Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). 2013. № 2(3). С. 338–346.
- 33.Чекалов В.В., Чекалов Л.В. Патент РФ № 2222369. Фильтрующий материал. Приоритет 20.03.2003. Зарег. в Гос. реестре 27.01.2004.
- 34.Чекалов В.В., Чекалов Л.В. Патент РФ № 2281144. Фильтр. Приоритет 11.01.2005. Зарег. в Гос. реестре 10.08.2006.
- 35.Чекалов В.В., Чекалов Л.В. Патент РФ № 2283683. Фильтрующий элемент. Приоритет 17.01.2005. Зарег. в Гос. реестре 20.09.2006.
- 36.Чекалов В.В., Чекалов Л.В. Фильтрующий материал. ЕР 1459796.
- 37.Чекалов В.В., Чекалов Л.В. Фильтрующий материал. НК 1071860.
- 38.Чекалов В.В., Чекалов Л.В., Курицын Н.А. Новый объёмный фильтрующий материал // Нетканые материалы. 2009. Февраль. С. 17–18.
- 39.Чекалов Л.В., Громов Ю.И., Чекалов В.В. Рукавные фильтры для ТЭС // Электрические станции. 2007. № 3. С. 43–46.
- 40.Чекалов Л.В., Чекалов В.В. Пылеулавливание: новые возможности фильтрации с использованием фильтровального рукава 3Desa-фильтр-патрон // Технический текстиль. 2010. № 24
- 41.Шапорев В. П., Цейтлін М. А., Райко В. Ф., Гурец Л. Л., Пляцук Д. Л., Шестопапов О. В., Філенко О. М., Васькин Р. А. Сучасні напрями підвищення

|              |  |
|--------------|--|
| Підп. і дата |  |
| Інв.№дубл.   |  |
| Взаєм.інв.№  |  |
| Підп. і дата |  |
| Інв.№подл.   |  |

екологічної безпеки виробництва соди : монографія. Суми : Сумський державний університет, 2014. 246 с.

42.The introduction of a unified national approach to classification procedure of wastes to hazardous. Metallurgical and Mining Industry, – №7. – 2016. — S. 24–29.

|             |              |             |            |              |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.Неподл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|             |              |             |            |              |

|     |     |          |       |     |
|-----|-----|----------|-------|-----|
|     |     |          |       |     |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

**ТС 19510093**

Арк

50