

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Козій Іван Сергійович



УДК 502.174:66.074 - 963

**ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ПИЛОВИХ
ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Суми – 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі прикладної екології Сумського державного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент
Гурець Лариса Леонідівна,
Сумський державний університет,
доцент кафедри прикладної екології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шушляков Олександр Васильович,
Харківський державний технічний університет
будівництва та архітектури, професор кафедри
теплогазопостачання, вентиляції та використання
теплових вторинних енергоресурсів;

кандидат технічних наук, професор
Моїсєєв Віктор Федорович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», професор
кафедри хімічної техніки та промислової екології

Захист відбудеться «29» червня 2012 р. о 12.00 на засіданні спеціалізованої вченої ради **К 55.051.04** в Сумському державному університеті за адресою: 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова 2, корп. Ц, ауд. 204

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Сумського державного університету за адресою: 40007, Україна, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2

Автореферат розіслано « » травня 2012 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Д.О. Лазненко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Вирішення проблеми підвищення рівня екологічної безпеки для сталого розвитку держави можливе лише за умови проведення природоохоронних заходів на промислових підприємствах. Для цього діючі підприємства, діяльність яких призводить до забруднення природного середовища, повинні впроваджувати екологічно орієнтовані технології для очищення шкідливих викидів. Хімічна промисловість є однією з основних галузей промисловості, яка характеризується значними обсягами виробництва, великою кількістю складних, багатостадійних технологічних процесів, що призводить до утворення великої кількості відходів та забруднюючих речовин на різних стадіях виробництва.

Так, підприємствами хімічної галузі в Україні щороку викидається в атмосферне повітря понад 150 тис. т забруднюючих речовин, із них: рідкі та газоподібні викиди – 86,6%, тверді частки – 13,4%. Із загальної кількості пилових викидів, що утворюються на підприємствах хімічної промисловості, близько 1% належать до першого класу небезпеки, 2% – до другого, 23% – до третього, решта 74% – до четвертого класу небезпеки. Особливе місце серед забруднювачів займає дрібнодисперсний пил, який розсіюється на значну відстань від джерел забруднення, має фіброгенні властивості й становить значну екологічну небезпеку як для здоров'я людини, так і навколишнього середовища. Пилові викиди підприємств хімічної промисловості характеризуються багатокомпонентним складом, великими обсягами, можуть містити домішки як смолистих, так і легкозлипливих речовин, що знижує ефективність існуючих систем пилоочищення. Необхідність вибору та дослідження високоефективного пилоочисного обладнання для зменшення негативного впливу на довкілля і обумовлює актуальність роботи.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування газоочисного обладнання високої пропускної здатності, яке може ефективно працювати з пилом різного дисперсного складу, а також, за необхідності, здійснювати комплексне очищення газів. До такого обладнання належать пилогазоочисні апарати з провальними тарілками великих отворів (ПТВО).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри прикладної екології Сумського державного університету, пов'язаних із тематикою «Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище підприємств хімічної та машинобудівної промисловості» згідно з науково-технічною програмою Міністерства освіти та науки України (№ держреєстрації 0109U008929).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є вирішення наукової проблеми, що призводить до зниження техногенного навантаження від пилових викидів шляхом удосконалення системи пилоочищення з застосуванням апаратів із ПТВО.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- дослідити вплив пилових викидів на довкілля;
- дослідити характеристики пилу як чинника формування екологічної безпеки в умовах конкретного підприємства хімічної промисловості;

- розробити математичну модель процесу розсіювання дрібнодисперсного пилю в атмосфері;

- на підставі вивчення умов утворення, складу і властивостей пилю провести вибір найбільш ефективного обладнання для пиловловлення;

- дослідити вплив конструктивних та режимних параметрів апарата з ПТВО на ефективність пиловловлення;

- розробити маловідхідну технологію очищення газів від пилю;

- розробити рекомендації з експлуатації пилоочисного апарата.

Об'єкт дослідження – екологічна небезпека, що формується забрудненням атмосфери пиловими викидами хімічних виробництв.

Предмет дослідження – процес очищення відхідних газів хімічної промисловості від пилю з використанням високоінтенсивного пилоочисного обладнання.

Методи дослідження базуються на використанні фізичного та математичного моделювання досліджуваних процесів. Використано математичні методи для дослідження процесу розсіювання дрібнодисперсного пилю в атмосфері, а також експериментальні методи дослідження ефективності роботи апарата. У роботі використані фізичні методи для визначення дисперсного складу та механічних властивостей пилю, гравіметричний метод для визначення ефективності пиловловлення та визначення запиленості повітря на межі санітарно-захисної зони підприємства, рентгеноскопічний спектральний аналіз елементного складу пилю, методи хімічного аналізу для визначення характеристик шламу. Теоретичні розрахунки та обробку експериментальних даних виконували із застосуванням комп'ютерних програм MapleSoft 12.0; Statistica 6.0; ЕОЛ 2000; Microsoft Excel, Advanced Grapher 2.2.

Наукова новизна роботи:

- з метою підвищення рівня екологічної безпеки виявлені шляхи інтенсифікації процесу пилоочищення газів від пилю підприємств хімічної промисловості;

- розроблена математична модель розсіювання твердих частинок та її розв'язання методом кінцевих елементів з урахуванням дисперсності пилю;

- проведено паспортизацію пилю як чинника формування екологічної безпеки в умовах конкретного підприємства хімічної промисловості;

- удосконалена фізична модель процесу пилоочищення в апараті з провальними тарілками великих отворів у режимі вторинного піноутворення;

- вперше отримано регресійні залежності для визначення ефективності пиловловлення в апараті з провальними тарілками великих отворів в режимі вторинного піноутворення.

Практична цінність роботи. З метою підвищення рівня екологічної безпеки запропоновано використання апарата з провальними тарілками великих отворів для очищення пилових викидів на існуючих стадіях технологічного процесу виробництва пігментного двоокису титану (акт впровадження – Сумський ДНДІ «МІНДІП» від 10 травня 2011 року та СП «Технополіс» від 5 листопада 2011 року). Розроблено стабілізатор пінного шару, який дозволяє стабілізувати поздовжні коливання газорідного шару на полотні тарілки (отримано патент на корисну модель).

З метою ресурсозбереження проведено дослідження з пошуку шляхів повернення в процес продукту зі шламонакопичувача, що свідчить про можливість зменшення втрат сировини та готового продукту виробництва двоокису титану на ПАТ «Суміхімпром» шляхом повернення вловленого пилу в технологічний процес.

Впроважено в навчальний процес кафедри прикладної екології Сумського державного університету розроблену в дисертації математичну модель та алгоритм розрахунку розсіювання дрібнодисперсного пилу від стаціонарних джерел забруднення у дисципліні «Моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища» (акт впровадження від 12 грудня 2011 року).

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у розробленні конструкції пилоочисного апарата з ПТВО, проведенні математичного моделювання розсіювання дрібнодисперсного пилу в атмосфері, підборі й апробації методик експериментальних досліджень гідродинаміки та пиловловлення, проектуванні та монтажі експериментального стенда, обробці та узагальненні отриманих результатів. Здобувач брав участь на всіх етапах робіт із розроблення рекомендацій щодо впровадження апарата з ПТВО на діючих виробництвах як відповідальний виконавець. Внесок автора у роботах, опублікованих у співавторстві, наведений у списку праць за темою дисертації.

Постановка завдань та їх обговорення проводилися під керівництвом канд.техн.наук, доцента Гурець Л.Л.

Апробація результатів роботи. Результати дисертаційної роботи доповідалися на наукових та науково-практичних конференціях: IV Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія. Економіка. Енергозбереження», м. Суми, 2007 р.; Міжнародній науково-технічній конференції «Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів», м. Дніпропетровськ, 2008 р.; Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки», м. Кременчук, 2008 р.; V Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія. Економіка. Енергозбереження», м. Суми, 2009 р.; VIII Міжнародній науковій конференції аспірантів і студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів», м. Донецьк, 2009 р.; Науково-технічних конференціях викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету СумДУ, м. Суми, 2007 – 2011 рр.; XI Міжнародній науково-практичній конференції "Біосферно-ноосферні ідеї В.І. Вернадського й еколого-економічні та гуманітарні проблеми регіонів", м. Кременчук, 2009 р.; Міжнародній науково-практичній конференції "Карпатська конференція з проблем охорони довкілля", м. Мукачево-Ужгород, 2011 р.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць: 6 статей у спеціалізованих виданнях, що входять до переліку ВАК України, патент України на корисну модель, 5 тез доповідей.

Структура дисертації. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг роботи становить 141 сторінку. Дисертаційна робота містить 40 рисунків і 15 таблиць по тексту, з яких 6 на окремому аркуші. Додатки розміщені на 13 сторінках, список використаних джерел у кількості 137 найменувань – на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, завдання досліджень, представлено наукову новизну, практичну значущість отриманих результатів.

Перший розділ присвячений аналізу сучасної ситуації з питання забруднення пиловими викидами навколишнього середовища. Проведено аналіз робіт, присвячених оцінці впливу забруднювачів на стан екологічної безпеки таких провідних фахівців як Шмандій В.М., Некос В.Ю., Трофімчук А.М., Гомеля М.Д., Мальований М.С., Качинський А.Б. та ін. Досліджено моделі розсіювання забруднюючих речовин та вплив пилових викидів на природні екосистеми та організм людини.

Проведений аналіз окремих виробництв хімічної промисловості показав, що ступінь очищення газових викидів в атмосферу не відповідає теоретично можливій ефективності роботи газоочисного обладнання. Проаналізовано наукові розробки Молдабекова Ш., Шаригіна М.П., Балабекова О.С., Пляцука Л.Д., Гурець Л.Л., Шушлякова О.В., Батлук В.А. та ін. Встановлено, що одним із перспективних видів обладнання для вловлення дрібнодисперсного пилу є апарати з провальними тарілками великих отворів (ПТВО).

У другому розділі описано об'єкт і методи дослідження. Серед підприємств хімічної промисловості було розглянуто ПАТ «Суміхімпром», яке є типовим хімічним виробництвом та входить до переліку 100 найбільших забруднювачів довкілля в Україні. Дані інвентаризації викидів підприємства свідчать про те, що основним джерелом надходження дрібнодисперсного пилу в атмосферу є виробництво двоокису титану.

Проведено паспортизацію пилу ільменіту та двоокису титану як фактора екологічної небезпеки та складової об'єкта дослідження. Проведення паспортизації пилу зумовлене необхідністю визначення фізико-хімічних властивостей з метою вибору відповідного пилоочисного обладнання з ПТВО та підвищення ефективності пилоочищення.

Механічні властивості пилу ільменіту та двоокису титану наведені в табл.1 і табл.2.

Таблиця 1 - Механічні властивості пилу ільменіту

Найменування	Позначення	Одиниці вимірювання	Значення
Щільність	ρ	кг/м ³	3550 – 3650
Насипна щільність (неущільнений стан)	ρ_n	кг/м ³	1370 – 1450
Насипна щільність (ущільнений стан)	ρ_y	кг/м ³	1980 – 2090
Кут природного відкосу статичний	$\alpha_{ст}$	град.	55 – 56
Кут природного відкосу динамічний	α_d	град.	49 – 50
Коефіцієнт ущільнення	K_y		1,44
Розривна міцність (злипність)	T_p	Па	310 – 330
Крайовий кут змочування	Θ	град.	72

Таблиця 2 - Механічні властивості пилу двоокису титану

Найменування	Позначення	Одиниці вимірювання	Значення
Щільність	ρ	кг/м ³	2850 – 2920
Насипна щільність (неущільнений стан)	ρ_n	кг/м ³	920 – 970
Насипна щільність (ущільнений стан)	ρ_v	кг/м ³	1200 – 1240
Кут природного відкосу статичний	$\alpha_{ст}$	град.	57 – 58
Кут природного відкосу динамічний	α_d	град.	52 – 53
Коефіцієнт ущільнення	K_v		1,52 – 1,58
Розривна міцність (злипність)	T_p	Па	758 – 802
Крайовий кут змочування	Θ	град.	36

Досліджуваний пил ільменіту класифіковано як дрібнодисперсний ($d_{50} = 7,2$ мкм, середньоквадратичне відхилення розподілу частинок пилу $\sigma = 0,32$), двоокису титану як дуже дрібнодисперсний ($d_{50} = 0,305$ мкм, середньоквадратичне відхилення розподілу частинок пилу $\sigma = 0,29$).

Отримано регресійні рівняння залежності масового вмісту пилу від дисперсності частинок (d_v) для пилу ільменіту (1) та двоокису титану (2)

$$y = -0,2494x^2 + 16,047x - 28,42 \quad (1)$$

Коефіцієнт детермінації рівняння (1) становить $R^2=0,943$. Для розрахунку часток розміром більше 2 мкм

$$y = 53,19 \ln(x) - 18,687. \quad (2)$$

Коефіцієнт детермінації рівняння (2) становить $R^2=0,883$. Для розрахунку частинок розміром більше 0,15 мкм, при $x=10 \cdot d_v$.

У дисертаційній роботі наведено загальну схему експериментальної установки (рис. 1). Стенд для дослідження гідродинаміки та пиловловлення являє собою колону розмірами: висотою 2 м, довжиною 0,3 м, шириною 0,25 м з встановленою провальною тарілкою 2. Передня і задня стінки колони виконані з оргскла, що дозволило провести візуальне спостереження, фото- та відеозйомку.

Установка працює таким чином. Подача запиленого повітря на установку здійснювалася відцентровим вентилятором 8 (ВВД-9) у нижню частину колони. Регулювання продуктивності по газу проводилося шляхом зміни положення засувки 13, а контроль за цим показником здійснювався за допомогою комплексу приладів для автоматичного регулювання витрати 10, що встановлені на лінії подачі повітря на установку. Вода на установку подавалася з водопровідної мережі в напірну ємність 6, далі подавалася в верх колони до розподільного пристрою 4. Для вимірювання витрати води використовувався ротаметр 12 (РС-7). Регулювання витрати води проводили за допомогою поступового відкриття вентиля 15.

Газовий потік, взаємодіючи з рідиною на поверхні тарілки, створює високотурбулізований шар піни, а потім виходить назовні через верх колони. Бризковловлювач 5 дозволяє зменшити краплини під час роботи апарата. Рідина, що стікала з тарілки, виходила через нижню частину колони і потрапляла в збірну ємність 7, потім насосом 9 подавалася через фільтрувальний пристрій 16 у напірну ємність 6, що дозволило створити циркуляцію рідини замкнутим контуром під час

роботи апарата. Для дозування пилу використовували шнековий дозатор 17, який був вмонтований у патрубок подачі газу. Точки відбору проб пилу 18 знаходилися в трубі для відхідного газового потоку.

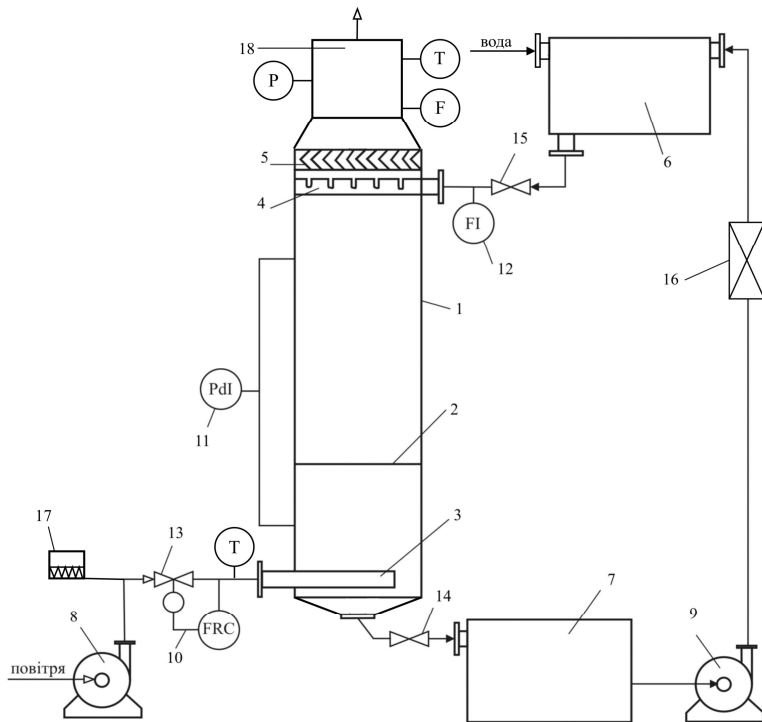


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки: 1 – колона; 2 – тарілка; 3 – розподільний пристрій для газу; 4 – розподільний пристрій для рідини; 5 – бризковловлювач; 6 – напірна ємність; 7 – ємність для збору рідини; 8 – вентилятор; 9 – насос; 10 – комплекс приладів для регулювання витрати газу; 11 – диференціальний манометр; 12 – ротаметр; 13 – засувка; 14, 15 – вентиля; 16 – фільтр; 17 – шнековий дозатор; 18 – точки відбору проб пилу

механізмом. Тому в основі математичної моделі процесу поширення пилу має місце напівемпіричне диференціальне рівняння конвективного перенесення

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} + w \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \sigma^* \varphi = \frac{\partial}{\partial z} \gamma \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \mu^* \nabla^2 \varphi + k, \quad (3)$$

де φ – концентрація забруднюючої речовини, $\text{кг}/\text{м}^3$; t – час, с; u, v, w – компоненти швидкості вітру за віссю декартової системи координат, м/с; μ^* – коефіцієнт горизонтальної дифузії в площині (x, θ, y) , $\text{м}^2/\text{с}$; γ – коефіцієнт вертикальної дифузії

в z – напрямку, $\text{м}^2/\text{с}$; $\nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$; k – параметр джерела, що залежить від

У розділі описано методику проведення експериментів. Проведено оцінку ймовірних похибок при обробці отриманих результатів.

Третій розділ присвячено опису фізичної та розробленню математичної моделі процесу розсіювання дрібнодисперсного пилу в атмосфері. Пилкові домішки, що викидаються в атмосферне повітря, як правило, мають полідисперсний склад. Великі частинки пилу під дією сил інерції починають знижуватися і осідають на поверхні землі здебільшого поблизу джерела викиду або в межах санітарно-захисної зони (СЗЗ). Дрібнодисперсний пил захоплюється повітряними масами та переноситься на велику відстань від джерела розсіювання внаслідок дифузійного перенесення.

Проведена паспортизація пилу дозволила класифікувати його як дрібнодисперсний, що дає можливість розглядати процес осадження пилу за турбулентно дифузійним

координат і часу, тобто $k = f(x, y, z, t)$; σ^* – величина, що пов’язана з трансформацією субстанції, c^{-1} .

За наявності вітру, а також зважаючи на стаціонарний процес, рівняння (3) набирає вигляду

$$u \frac{d\varphi}{dx} + \sigma^* \varphi = \mu^* \frac{d^2\varphi}{dx^2} + Q\delta(x - x_0), \quad (4)$$

де Q – потужність джерела, кг/с; $\delta(x - x_0)$ – дельта-функція Дирака, що враховує інтегральний вміст частинок пилу та їх дифузію в об’ємі повітря за висотою, а також кількість частинок, що осідають на поверхні землі, $1/m^3$.

Для рівняння (4) беремо такі граничні умови: межею розсіювання пилу від стаціонарного джерела є розміри СЗЗ підприємства; джерело знаходиться в центрі координат; потужність викиду джерела є сталою величиною.

Розв’язання рівняння (4) проводимо чисельно із заміною похідних на кінцеві різниці, створені на малих просторових інтервалах (виконано дискретизацію простору, розбивши геометрію процесу на розрахункові інтервали від джерела до відстані СЗЗ підприємства 0,01 м)

$$h = \frac{(b - a)}{n}, \quad (5)$$

точки розбиття $x_i = x_0 + ih$, $i = 0, 1, \dots, n$; $x_0 = a$; $x_n = b$.

Значення функції $\varphi = \varphi(x)$ і її похідних $\varphi' = \varphi'(x)$, $\varphi'' = \varphi''(x)$ позначено відповідно через $\varphi_i = \varphi_i(x_i)$, $\varphi_i' = \varphi_i'(x_i)$, $\varphi_i'' = \varphi_i''(x_i)$.

Введено позначення

$$\mu_i = \mu_i^*(x_i), \quad u_i = u_i(x_i), \quad \sigma_i = \sigma_i^*(x_i). \quad (6)$$

Замінено похідні на односторонні скінченнорізницеві співвідношення

$$\varphi_i' \approx \frac{\varphi_{i+1} - \varphi_{i-1}}{2h}, \quad \varphi_i'' \approx \frac{\varphi_{i+1} - 2\varphi_i + \varphi_{i-1}}{h^2}. \quad (7)$$

Формули (7) приблизно виражають значення похідних у внутрішніх межах інтервалу $[a, b]$.

Для граничних значень припустимо

$$\varphi_0' \approx \frac{\varphi_1 - \varphi_0}{h}, \quad \varphi_n' \approx \frac{\varphi_{n-1} - \varphi_n}{h}. \quad (8)$$

Використовуючи формули (8), диференціальне рівняння (4) при $x = x_i$, ($i = 1, 2, \dots, n-1$) наближено можна замінити лінійним рівнянням

$$\mu_i \frac{\varphi_{i+2} - 2\varphi_{i+1} + \varphi_i}{h^2} + u_i \frac{\varphi_{i+1} - \varphi_{i-1}}{2h} + \sigma_i \varphi_i = Q\delta(x - x_0). \quad (9)$$

Перетворення рівняння (9) відносно φ_{i-1} , φ_i та φ_{i+1} дозволило отримати скінченнорізницеву формулу для розрахунку концентрації пилу на заданій відстані від джерела розсіювання

$$\left(\frac{\mu_i}{h^2} - \frac{u_i}{2h} \right) \varphi_{i-1} + \left(-\frac{2\mu_i}{h^2} + \sigma_i \right) \varphi_i + \left(\frac{\mu_i}{h^2} + \frac{u_i}{2h} \right) \varphi_{i+1} = Q\delta(x - x_0). \quad (10)$$

Код розв’язання рівняння (10) реалізований на алгоритмічній мові C++ зі збереженням результату розрахунку на комп’ютері.

Для перевірки адекватності математичної моделі були виконані заміри запиленості повітря на межі СЗЗ ПАТ «Сумихімпром» та за територією підприємства (табл. 3).

Таблиця 3 - Стан запиленості повітряного середовища на територіях, прилеглих до ПАТ «Сумихімпром»

Місце відбору проб	Концентрація, мг/м ³			ГДК нас. пункт., мг/м ³
	макс.	мінім.	середня	
400 м від джерела	2,8	2,4	2,6	0,5
500 м від джерела	2,1	1,7	1,9	0,5
600 м від джерела	1,7	1,5	1,6	0,5
800 м від джерела	1,6	1,2	1,4	0,5
1000 м (межа СЗЗ)	1,3	0,9	1,1	0,5
500 м від межі СЗЗ	1,1	0,7	0,9	0,5

Для перевірки дисперсного складу та елементного вмісту пилу було відібрано проби пилу на межі СЗЗ підприємства. Проведені мікроскопічні дослідження відібраних проб пилу підтверджують те, що він є дрібнодисперсним. Загальний вигляд пилу зображено на рис. 2.

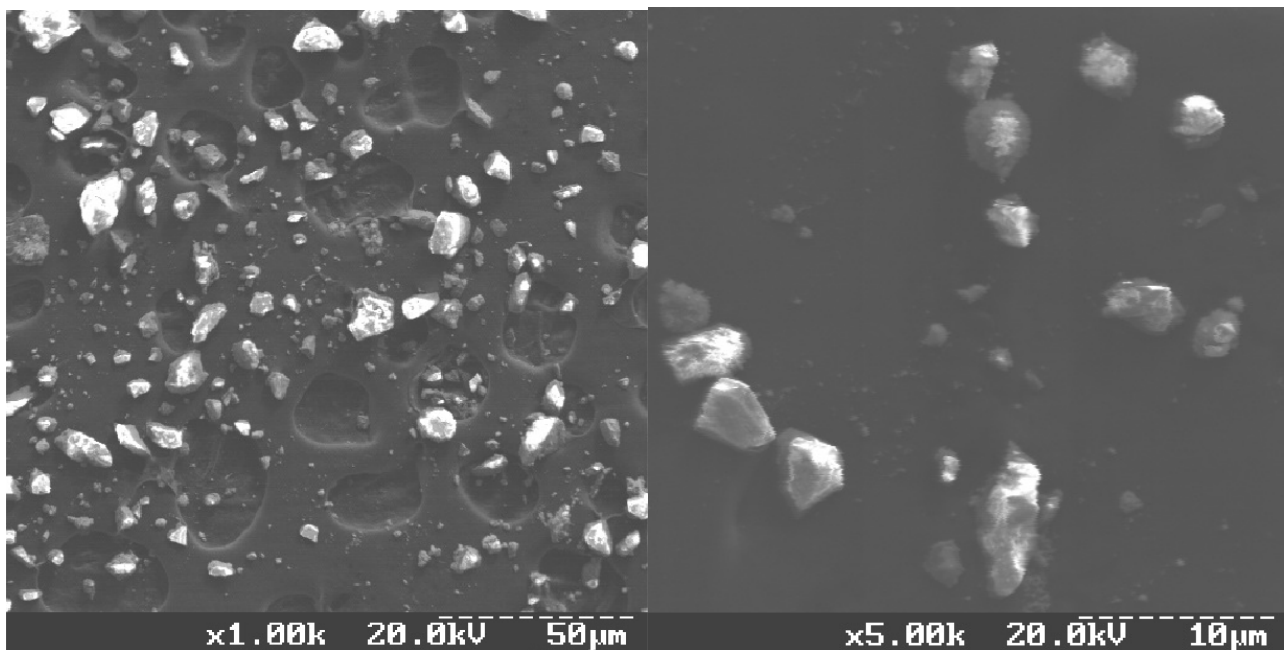


Рисунок 2 – Загальний вигляд пилу

Результати растрової електронної мікроскопії з рентгенівським мікроаналізом відібраних проб пилу, реалізовані на приладі РЕММА-102 (SELMI) з використанням енергодисперсійного спектрометра EDX (ЕДАР), підтверджують втрати як титановмісної сировини, так і готового продукту (рис. 3). Так, відповідно до комп'ютерного розрахунку аналітичного сигналу та отриманих спектрів вміст елементного титану у відібраному зразку пилу становить близько 15% (масовий).

18.4.2011

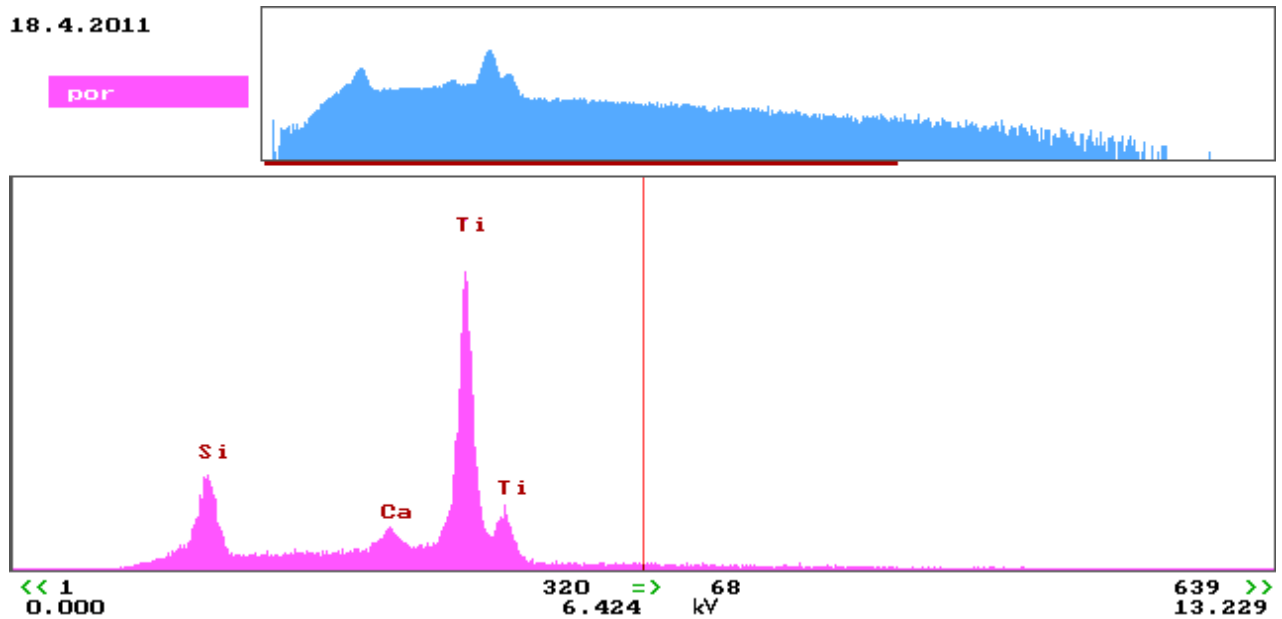


Рисунок 3 – Результати рентгенівського мікроаналізу пилу

Порівняльний аналіз математичної моделі та експериментальних даних наведено на рис. 4.

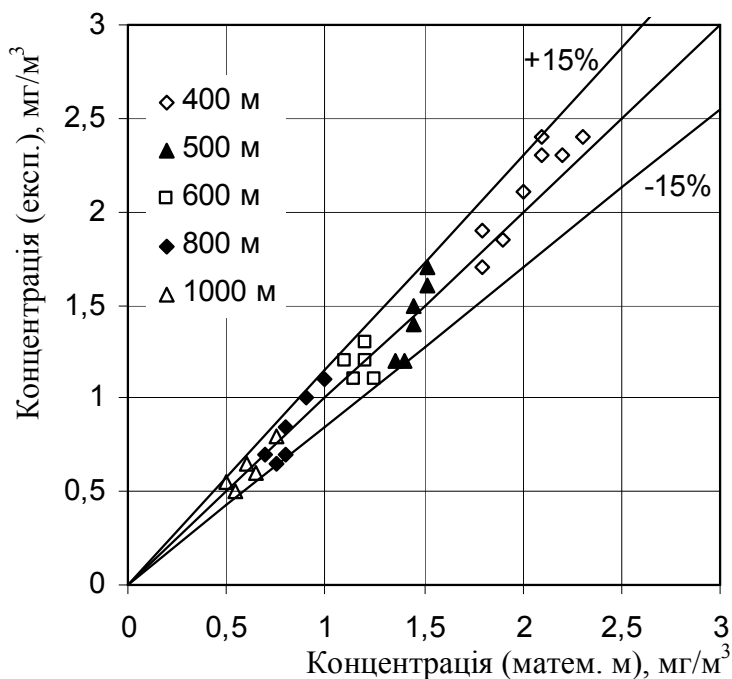


Рисунок 4 – Зіставлення результатів розсіювання дрібнодисперсного пилу за математичною моделлю та експериментальними даними

перерізом полотна тарілки $\tau = 23,5\%$.

Проведені дослідження гідродинаміки апарата на тарілці з отворами 0,15 м дозволили виявити чотири режими роботи колони (рис. 5).

Як бачимо з рис. 4, відхилення розрахункових значень математичної моделі від результатів експерименту в основному не перевищує 15% у всьому дослідженому діапазоні відстаней.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень гідродинамічних і пиловловлювальних характеристик апарата з ПТВО.

Інтенсивність очищення газу визначається роботою одного отвору і залежить від маси газу, що виходить з нього. Це свідчить про можливість використання одинарного отвору для узагальнення закономірностей роботи ПТВО.

У роботі в якості контактної пристрою розглянуто тарілку з отвором 0,15 м та вільним

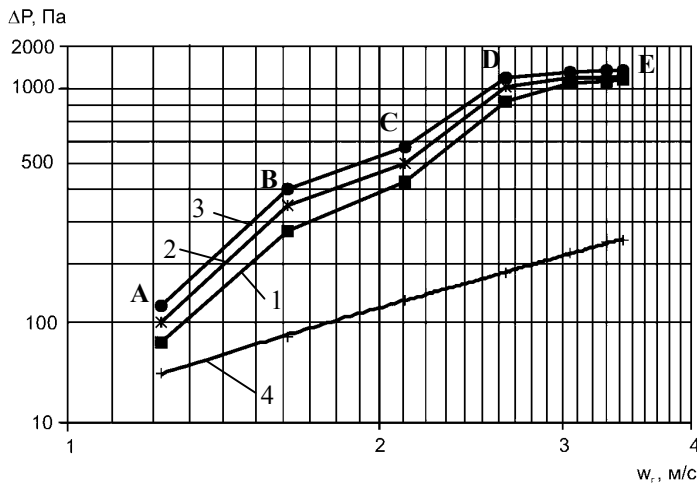


Рисунок 5 – Залежність гідравлічного опору від швидкості газу в апараті з тарілкою $d_0 = 0,15$ м ($\tau = 23,5\%$) при різних значеннях щільності зрошення L_3 , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$: 1 – 12; 2 – 15; 3 – 20; 4 – суха тарілка

Традиційний для пінних апаратів режим – барботаажний (нерівномірний), зважаючи на розмір отвору, не спостерігається. При роботі тарілки з отвором $0,15$ м до швидкості газу $w_2 = 1,2$ м/с відбувається суцільний провал рідини. Збільшення швидкості газу ($1,2 - 1,6$ м/с) супроводжується накопиченням рідини на поверхні тарілки (рис. 5, АВ).

II режим – пінний (рис. 5, BC), на тарілці утворюється пінний шар. Пінний режим в апараті з провальною тарілкою великого отвору існує у вузькому діапазоні за швидкістю газу $1,6 - 2,1$ м/с. В даному режимі газорідинний шар має яскраво виражені поздовжні

коливання з великою амплітудою. При цьому практично відсутнє бризковинесення.

III режим – інверсія фаз (рис. 5, CD), коли збільшення швидкості газу приводить до зміни гідродинамічної картини на тарілці, збільшуються кількість утримуваної рідини (КУР), висота газорідинного шару та, відповідно, поверхня контакту фаз. При цьому інтенсивність провалу рідини різко знижується. При цьому режимі газорідинний шар схильний до поздовжніх коливань із великою амплітудою і спостерігається інтенсивне бризковинесення. Межа існування даного режиму для ПТВО до швидкості газу в апараті $2,1 - 2,5$ м/с.

IV режим – вторинного піноутворення (рис. 5, DE). Підвищення швидкості газу понад $2,5$ м/с приводить до розвиненої вихрової взаємодії фаз. Газорідинна суміш виглядає як „бурхлива піна”, але одночасно спостерігається помітна стабілізація шару (зниження амплітуди пульсацій). Також спостерігається рівномірний розподіл газомісту шару й рідини по всьому перерізу апарата. При цьому режимі досягається значна висота газорідинного шару і, як наслідок, розвинена поверхня контакту фаз і великий гідродинамічний ККД. Варто зазначити, що чим вища щільність зрошення, тим стабільніше працює тарілка. Внаслідок такої однорідної структури та незначних поперечних коливань шару, а отже, і локального градієнта статичного тиску рідини на тарілку (гідравлічний опір тарілки становить 1300 Па) відбувається одночасне витікання газу й рідини через отвір.

На основі експериментальних досліджень гідродинаміки апарата, у якості робочого режиму було обрано режим вторинного піноутворення (рис. 4, DE). Робочий режим апарата відповідає інтервалу швидкості за газом $2,5 - 3,5$ м/с. Робочий інтервал щільності зрошення становить $15 - 20$ $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Переваги режиму вторинного піноутворення чітко виявляються при порівнянні графічних залежностей гідравлічного опору (рис. 5), КУР (рис. 6) та висоти шару (рис. 7) від лінійної швидкості газу в колоні.

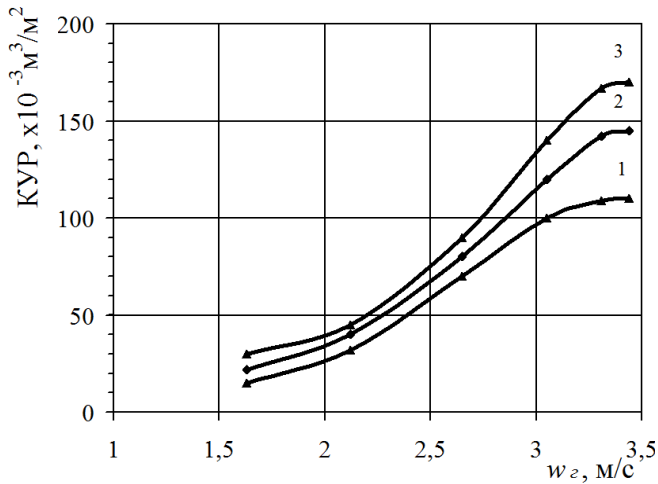


Рисунок 6 – Залежність КУР від швидкості газу в апараті з тарілкою $d_0 = 0,15$ м ($\tau = 23,5\%$) при різних значеннях щільності зрошення L_3 , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$: 1 – 12; 2 – 15; 3 – 20

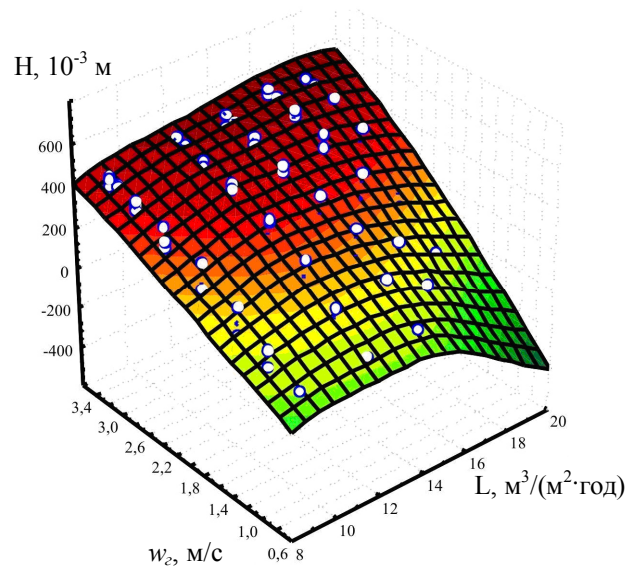


Рисунок 7 – Залежність висоти газорідного шару від щільності зрошення й швидкості газу в апараті

Обробка результатів експериментальних даних дозволила отримати регресійні рівняння для робочого режиму апарата з ПТВО залежності гідравлічного опору (11) та КУР (12) від швидкості газу в апараті

$$y = -31,16x^2 + 743,82x - 893,71 \quad (11); \quad y = 12,26^2 + 8,23x - 27,49 \quad (12)$$

Коефіцієнт детермінації рівняння (11) складає $R^2=0,951$, рівняння (12) - $R^2=0,98$.

Осадження твердих часток у шарі піни ПТВО відбувається під дією турбулентно-інерційного і турбулентно-дифузійного механізмів – залежно від густини і розміру частинок. Частинки твердої фази мають розмір значно менший ніж розмір турбулентних пульсацій потоку, і тому вони долучаються до пульсаційного вихрового руху газового потоку. Дрібні частинки, які характеризуються високим ступенем захоплення, осаджуються на поверхні рідини (поверхня пухиря та змочене полотно тарілки) під впливом турбулентно-інерційного механізму, а після розпаду пухиря на дрібні струмені й пухирці – турбулентно-дифузійного. Більші частинки, які мають велику інерційність, осаджуються переважно на змоченому полотні тарілки та під впливом турбулентно-інерційного механізму, обумовленого різною швидкістю руху частинок у газовому потоці.

Під час проведення експериментів можна було спостерігати налипання частинок пилу знизу тарілки ближче до пристінного простору, знизу по периметру отвору налипання майже відсутнє упродовж тривалого часу експлуатації.

При утворенні газового пухиря частинки пилу, що потрапили разом з газовим потоком усередину нього, знаходяться в середовищі з відносною вологістю 100%. Тим самим внаслідок високого кута змочування та хаотичного руху частинок усередині пухиря утворюються агломерації, які внаслідок збільшення власної маси осідають на поверхні пухиря. Після досягнення критичного розміру пухиря відбувається його руйнування, і сили поверхневого натягу, що підтримували тиск

усередині нього, зникають. Внаслідок цього утворюється розрідження, що збільшує ймовірність зіткнення та агломерації пилових частинок. Решта пилу, що не осіла на поверхні рідини, потрапляє в газорідинні струмені та дрібні пухирці, де далі продовжує вловлюватись під дією турбулентно-дифузійного механізму.

Під час проходження газу через отвір тарілки на її поверхні утворюється пухир, поверхня якого за рахунок діаметра отворів тарілки має значні коливання. При швидкостях газу 2,5–3,5 м/с спостерігаються швидке зростання об'єму та відповідно поверхні пухиря і його відрив від краю отвору тарілки. Внаслідок нестійкості форми та зменшення сил поверхневого натягу пухир руйнується й утворює вихрові потоки та ряд дрібних, стійких пухирів. Саме в процесі подрібнення пухиря і утворення системи пухирів та вихрових потоків відбувається передача коливального імпульсу на отвір тарілки, що призводить до пульсаційної зміни тиску в просторі під тарілкою. Пульсаційне коливання полотна тарілки дозволяє апарату ефективно працювати з пилогазовим потоком, частинки якого характеризуються високою адгезійною здатністю і схильні до налипання на полотні тарілки.

Для підтвердження ефективності використання апарата з ПТВО були проведені експериментальні дослідження на лабораторному стенді на базі лабораторії кафедри прикладної екології Сумського державного університету.

З метою визначення ефективності пиловловлення в апараті з ПТВО було обрано пил двоокису титану, який, крім того, що є дрібнодисперсним, характеризується високим кутом змочування та адгезійними властивостями, що під час контакту з рідиною призводить до налипання на стінках та контактних пристроях пилоочисних апаратів. Результати проведеного дослідження ефективності пиловловлення на тарілці з отворами 0,15 м відображено на рис. 7, 8.

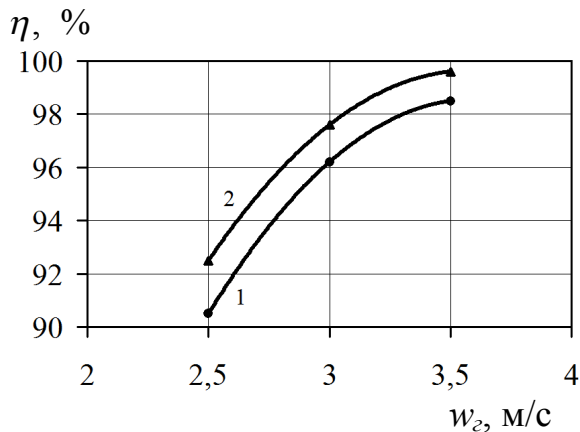


Рисунок 7 - Залежність ефективності від швидкості газу при різних значеннях щільності зрошення L_3 , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$: 1 – 15; 2 – 20

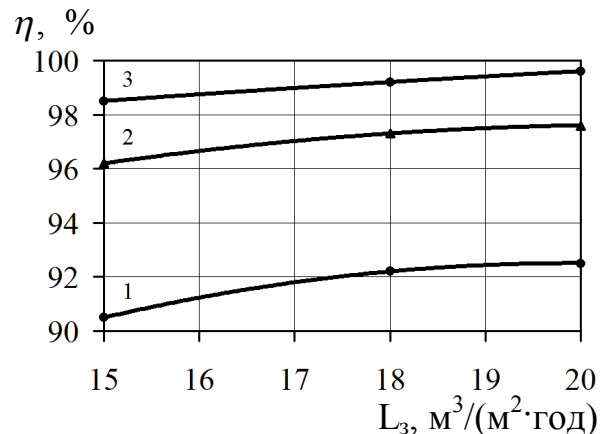


Рисунок 8 - Залежність ефективності пиловловлення від щільності зрошення в апараті ПТВО: 1 – $w_2=2,5$ м/с; 2 – $w_2=3$ м/с; 3 – $w_2=3,5$ м/с

Збільшення ефективності роботи апарата при щільностях зрошення понад $15 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ обумовлено тим, що на тарілці утворюється високий та стабільний сильнотурбулізований шар піни. Максимальна ефективність пиловловлення в досліджуваному апараті становила 99,6% при швидкостях газу 3,5 м/с та щільності зрошення 18 – 20 $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Спираючись на експериментальні дані роботи газоочисного апарата з урахуванням гідродинамічних (швидкість газу в апараті, щільність зрошення, гідравлічний опір, КУР) та конструктивних особливостей апарата (вільний переріз полотна тарілки), отримано регресійну залежність для розрахунку висоти пінного шару в робочому режимі апарата з ПТВО

$$H = -189,72 + 13,54L_3 - 0,399\tau^2 - 27,37\tau - 76,22w_2^2 + 365,53w_2 + 12,61w_2 \cdot \tau. \quad (13)$$

Коефіцієнт детермінації рівняння (13) – $R^2=0,962$.

У результаті аналізу графічних залежностей (рис. 7, 8) щодо ефективності пиловловлення у програмному продукті Advanced Grapher 2.2 було отримано і рівняння регресії для розрахунку ефективності пиловловлення, %, залежно від швидкості газу при щільності зрошення в апараті $15 - 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

$$\eta = -6,5w_2^2 + 48,8w_2 + 14,5. \quad (14)$$

Отримане рівняння (14) розрахунку ефективності пиловловлення є високо значущими адже коефіцієнт детермінації R^2 становить 0,94.

У п'ятому розділі з метою апробації результатів дослідження ефективності очистки газів від дрібнодисперсного пилу був розроблений пилогазоочисний апарат для мокрого очищення газу. Дослідження ефективності пилоочищення проводилось на реальних пилогазових сумішах, які містили пил двоокису титану та ільменіту.

Досліджуваний апарат виконаний діаметром 2,4 м, висотою 5,0 м і містить дві провальні тарілки з отворами 150 мм і вільним перерізом $\tau = 21,5\%$. Продуктивність апарата – 15 тис. $\text{м}^3/\text{год}$.

Дослідження пиловловлення проводилося для двох видів пилу – ільменіту та двоокису титану з метою модернізації існуючого пиловловлювального обладнання на різних стадіях виробництва двоокису титану. Результати дослідження ефективності пиловловлення наведені в табл. 4.

Таблиця 4 - Значення ефективності пилоочищення, %, для різних швидкостей газу та щільності зрошення в апараті

Вид пилу та щільність зрошення апарата	Ефективність пилоочищення, %, при швидкості газу, м/с			
	2,5	2,9	3,2	3,5
Пил TiO_2 , $L_3 = 15 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	80	89	94,5	96
Пил TiO_2 , $L_3 = 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	83	93	98	99,2
Ільменіт, $L_3 = 15 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	85	92	96	98
Ільменіт, $L_3 = 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	88	94	98,5	99,5

Для підвищення ступеня очищення газів від пилу та підвищення ресурсозбереження, а відтак, і рівня екологічної безпеки підприємства розроблений апарат пропонується включити в технологічну схему на стадіях сушіння та розмелу ільменіту, прожарювання, сушки та розмелу двоокису титану виробництва двоокису титану замість існуючого пилоочисного обладнання. Розроблено рекомендації з експлуатації пилоочисного апарата з ПТВО.

З метою підвищення ресурсозбереження та зменшення втрат готового продукту на базі ДНДІ «МІНДІП» було проведено дослідження з пошуку шляхів повернення в

процес продукту зі шламонакопичувача. Внаслідок проведених лабораторних досліджень можна рекомендувати проводити повернення продукту з шламонакопичувача після відстоювання на другу стадію «білої фільтрації».

Розроблено рекомендації з експлуатації пилоочисного апарата з ПТВО.

Для оцінки зниження техногенного навантаження на довкілля побудовано карти розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері до та після реконструкції системи пилогазоочищення для виробництва пігментного двоокису титану (рис. 9).

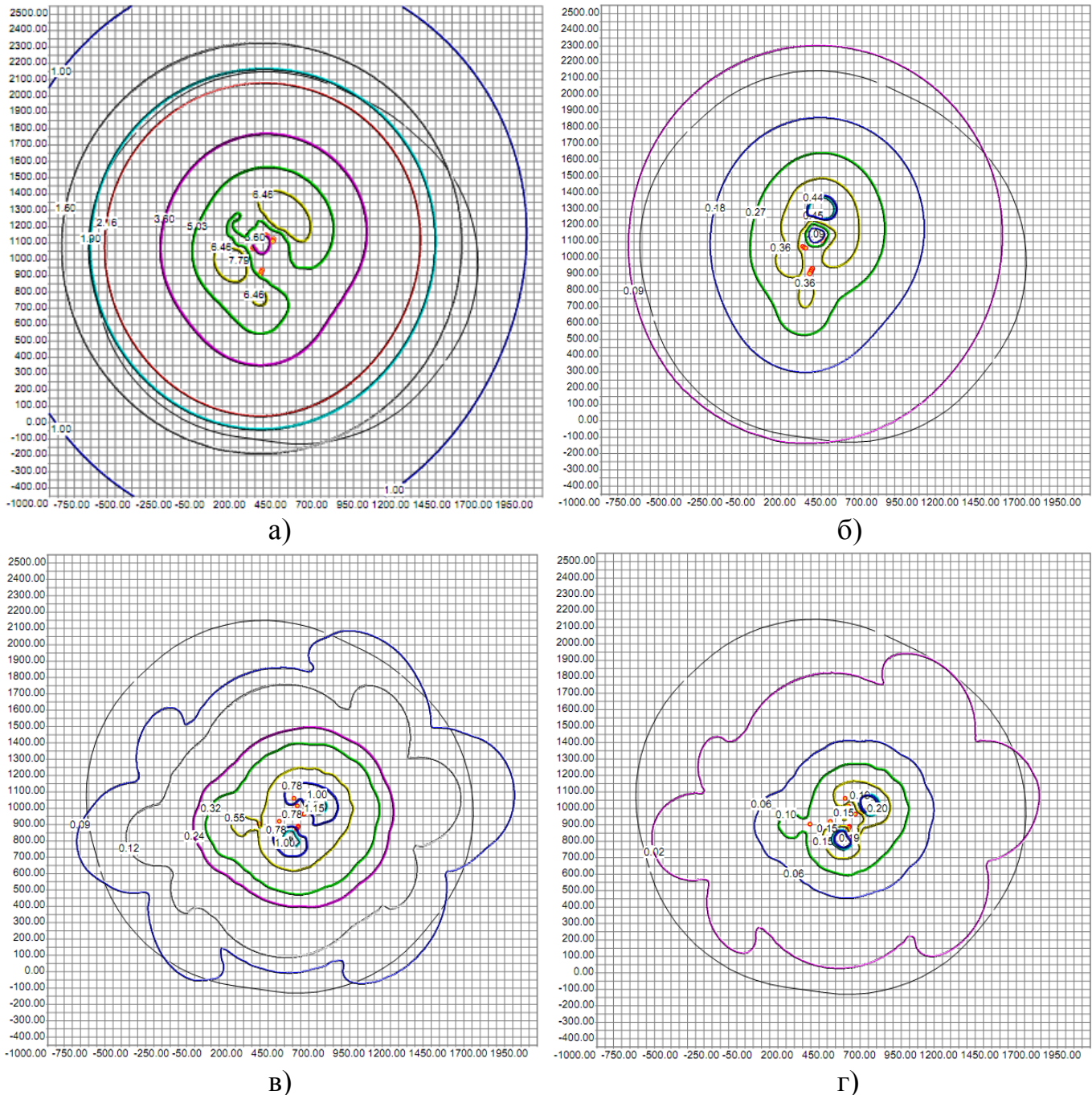


Рисунок 9 - Карти розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері до та після можливої реконструкції системи пилоочищення: а) розсіювання пилу льменіту до реконструкції; б) прогноз розсіювання пилу льменіту після реконструкції; в) розсіювання пилу двоокису титану до реконструкції; г) прогноз розсіювання пилу двоокису титану після реконструкції

Розрахунки виконані згідно з ОНД-86 з використанням комплексу ЕОЛ 2000, версія 4.0. Наведені результати показали прогноз значного зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище при використанні запропонованого апарата та підвищення екологічної безпеки регіону. Впровадження запропонованого апарата з ПТВО дозволяє стверджувати про можливість істотного зменшення концентрацій пилу (майже у 15 разів за пилом ільменіту та у 4,5 раза за двоокисом титану).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-технічне завдання в напрямку підвищення рівня екологічної безпеки техногенного регіону. Проведений аналіз окремих виробництв хімічної промисловості показав, що ступінь очищення газових викидів не відповідає теоретично можливій ефективності роботи газоочисного обладнання. Використання морально застарілого обладнання, без урахування фізико-хімічних властивостей домішок, призводить до збільшення викидів у навколишнє середовище. Одержано такі наукові результати:

1. На основі дослідження техногенного впливу підприємств хімічної промисловості на атмосферу, на прикладі ПАТ «Сумхімпром», запропоновано шляхи зниження пилових викидів шляхом вдосконалення системи пилоочищення виробництва двоокису титану із застосуванням високоефективного обладнання.

2. Проведено паспортизацію пилу ільменіту та двоокису титану як техногенних чинників формування екологічної безпеки підприємства. Досліджуваний пил ільменіту класифіковано як дрібнодисперсний ($d_{50} = 7,2$ мкм), двоокису титану – як дуже дрібнодисперсний ($d_{50} = 0,305$ мкм). На підставі аналізу фізико-хімічних властивостей пилу ільменіту та двоокису титану встановлено, що досліджуваний пил має високі адгезійні властивості.

3. Розроблено математичну модель розсіювання дрібнодисперсного пилу в атмосфері та її розв'язок методом скінченних різниць, яка може бути використана для розрахунку концентрації дрібнодисперсного пилу на заданій відстані від джерела при певній швидкості вітру та заданій потужності джерела.

4. Перевірка адекватності математичної моделі експериментальним даним замірів запиленості повітря в межах санітарно захисної зони підприємства встановила збіжність на рівні 85%.

5. Удосконалено фізичну модель пилоочищення в апараті з провальними тарілками великих отворів (ПТВО) шляхом розгляду механізмів пилоосадження, які діють на частинки пилу в апараті та опису картини пилоосадження в високотурбулізованому шарі піни.

6. Експериментальні дослідження гідродинаміки лабораторного стенду дозволили встановити робочий режим апарата з ПТВО – режим вторинного піноутворення, що відповідає інтервалу швидкості за газом 2 – 3,5 м/с. Робочий інтервал щільності зрошення становить 15 – 20 м³/(м²·год). Висота шару піни становить 0,6 м.

7. Дослідження процесу пилоочищення в апараті дозволили встановити залежність ефективності пилоочищення від режимних параметрів роботи. Апарат

має високу ефективність очищення (до 99,6%) в режимі вторинного піноутворення, низьку енергоємність і стабільну роботоздатність за умов тривалої експлуатації.

8. Проведено вибір і обґрунтування факторів, що обумовлюють ефективність роботи апарата з провальними тарілками великих отворів. До них відносяться гідродинамічні (швидкість газу в апараті, щільність зрошення, гідравлічний опір, КУР) та конструктивні особливості апарата (вільний переріз полотна тарілки).

9. Отримано рівняння регресії для розрахунку ефективності пилоочищення та висоти газорідного шару в апараті з ПТВО.

10. З метою поліпшення технологічних характеристик і зниження техногенного впливу на навколишнє середовище запропоновано схеми включення апарата з ПТВО в існуючу систему пилогазоочищення виробництва двоокису титану на ПАТ «Сумхімпром».

11. З метою ресурсозбереження проведено дослідження з пошуку шляхів повернення в процес продукту зі шламонакопичувача, що свідчать про можливість зменшення втрат сировини та готового продукту виробництва двоокису титану на ПАТ «Сумхімпром» шляхом повернення вловленого пилу в технологічний процес.

12. Розроблено рекомендації з експлуатації пилоочисного апарата.

13. Порівняльний аналіз карт розсіювання пилу виробництва двоокису титану за існуючої системи пилоочищення та прогнозу після впровадження запропонованого апарата з ПТВО дозволяє стверджувати про можливість суттєвого зменшення концентрацій пилу (майже у 15 разів за пилом ільменіту та у 4,5 раза за двоокисом титану).

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Гурець Л.Л. Очистка промислових газів в апаратах із провальними тарілками великих отворів / Л.Л. Гурець, І.С. Козій // Вісник КДПУ ім. М.Остроградського. - Випуск 5/2008 (52). Частина 2. – С. 162 – 164.

Здобувачем проведено аналіз апаратів для очищення газів від пилу та встановлено, що використання апаратів з провальними тарілками має значний потенціал для інтенсифікації пилоочисного обладнання.

2. Козій І.С. Вплив виробництва двоокису титану на атмосферу / І.С. Козій // Вісник КДПУ ім. М.Остроградського. – 2009. - №4(57). – С.132-134.

Здобувачем виконано аналіз виробництва двоокису титану на ПАТ «Сумхімпром» та його вплив на атмосферу і здоров'я людини.

3. Пляцук Л.Д. Експериментальні дослідження гідродинаміки провальних тарілок великих отворів / Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурець, І.С. Козій // Вісник СумДУ. - 2009. - №1. – С.61-66.

Здобувачем розглянуто проблему розроблення й впровадження високоефективного газоочисного обладнання. Проведено дослідження гідродинаміки апарата з провальними тарілками великих отворів на експериментальній установці.

4. Козій І.С. Паспортизація пилу двоокису титану та пошук шляхів для зменшення його втрат на ВАТ «Сумхімпром» / І.С. Козій, Л.Д. Пляцук, Л.Л.

Гурець, С.В. Вакал // Вісник КДПУ ім. М.Остроградського – 2009. - №6(59). – С.193-195.

Здобувачем проведено паспортизацію пилу на стадії прожарювання гідратованого двоокису титану та пошук шляхів повернення в технологічний процес продукту шламу пиловловлення.

5. Козий І.С. Расчет высоты газожидкостного слоя в аппарате с провальными тарелками больших отверстий/ И.С. Козий, Л.Л. Гурець, А.А. Чаплыгин // Вісник СумДУ. - 2010. - №3. – С. 61-67.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження пилоочищення на лабораторному стенді з провальними тарілками великих отворів.

6. Козий І.С. Дослідження ефективності пилоочищення в апараті з провальними тарілками великих отворів / І.С. Козий, Л.Л. Гурець // Вісник КДПУ ім. М.Остроградського. – 2010. - №6(65). – С.160-162.

Здобувачем проведено дослідження ефективності пиловловлення в досліджуваному апараті з ПТВО. Розроблено регресійні рівняння розрахунку ефективності пиловловлення.

7. Пат. 44700 України, МПК (2009) B01D47/04. Пінний апарат / Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурець, І.С. Козій; заявник та утримувач патенту Сумський державний університет. - № а 2009 00337; заявл. 19.01.09; опубл. 10.08.10, Бюл. №15.

Здобувачем запропоновано принципово нову конструкцію стабілізатора пінного шару апарату з ПТВО.

8. Козий І.С. Проблема очистки отходящих газов / И.С. Козий // Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету СумДУ, 15 -17 травня 2007 р. – Суми : Вид-во СумДУ, 2007. – Ч.2. – С. 19.

Здобувачем розглянута проблема актуальності зміни застарілого пилоочисного обладнання з метою зменшення техногенного навантаження на атмосферу.

9. Козий І.С. Використання апаратів з дірчастими провальними тарілками для очистки промислових газів / І.С. Козій // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів», м.Дніпропетровськ, 12-14 травня 2008 р. – С. 168-169.

Здобувачем розглянуто фізичну картину гідродинаміки та переваги в роботі апаратів з провальними тарілками великих отворів.

10. Козий І.С. Исследование гидродинамики пылеочистных аппаратов / И.С. Козий, Л.Л. Гурець // Матеріали міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів – Донецьк, 14-16 квітня 2009 р. – С. 11-12.

Здобувачем проведено аналіз гідродинамічних показників роботи пиловловлюючого апарату.

11. Козий І.С. Використання апаратів мокрого пилоочищення при виробництві двоокису титану / І.С. Козій, Л.Л. Гурець // Матеріали V Міжнародної ювілейної науково-практичної конференції «Екологія. Економіка. Енергозбереження» м.Суми, 14-16 травня 2009 р. С. 39.

Здобувачем проведено аналіз можливості використання апарату з ПТВО в існуючих схемах пилоочищення при виробництві двоокису титану на ПАТ «Суміхімпром».

12. Козій І.С. Моделювання ефективності пиловловлення в апараті з провальними тарілками великих отворів / І.С. Козій // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Карпатська конференція з проблем охорони довкілля» Мукачєво-Ужгород, 15-18 травня 2011 р. - С. 282.

Здобувачем проведено вибір і обґрунтування факторів, що впливають на ефективність роботи пилоочисного апарата з провальними тарілками великих отворів.

АНОТАЦІЯ

Козій І.С. Зниження техногенного навантаження від пилових викидів підприємств хімічної промисловості. – Рукопис

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Сумський державний університет Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Суми, 2012.

Дисертація присвячена зниженню техногенного навантаження від пилових викидів хімічної промисловості шляхом вдосконалення системи пилоочищення із застосуванням високоефективного обладнання.

Проведено аналіз техногенного впливу підприємств хімічної промисловості, на прикладі ПАТ «Сумхімпром» на атмосферу.

Проведено паспортизацію пилу ільменіту та двоокису титану як техногенних чинників формування екологічної безпеки підприємства. Розроблено математичну модель розсіювання дрібнодисперсного пилу в атмосфері методом кінцевих різниць, яка дозволяє визначити концентрацію пилу на відстані від джерела розсіювання.

Запропоновано зниження пилових викидів в атмосферне повітря шляхом вдосконалення системи пилоочищення із застосуванням апарата з провальними тарілками великих отворів. Дослідження процесу пилоочищення в апараті, дозволили встановити залежність ефективності пилоочищення від конструктивних характеристик і режимів роботи. Встановлено ефективність очищення від пилу на рівні 99,6%. Запропоновано схеми включення розробленого апарата в існуючу систему газоочищення виробництва двоокису титану на ПАТ «Сумхімпром» для поліпшення технологічних характеристик і зниження техногенного впливу на навколишнє середовище.

З метою ресурсозбереження проведено дослідження з пошуку шляхів повернення в процес продукту зі шламонакопичувача, що свідчать про можливість зменшення втрат сировини та готового продукту виробництва двоокису титану на ПАТ «Сумхімпром» шляхом повернення вловленого пилу в технологічний процес.

Ключові слова: техногенний вплив, хімічна промисловість, дрібнодисперсний пил, пилоочищення.

АННОТАЦІЯ

Козій И.С. Снижение техногенной нагрузки от пылевых выбросов предприятий химической промышленности. - Рукопись

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по

специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. - Сумский государственный университет Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Сумы, 2012.

Диссертация посвящена снижению техногенной нагрузки от пылевых выбросов химической промышленности путем усовершенствования системы пылеочистки с применением высокоэффективного оборудования.

Проведен анализ техногенного влияния предприятий химической промышленности, на примере ПАТ «Сумыхимпром», на атмосферу.

Проведена паспортизация пыли ильменита и двуокиси титана, как техногенных факторов формирования экологической безопасности предприятия. На основании анализа физико-химических свойств пыли ильменита и двуокиси титана и анализе пылеочистного оборудования установлено, что для очистки запыленных газов производства двуокиси титана наиболее подходящими являются аппараты с провальными тарелками больших отверстий.

Результаты микроанализа пыли, отобранной на границе СЗЗ предприятия позволяют классифицировать его как мелкодисперсный и определили содержание элементного титана на уровне 15% (мас.)

Разработана математическая модель рассеивания мелкодисперсной пыли в атмосфере методом конечных разностей, которая может быть использована для расчета концентрации мелкодисперсной пыли на определенном расстоянии от источника при заданной скорости ветра и мощности источника.

Предложено снижение пылевых выбросов в атмосферный воздух путем усовершенствования системы пылеочистки с применением высокоэффективного оборудования.

Усовершенствована физическая модель гидродинамики и пылеулавливания в аппарате с провальной тарелкой больших отверстий на основе лабораторных исследований.

Экспериментальные исследования гидродинамики аппарата позволили определить рабочий режим аппарата с провальными тарелками больших отверстий – режим вторичного пенообразования, который соответствует интервалу скорости по газу – 2-3,5 м/с, интервал плотности орошения составляет 15 – 20 м³/(м²·час).

Проведены выбор и обоснование факторов, которые обуславливают эффективность работы аппарата с провальными тарелками больших отверстий. Исследование процесса пылеочистки в аппарате позволили установить зависимость эффективности пылеочистки от конструктивных характеристик и режимов работы. Получено уравнение регрессии для расчета эффективности пылеулавливания и высоты газожидкостного слоя. Аппарат имеет высокую эффективность очистки (до 99,6%), низкую энергоемкость и стабильную работоспособность при условии длительной эксплуатации.

Предложено схемы включения разработанного аппарата в существующую систему пылеочистки производства двуокиси титана на ПАТ «Сумыхимпром» для улучшения технологических характеристик и снижения техногенного влияния на окружающую среду.

С целью уменьшения потерь двуокиси титана как продукта производства и уменьшения объема шлама пылеулавливания проведено исследование поиска путей

возвращения его в технологический процесс.

Ключевые слова: техногенное влияние, химическая промышленность, мелкодисперсная пыль, пылеочистка.

SUMMARY

Koziy I.S. Reduction of anthropogenic impact on particulate emissions of the chemical industry. - Manuscript

Thesis for the academic degree of the Candidate of Engineering Science in specialty 21.06.01 - Ecological Safety. - Sumy State University Ministry of education and science, youth and sports of Ukraine, Sumy, 2012.

The thesis is devoted to reducing technogenic impact from particulate emissions of the chemical industry by improving dedusting system using high-efficiency equipment.

The analysis of technogenic influence of enterprises of chemical industry is conducted, on an example PJSC "Sumykhimprom" on atmosphere.

Certificated dust ilmenite and titanium dioxide as technogenic factors of ecological safety company. Developed the mathematical model of dispersion of shallow dust in the atmosphere by the method of eventual differences, which allows to define the concentration of dust in the distance from the source of dispersion.

Proposed reducing particulate emissions into the atmosphere by improving dedusting system using device with large-hole sieve trays. Research process dedusting in the device, identified the dependence of efficiency dedusting of structural features and modes. Established the efficiency of dedusting at 99.6%. Designed schemes to include the device in the current gases treatment system of production titanium dioxide at PJSC "Sumykhimprom" in order to improve performance and reduce the technological impact on the environment.

With the purpose of resource research ways of returning in the process product from sludge tank, that testify to possibility of diminishing losses raw material and prepared product of production titanium dioxide at PJSC "Sumykhimprom" by returning the caught dust in a technological process.

Key words: technological impact, chemical industry, shallow dust, dedusting.



Підписано до друку 23.05.12

Формат 60x90/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл - вид. арк. 1,0. Наклад 100 прим.
Замовлення №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.