

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛОВИХ ВИКИДІВ ВИРОБНИЦТВА ДВООКИСУ ТИТАНУ

І. С. Козій, асистент;

Л. Л. Гурець, канд. техн. наук, доцент.

Сумський державний університет, м. Суми,

E-mail: info@ecolog.sumdu.edu.ua

В статті проведено дослідження характеристик пилових викидів виробництва двоокису титану. Виконано паспортизацію пилу ільменіту та двоокису титану в умовах конкретного підприємства хімічної промисловості.

Ключові слова: атмосфера, паспорт пилу, ільменіт, двоокис титану, дисперсність.

ВСТУП

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 забруднювальних речовин на різних стадіях виробництва.

Так, підприємствами хімічної галузі в Україні щороку викидається в атмосферне повітря понад 150 тис. т забруднювальних 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% належить 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 і становить значну екологічну небезпеку як для здоров'я людини, так і навколишнього середовища.

Серед підприємств хімічної промисловості було розглянуто ПАТ «Сумхімпром», 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.

ПОСТАВЛЕННЯ ЗАВДАННЯ

Проведення паспортизації пилу ільменіту та двоокису титану як фактора екологічної небезпеки. Проведення паспортизації пилу зумовлене необхідністю визначення фізико-хімічних властивостей з метою вибору відповідного пилоочисного обладнання та підвищення ефективності пилоочищення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз діючих систем очищення газу від пилу на ПАТ «Сумхімпром» та порівняння їх з літературними даними за ефективністю роботи наведено у табл. 1 [1].

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз ефективності очищення газу від пилу на ПАТ «Сумхімпром»

Стадія виробництва	Джерело утворення	Обладнання	Ступінь очищення, %	
			Фактичний	[2]
Виробництво пігментного двоокису титану				
Прокалювання	Прожарювальна піч	Вод. скруббер Вентури + аміач. скруббер	92	95
Розмел ільменіту	Кульовий млин	Циклон Рук. фільтр	72 94	80-85 95
Сушка ільменіту	Сушильна піч	Скрубер	79	85-90
Розмол TiO ₂	Млин	Рук. фільтр	93	95
Підготовка деревної муки	Деревообробний верстат	Циклон	73	80-85
Виробництво складних мінеральних добрив				
Пересів гранул. продукту	Грохот	Циклон	78 - 84	80-85
Гранулювання	Грануляційний барабан	Циклон Скрубер	80 88	80-85 85-90
Силосний склад фосування	Бункер	Циклон	64	80-85
Прийомні бункера	Пневмоперекачування	Циклон Скрубер	- 72	80-85 85-90
Виробництво екстракційної фосфорної кислоти				
Прийомні бункера сировини	Пневмоперекачування	Циклон Скрубер	73 82	80-85 85-90
Виробництво вапна				
Вапняний цех	Випалювальна піч	Циклон	85	80-85
Сортування вапняку	Грохот	Циклон	70	80-85
Виробництво залізоокисних пігментів				
Червоні пігменти	Сушарка, упаковка, елеватор	Циклон	78	80-85
		Скрубер	73	85-90
		Рук. фільтр	96	95
Жовті пігменти	Сушарка	Рук. фільтр	96	95
Цех-активізатор				
Лінія активізації	Сушарка	Циклон	70	80-85
		Абсорбер	92	95
Аспірація	Підсипна стрічка, грохот	Циклон	53	80-85
		Скрубер	95	95

Як видно із табл. 1, не все пилоочисне обладнання відповідає заявленій у літературі ефективності роботи з пиловими викидами підприємства. Причиною невідповідності є власне викиди підприємства, що містять різний як за розмірами, так і за властивостями пил. Так, зокрема, при виробництві двоокису титану на ПАТ «Сумхімпром» виключаються з технологічного циклу значна кількість сировини та товарного продукту – двоокису титану. Отже, це дозволяє стверджувати, що для ефективної роботи пилоочисного обладнання необхідно підбирати таке обладнання, яке здебільшого відповідає як фізико-механічним властивостям пилу, так і його дисперсному складу. Тому є необхідність у проведенні паспортизації пилу виробництва двоокису титану.

Паспортизація пилу ільменіту

Для паспортизації пилу ільменіту було виконано відбір проби газу у промислових умовах.

Характеристика газу – носія: температура – 30-35⁰С; запиленість – 30-38,2 г/м³.

Пил ільменіту належить до групи неорганічного пилу, являє собою порошок від темно-сірого до коричнево-чорного кольору. Частинки мають кристалічну форму з чіткими гранями, що зумовлює утворення агломерацій, злипання пилу. У загальній масі пил темно-сірого кольору. Загальний вигляд пилу ільменіту за допомогою електронного мікроскопа „РЭМ-106-и” зображено на рис. 1.

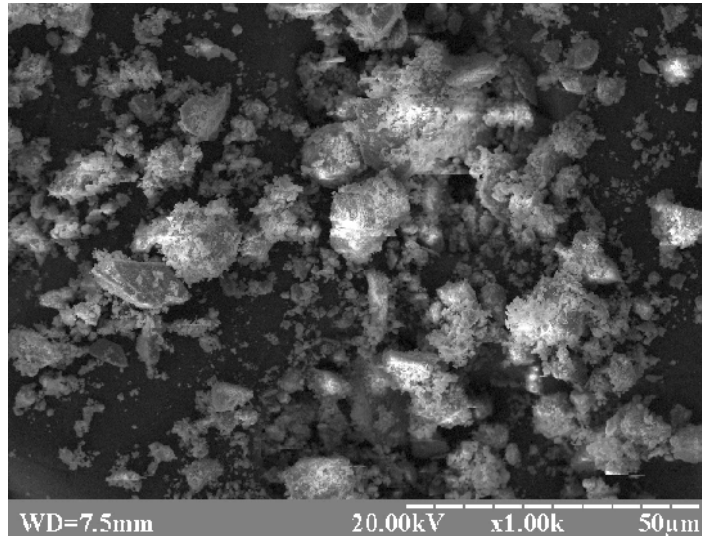


Рисунок 1 – Загальний вигляд пилу ільменіту

Зразки досліджуваних проб пилу поміщали на двобічну провідну вуглецеву липку стрічку. Для надання об'єктам електропровідності проводили наплення вуглецем у ВУП-5 при вакуумі порядку 10⁻⁵ мм рт. ст. Товщину шару вуглецю (близько 20 нм) контролювали за індикатором з білої кераміки, на який нанесено краплину вакуумної олії ВМ-1. Підготовлені зразки вміщували в електронний мікроскоп „РЭМ-106-и” і досліджували при прискорювальній напрузі 20 кV у режимі вторинних електронів у діапазоні електронно-оптичного збільшення від 600 до 6000 крат.

Проведені лабораторні дослідження показали, що переважають частинки 4 – 8 мкм, тобто пил є дрібнодисперсним. Дисперсний склад пилу визначали за допомогою приладу X-ray Disc Centrifuge Particle Size Analyzer Ver. 3.78 шляхом седиментації у гліцерині. Вміст частинок розміром менше 4 мкм становить 15%, частинок розміром 4-8 мкм – 45%, розміром 8-12 мкм – 28%, частинок розміром більше 12 мкм – 12% (табл. 2).

Таблиця 2 – Дисперсний склад пилу ільменіту (седиментація у гліцерині)

d_{eq} , мкм	<4	4-8	8-12	>12
Вміст частинок, % об'ємний	15	45	28	12

Побудова інтегральної кривої розподілу частинок у ймовірнісно-логічній системі координат (рис. 2) дозволила визначити середній розмір частинок пилу $d_{50} = 7,2$ мкм та середньоквадратичне відхилення розподілу частинок пилу $= 0,32$.

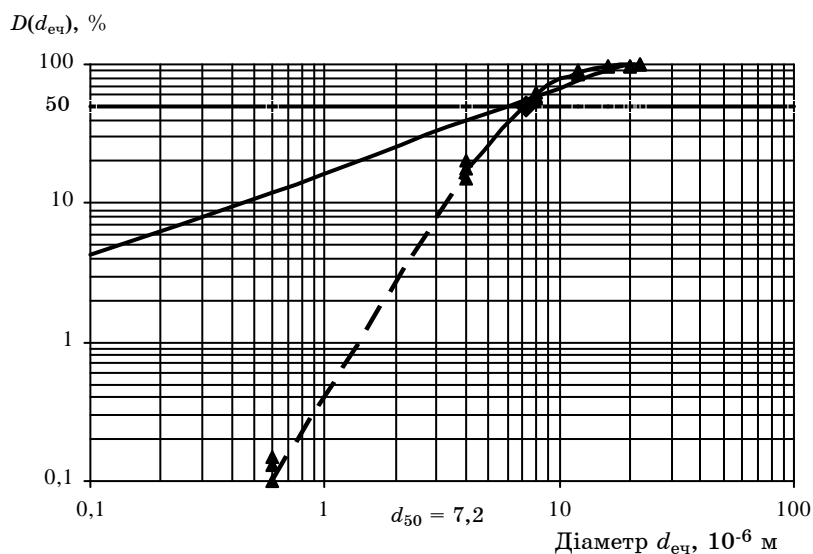


Рисунок 2 – Інтегральний розподіл частинок пилу ільменіту:
 $D(d_{\text{ч}})$ – відносний вміст частинок менше даного розміру $d_{\text{ч}}$, %

Для визначення решти механічних властивостей пилу використовувалися такі методи: порушення опорної стінки – для визначення кута природного відкосу статичного; насипання пилу на диск – для визначення кута природного відкосу динамічного; пікнометричний – для визначення щільності пилу; розривного циліндра – для визначення розривної міцності, злипання (адгезійні властивості пилу); плівкової флотації – для визначення крайового кута змочування. Механічні властивості пилу ільменіту наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Механічні властивості пилу ільменіту

Найменування	Позначення	Одиниці вимірювання	Значення
Щільність		кг/м ³	3550 – 3650
Насипна щільність (неуцільнений стан)		кг/м ³	1370 – 1450
Насипна щільність (уцільнений стан)		кг/м ³	1980 – 2090
Кут природного відкосу статичний		град.	55 – 56
Кут природного відкосу динамічний		град.	49 – 50
Коефіцієнт ущільнення	$K_{\text{у}}$	-	1,44
Розривна міцність (злипання)	$T_{\text{р}}$	Па	310 – 330
Крайовий кут змочування		град.	72

Паспортизація пилу двоокису титану

Для паспортизації пилу двоокису титану було виконано відбір проби газу після пилової камери на стадії прокалювання гідратованого двоокису титану.

Характеристика газу – носія: температура – 30–70 °С; запиленість – 2,5–10 г/м³.

Пил двоокису титану належить до групи неорганічного пилу, являє собою порошок білого кольору. Частинки мають як кристалічну, так і округлу форму. У загальній масі пил білого кольору. Загальний вигляд пилу двоокису титану за допомогою електронного мікроскопа „РЭМ-106-и” зображено на рис. 3.

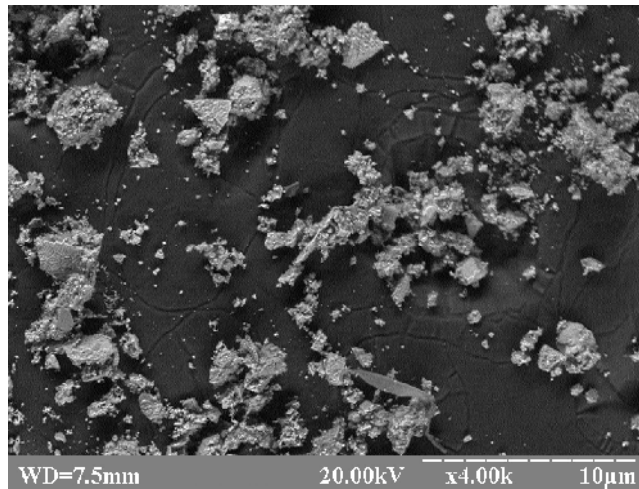


Рисунок 3 – Загальний вигляд пилу двоокису титану

Лабораторні дослідження показали, що переважають частинки 0,2 – 0,4 мкм, тобто пил є дуже дрібнодисперсним. Дисперсний склад пилу визначали за допомогою приладу X-ray Disc Centrifuge Particle Size Analyzer Ver. 3.78 шляхом седиментації у гліцерині. Вміст частинок розміром менше 0,2 мкм становить 10 %, частинок діаметром 0,2–0,3 мкм – 37 %, діаметром 0,3–0,4 мкм – 31 %, діаметром 0,4–0,5 мкм – 13%, частинок діаметром більше 0,5 мкм – 9% (табл. 4).

Інтегральна крива розподілу частинок (рис. 4) дозволила визначити середній розмір частинок пилу $d_{50} = 0,305$ мкм та середньоквадратичне відхилення розподілу частинок пилу $\sigma = 0,29$.

Таблиця 4 – Дисперсний склад пилу TiO_2 (седиментація у гліцерині)

d_{eq} , мкм	<0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	>0,5
Вміст частинок об'ємний, %	10	37	31	13	9

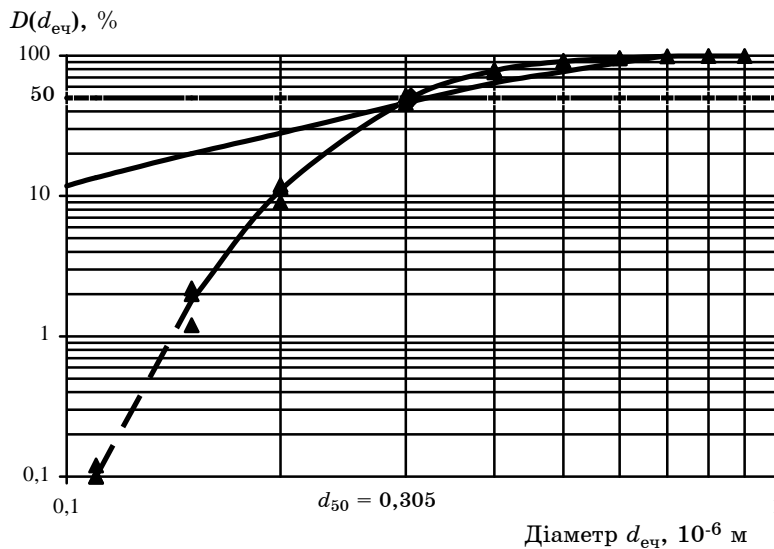


Рисунок 4 – Інтегральний розподіл частинок пилу двоокису титану

Механічні властивості пилу двоокису титану наведені в табл. 5.

Таблиця 5 – Механічні властивості пилу TiO_2

Найменування	Позначення	Одиниця вимірювання	Значення
Щільність		кг/м ³	2850 – 2920
Насипна щільність (неуцільнений стан)	н	кг/м ³	920 – 970
Насипна щільність (уцільнений стан)	у	кг/м ³	1200 – 1240
Кут природного відкосу статичний	ст	град.	57 – 58
Кут природного відкосу динамічний	д	град.	52 – 53
Коефіцієнт ущільнення	K_v	-	1,52 – 1,58
Розривна міцність (злипання)	T_p	Па	758 – 802
Крайовий кут змочування		град.	36

ВИСНОВКИ

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.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА ДВУОКИСИ ТИТАНА

И. С. Козий, Л. Л. Гурец,

Сумский государственный университет, г. Сумы,
E-mail: info@ecolog.sumdu.edu.ua

В данной статье проведено исследование характеристик пылевых выбросов производства двуокиси титана. Проведена паспортизация пыли ильменита и двуокиси титана в условиях конкретного предприятия химической промышленности.

Ключевые слова: атмосфера, паспорт пыли, ильменит, двуокись титана, дисперсный.

INVESTIGATION OF DUST EMISSIONS OF TITANIUM DIOXIDE PRODUCTION

I. S. Koziy, L. L. Gurets,

Sumy State University, Sumy, Ukraine;
E-mail: info@ecolog.sumdu.edu.ua

This paper describes the investigation of the characteristics of dust emissions of titanium dioxide production. Certification of ilmenite and titanium dioxide dust in a particular chemical industry was carried out.

Key words: atmosphere, dust certificate, ilmenite, titanium dioxide, dispersed.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря ВАТ «Сумхімпром». – Суми : УкрНТЕК, 2008. – 142 с.
2. Вальдберг А. Ю. Выбор пылеуловителей для очистки промышленных газов / А. Ю. Вальдберг // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1997. – № 1. – С. 54–56.

Надійшла до редакції 19 вересня 2012 р.