

УДК 574: 621.928

Л.В. ПЕЛИК

Львівська комерційна академія

ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ФІЛЬТРУВАЛЬНІ ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ У ПИЛОГАЗООЧИСНИХ СИСТЕМАХ

Досліджено хімічний склад газового пилу, затриманого текстильними рукавними фільтрами на газоочисних спорудах феросплавних заводів. Проаналізовано ефективність арселонного текстильного матеріалу на предмет вилучення Cd, Pb, Mn, Zn, Cu, Cr, Al, Fe, Ca та Mg із газового пилу.

Ключові слова: рукавні фільтри, фільтрувальна арселонна тканина, фільтрувальний нетканний матеріал із волокон арселону.

L.V. PELYK

Lviv Commercial Academy, Lviv, Ukraine

ECOLOGICALLY SAFE FILTERING TEXTILE MATERIALS IN THE DUST AND GAS PURIFICATION SYSTEMS

Abstract

The chemical composition of the dust, which is delayed textile bag filters for gas cleaning plants ferroalloy plants. The effectiveness arselonovih textile materials on the subject of removing Cd, Pb, Mn, Zn, Cu, Cr, Al, Fe, Ca and Mg of gas dust.

Keywords: bag filters, filter arselonova fabric, nonwoven filter material with fibers arselon.

Вступ

Інтенсивний розвиток промисловості призводить до збільшення пилових викидів в атмосферу. У результаті в атмосфері збільшується вміст вуглекислого газу та пилу, сіркового ангідриду та оксидів азоту, а в окремих районах – сірководню, чадного газу та інших шкідливих речовин. Найбільшими джерелами забруднення навколишнього середовища є енергетика, чорна та кольорова металургія, хімічна, нафтохімічна, машинобудівна, гірничовидобувна і легка промисловості. Результати глобальної господарської діяльності людини та її наслідки давно вже привели до необхідності захисту навколишнього середовища, обмеження об'єму промислових викидів. Від повноти теоретичних уявлень як про пилогазовий потік, так і про процеси, які відбуваються у пилогазоочисних системах, залежать рівень розробок систем і установок газоочистки, розробки нових структур фільтрувальних рукавів, ефективність їх експлуатації та економічність. З цієї причини, при вирішенні питань охорони навколишнього середовища, обов'язковим є вивчення основних властивостей аеродисперсних систем, їх утворення і розвиток, закономірності коагуляції, а також особливості процесів осадження аерозольних частинок у пилогазоочисних системах. Закономірності різних процесів коагуляції дозволяють виявити можливості розробок нових способів вловлювання пилових викидів, підвищити ефективність роботи фільтрувальних рукавів.

Постановка завдання

Метою роботи було дослідження хімічного складу газового пилу, затриманого текстильними рукавними фільтрами на газоочисних спорудах феросплавних заводів.

Об'єкти та методи дослідження

На Актюбінському феросплавному заводі (Республіка Казахстан) був встановлений рукавний фільтр на основі арселонної тканини, а на газоочисних спорудах Аксуського заводу (Республіка Казахстан) – рукавний фільтр на основі арселонного нетканого матеріалу. Випробування рукавних фільтрів із тканих матеріалів проводилися на фільтрах ФРЗП (фільтр рукавний відкритого типу із системою регенерації – зворотна продувка), а для нетканних матеріалів проводилися на фільтрах ФРІР (фільтр рукавний із імпульсною системою регенерації).

Газопилові суміші цих феросплавних заводів мають практично однаковий склад. Температура газового пилу перед рукавним фільтром становила 180-220 °С. Ефективність очистки фільтрувальних текстильних матеріалів із волокна арселону після 18 місяців експлуатації досліджували на предмет вилучення Cd, Pb, Mn, Zn, Cu, Cr, Al, Fe, Ca та Mg із газового пилу.

Результати дослідження

За останні роки, особливо в галузях чорної і кольорової металургії, збільшився попит на нові фільтрувальні матеріали для очистки технологічних газів із витратою очищеного газу до 1 млн. м³/г з вимогою до вихідної концентрації в очищеному газі не більше 20 мг/м³ при умовах експлуатації фільтрів з температурою до 200 °С. Причинами цього є все більш суворі законодавчі вимоги до викидів в атмосферу і наша соціальна та моральна відповідальність за збереження навколишнього середовища.

Фільтрувальний матеріал та конструкція фільтра повинні забезпечити не тільки «фізичний ефект» очищення газів від пилу та аерозолів до необхідного ступеня чистоти, але й бути економічно ефективними. Промислові підприємства України у минулому році викинули в атмосферу майже п'ять мільйонів тонн шкідливих речовин. На підприємства чорної металургії припадає близько 15 % всіх промислових викидів пилу. У цій галузі коефіцієнт вловлювання пилу становить у середньому 85-87 %, коефіцієнт знешкодження оксиду вуглецю – понад 90 %, коефіцієнт вловлювання сірчаного ангідриду – 8-9 % [1].

Очистка повітря та газів від твердих і рідких частинок, що містяться в них, необхідна для попередження забруднення повітряного басейну шкідливими речовинами. Антропогенні викиди викликають не тільки зміну фізичного складу атмосфери, але й спричиняють ряд хімічних реакцій між складовими атмосфери і викидами. Атмосфера стає багатокомпонентною системою зі змінними за складом і термодинамічними параметрами, тому передбачити всі хімічні процеси практично неможливо [2]. Але деякі з них проявляються досить чітко.

Частинки пилу є конденсаційними зародками водяної пари. Вони абсорбують значну кількість сонячних променів, що викликає підвищення температури. Це не дає можливості туману розсіятися, і він довше утримується над промисловими містами. Вченими доведено [3], що у містах, де в атмосферу викидається менша кількість пилу, частота, середня інтенсивність та тривалість дощів менші.

У зв'язку з сучасними вимогами до охорони навколишнього середовища (екологічної безпеки), на багатьох промислових підприємствах вводяться системи електронного контролю поточного стану фільтрувальних елементів. Це дозволяє реєструвати несанкціоновані викиди і висувати достатньо жорсткі вимоги до якості фільтруючих елементів.

Для забезпечення екологічної безпеки, створення сприятливого середовища життєдіяльності, запобігання шкідливого впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та навколишнє природне середовище здійснюється регулювання викидів найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, перелік яких встановлюється Кабінетом Міністрів України. Вимоги до повноти вловлювання пилу визначаються санітарними вимогами забезпечення чистоти атмосферного повітря, зокрема «Державними санітарними правилами охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)» [4], «Підприємства чорної металургії. Державні санітарні правила» [5] та «Правилами технічної експлуатації газоочисних установок на підприємствах чорної металургії» [6].

Металургійні підприємства зобов'язані щорічно розробляти конкретні заходи, спрямовані на скорочення (ліквідацію) шкідливих викидів в атмосферу [7], які повинні передбачати:

- 1) шляхи вдосконалення технологічних процесів;
- 2) забезпечення надійної та високоефективної роботи газоочисних установок за рахунок оснащення їх високоякісними необхідними фільтрувальними елементами;
- 3) зниження шкідливих викидів за рахунок технологічних заходів, герметизації та аспірації;
- 4) закриття або виведення з технологічного процесу в установленому порядку цехів, агрегатів у випадках, коли неможливо іншими способами зменшити викид шкідливих речовин в атмосферу;
- 5) раціональне розміщення виробничих потужностей, благоустрій території, її озеленення і т.д.

Відповідно до Закону «Про охорону атмосферного повітря» та Закону «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» якість атмосферного повітря регулюється гранично допустимими концентраціями (ГДК), тобто такими концентраціями шкідливих речовин у повітрі, які при умові дії на людину протягом життя не будуть викликати зміни у стані здоров'я населення та умовах його проживання (табл. 1).

Таблиця 1

Гранично допустимі концентрації шкідливих викидів в атмосфері

Речовина	Максимальна разова концентрація, мг/м ³	Середньодобова концентрація, мг/м ³	Клас небезпеки
Оксид заліза	-----	0,04	3
Оксид кальцію	-----	0,05	3
Оксид магнію	0,4	0,05	3
Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію (менше 20 %)	0,5	0,15	3
Оксид хрому	0,0015	0,0015	1

При розробці нових фільтрувальних текстильних матеріалів ми дотримувалися технічних вимог до гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі, які висуваються підприємствами металургійного комплексу на встановлення рукавних фільтрів. Згідно з цими вимогами,

загальний об'єм газопилової суміші перед рукавним фільтром – 500 тис. м³/год; насипна вага пилу становить 1,13 т/м³; основний хімічний склад пилу наступний: Cr₂O₃ – 38,15 %, SiO₂ – 10,90 %, CaO – 0,75%, MgO – 23,73 %, Al₂O₃ – 8,14 %, FeO – 9,50 %, S – 0,45 %, C – 5,66 %; хімічний склад газу: CO – 67 г/м³, NO – 16 г/м³, NO₂ – 0 г/м³, SO₂ – 18 г/м³.

На першому етапі досліджень визначали втрату під час прожарювання наважок затриманого фільтрами пилу. Для цього наважки пилу прожарювали у сушильній шафі при температурі 10-110 °С. Прожарювання здійснювали декілька разів до постійної маси, і за різницею мас визначали втрати під час прожарювання. Проведені дослідження показали, що втрати під час прожарювання газового пилу, затриманого на фільтрувальній тканині і на фільтрувальному нетканому матеріалі, відрізняються між собою більше ніж у 2 рази. Зокрема, для пилу, зібраного із фільтрувальної тканини, цей показник становить 5,52 %, а для пилу, затриманого фільтрувальним нетканим матеріалом – 2,13 %. Найімовірніше, що втрата під час прожарювання пов'язана із втратою гігроскопічної води зразками пилу. У подальшому для досліджень використовували прожарені зразки пилу, в яких була відсутня гігроскопічна вода. Наважки пилу (1,4201 г), відібрані з різних фільтрів, розчиняли у суміші нітратної і хлоридної кислот з додаванням пероксиду водню при тривалому нагріванні на пісочній бані. Результати досліджень представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний аналіз складу газового пилу, затриманого арселоновими фільтрувальними текстильними матеріалами

Інгредієнт	Різновид рукавного фільтра			
	Арселонова тканина		Арселоновий нетканый матеріал	
	маса, мг	%	маса, мг	%
Наважка пилу після прожарювання, г	1,4201		1,4201	
Нерозчинний осад	559,31	39,38	1188,01	83,66
Ca	5,41	0,38	1,01	0,07
CaO	7,56	0,53	1,41	0,09
Mg	18,91	1,33	33,51	2,36
MgO	31,51	2,22	55,81	3,93
Cd	не виявлено		не виявлено	
Pb	11,75	0,83	не виявлено	
PbO	12,66	0,89	не виявлено	
Fe	19,22	1,35	25,91	1,82
Fe ₂ O ₃	27,51	1,94	37,01	2,63
Mn	172,41 222,61	12,13	1,41	0,09
MnO		15,67	1,81	0,13
Zn	41,71	2,93	1,11	0,08
ZnO	52,01	3,66	1,41	0,09
Cu	0,15	0,01	0,075	0,005
CuO	0,19	0,013	0,094	0,007
Cr	0,51	0,04	24,71	1,74
Cr ₂ O ₃	0,73	0,05	36,11	2,54
Al	13,65	0,96	4,02	0,28
Al ₂ O ₃	25,81	1,82	7,59	0,53

В обох випадках пил розчинився частково, причому пил, зібраний із арселонової тканини, розчинився значно краще. Нерозчинний осад, отриманий під час розчинення пилу, зібраного із фільтрувальної тканини і фільтрувального нетканого матеріалу, відповідно становив 39,4 і 83,7 % від маси прожареного пилу. Найімовірніше, нерозчинні осади містять пісок (SiO₂), сульфід, карбід, які в таких умовах практично не розчиняються [9].

На другому етапі досліджень проводили аналіз фільтратів, одержаних в результаті розчинення пилу, на вміст Cd, Pb, Mn, Zn, Cu, Cr, Al, Fe, Ca та Mg. Концентрацію хрому, заліза та алюмінію визначали фотометричним методом. Зокрема, вміст хрому встановлювали за допомогою хромазурулу S, заліза – 1,10-фенантроліну, алюмінію – еріохромціаніну R. Вміст кадмію, свинцю, марганцю, цинку, міді, кальцію та магнію визначали атомно-абсорбційним методом з використанням атомно-абсорбційного спектрофотометра AAS-1N фірми Carl Zeiss Jena (Німеччина). Довжина хвиль резонансного випромінювання (λ) під час атомно-абсорбційного визначення цих металів становила 228,8; 217,0; 279,5;

213,8; 324,9; 422,7; 285,2 нм, відповідно. Визначення проводили у полуменовому варіанті (пропан – бутан – повітря). При необхідності концентрування металів здійснювали методом твердофазової екстракції за допомогою концентраційних патронів “ДИАПАК ИДК” фірми ЭЛСИКО (Росія) і на основі закарпатських цеолітів згідно з працями [8-9]. В окремих випадках для концентрування розчинів використовували метод випарювання.

Аналізуючи дані табл. 2, можна відмітити, що ефективність очищення газових викидів на рукавних фільтрах, виготовлених із фільтрувального тканого і нетканого матеріалу, є різною. Так, арселенова фільтрувальна тканина ефективніше затримує кальцій – 5,41 мг (0,38 %), алюміній – 13,65 мг (0,96 %), а також такі токсичні важкі метали, як свинець – 11,75 мг (0,83 %), марганець – 172,41 мг (12,13 %), цинк – 41,71 мг (2,93 %), мідь – 0,15 мг (0,01 %). Рукавні фільтри на основі нетканого матеріалу у більшій мірі очищають газові викиди від дрібнодисперсних важкорозчинних сполук (пісок, сульфід, карбід), магнію – 33,51 мг (2,36 %), заліза – 25,91 мг (1,82 %). Встановлено, що фільтрувальний нетканый матеріал взагалі не затримує надзвичайно токсичний свинець, а у наважці пилу, зібраного із фільтрувальної арселенової тканини, вміст його становить 0,83 %. Проте фільтрувальний нетканый матеріал значно ефективніше затримує токсичний хром.

На сьогоднішній день річне виробництво металів рівне або перевищує їх природний вміст у річному прирості біомаси. Це порушує природний кругообіг металів, викликає забруднення повітря, вод, ґрунтів. Токсичність важких металів обумовлена їх здатністю брати участь в комплексоутворенні. Особливо небезпечними є метали, що не входять до складу біомолекул, тобто ксенобіотики, зокрема кадмій і свинець. Інші важкі метали, такі як Cr, Mn, Zn, Cu, також відносяться до числа високотоксичних металів, і тому можуть бути небезпечними для людини, тварин і екосистем в цілому. Надлишковий вміст катіонів Mn^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} і Pb^{2+} призводить до заміщення ними інших катіонів в активних центрах ферментів. Катіони Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} і Zn^{2+} утворюють особливо міцні сполуки з кінцевими тіогрупами білків, зокрема з сульфурвмісними донорними групами ферментів, витісняючи катіони, які слабше зв'язані. У таких випадках ферменти інгібуються. Такі важкі метали називають тіоловими отрутами.

Висновки

Таким чином, проведені дослідження показали, що ефективність вилучення компонентів з газопилової суміші феросплавних заводів фільтрами текстильних матеріалів із арселенового волокна є різною. Рукавні фільтри на основі нетканого матеріалу краще очищають газові викиди від дрібнодисперсних важкорозчинних сполук (пісок (SiO_2), сульфід, карбід), а також від Mg, Fe та Cr. Рукавні фільтри на основі арселенової тканини ефективніше затримують кальцій, алюміній, а також такі токсичні важкі метали, як свинець, марганець, цинк та мідь.

Література

1. Сердюков А. Качественный и количественный анализ пылесодержания газовых потоков / А. Сердюков // Пылегазоочистка – 2009 : сборник статей междунар. конф., 29 - 30 сентября 2009 г. – М., 2009. – С. 139 - 143.
2. Скоробогатий Я.П. Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив / Я.П. Скоробогатий, В. В. Ощеповський, В. О. Василечко, С. Л. Кусковець. – Львів : Новий Світ – 2000, 2008. – 222 с.
3. Кратенко І.С., Коробчанський В.О., Ніязова Г.А., Зверева Л.В., Сотникова Т.Ф., Шелехова Л.В. Санітарно-гігієнічна оцінка стану довкілля під впливом ТЕЦ / І.С. Кратенко, В.О. Коробчанський, Г.А. Ніязова, Л.В. Зверева, Т.Ф. Сотникова, Л.В. Шелехова // Довкілля та здоров'я. – 2009. – № 2 (49). – С. 37-40.
4. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). [Прийнятий 09-07-1997]. – № 201.
5. Підприємства чорної металургії. Державні санітарні правила. ДСП 3.3.1.038-99 – [Прийнятий 01.12.1999]. – № 38. – 25 с.
6. Правила технічної експлуатації газоочисних установок на підприємствах чорної металургії. – К. : Металургія, 1992. – 160 с.
7. Краснянский М. Е. Утилизация и рекуперация отходов: Учебное пособие. / М.Е. Краснянский // Харьков : Бурун і К, Киев : КНТ, 2007. – 288 с.
8. Vasylechko V.O., Gryschouk G.V., Polyanska I.I., Kuz'ma Yu.V. Adsorption of Mn(II) on Transcarpathian Mordenite // Polish J. Chem. – 2008. – V. 82, № 1–2. – P. 443-451.
9. Василечко В., Гришук Г., Нерода І. Адсорбція Pb(II) на закарпатському кліноптилоліті / В. О. Василечко, Г.В. Гришук, І.О. Нерода // Вісн. Львів. ун-ту. Серія хім. – 2009. – Вип. 50. – С. 177-187.

References

1. Serdyukov A. Qualitative and quantitative analysis of gas flows pylesoderzhaniya / A. Serdyukov // Dust Filtration - 2009 : a collection of articles Intern. conf., 29 - 30 September 2009 - Moscow, 2009. - S. 139 - 143.
- 2 . Skorobogataya YP Bases ekologii : navkolishne seredovische i technogenic vpliv / Y.P. Skorobogataya, V.V. Oschapovsky, V.O. Cornflowers, S.L. Kuskovets. - Lviv: new Svet - 2000, 2008 . - 222 .
- 3 . Kratenko I.S., Korobchansky V.O., Niyazova G.A., Zvereva L.V., Hundreds covalent TF, Shelekhova L.V. - Sanitarno gigienichna otsinka become dovkillja pid vplivom CHP / I.S. Kratenko V.O. Korobchansky, G.A. Niyazova , L.V. Zvereva, TF Hundreds kov , LV Shelekhova // dovkillja that Zdorov'ya. - 2009. - № 2 (49). - S. 37-40 .
- 4 . Derzhavni sanitarni rules receptionists atmospheric povitrya population mists (od zabrudnennya himichnimi that biologichnimi rechovinami). [Priynyaty 07/09/1997]. - № 201.
- 5 . Pidpriemstva chornoї metalurgii . Derzhavni sanitarni rules. Particleboard 3.3.1.038-99 - [Priynyaty 01.12.1999]. - № 38. - 25 .
6. Terms tehnicnoi ekspluatatsii gazoohisnih installations on pidpriemstvah chornoї metalurgii. - K.: Metalurgiya, 1992. - 160 .
7. Krasnyanskiy ME -using and recycling waste : Textbook. / ME Krasnyanskiy // Kharkiv : Burundi and K Kiev: CST, 2007. - 288 .
8. Vasylechko VO, Gryshouk GV, Polyans'ka II, Kuz'ma Yu.B. Adsorption of Mn (II) on Transcarpathian Mordenite // Polish J. Chem. - 2008. - V. 82 , № 1-2. - P. 443-451 .
9. Cornflowers V., Grischuk G., Neroda I. Adsorbtsiya Pb (II) on zakarpatskomu cus noptiloliti / VO Cornflowers, GV Grischuk I.O.Neroda // Visn. Lviv. University that. Seriya him. - 2009. - Vip. 50. - S. 177-187 .