

УДК 621.928.9

В.А. Батлук д-р техн. наук, Н.М. Параняк, Р.Ю. Сукач
Національний університет „Львівська політехніка”

ОДЕН ІЗ ШЛЯХІВ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Стаття посвячена вопросам обеспечения высокоэффективными аппаратами очистки воздуха от пыли разных отраслей производства с целью доведения вредных выбросов к санитарно-гигиеническим нормам. Приводятся новые направления создания аппаратов пылеочистки, базирующихся на использовании действия центробежно-инерционных сил, благодаря которым удалось значительно увеличить эффективность пылеулавливания.

The article is sacred to the questions of providing of cleaning of air high-efficiency vehicles from the dust of different industries of production with the purpose of leading to of harmful extrass them to the sanitary-hygenic norms. New directions of creation of vehicles of dust catching are pointed in the article, which are based on the use of action of centrifugal-inertia forces and due to which it was succeeded considerably to increase efficiency of dust catching .

Постановка проблеми

Екологічні проблеми у галузі охорони атмосферного повітря Львівської області споріднені з загальнодержавними проблемами України, але мають і свою чітко визначену відмінність.

Забруднення повітря Львівщини відбувається зі стаціонарних та пересувних джерел. За даними обласного управління статистики, викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у 2011 р. становили 95,5 тис. т., або 106,6% від викидів 2010 р., від пересувних — 87,9 тис. т., або 100,5 % від викидів 2010 року.

Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Викиди у області	2009 р.	2010 р.	2011р.
Загальна кількість викидів в атмосферне повітря, тис. т	179,0	177,4	183,7
в тому числі:			
від стаціонарних джерел забруднення, тис. т	96,1	89,9	95,8
від автотранспорту, тис. т	82,9	87,5	87,9

Збільшення валових викидів від стаціонарних джерел забруднення спричинено підвищенням обсягів виробництва на підприємствах теплоенергетики, будівельних матеріалів, а від пересувних джерел — внаслідок збільшення інтенсивності руху.

Забруднення атмосферного повітря за рівнем безпеки для людини посідає перше місце. Це зумовлено насамперед тим, що забруднюючі речовини з атмосферного повітря найбільше впливає на здоров'я: людина споживає за добу і у цілому за життя повітря набагато більше в об'ємному відношенні, ніж води і їжі. Крім цього, токсичні забрудники повітря разом з атмосферними опадами потрапляють до поверхневих водоймищ і в ґрунти, осідають на листях і плодах рослин, звідки вони також надходять до людини.

Обсяги викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел забруднення в атмосферне повітря області за 2010 рік становили 113,2 тис.т, що менше попереднього року на 6,4%.

У розрізі видів економічної діяльності найбільша питома вага обсягів викидів забруднювальних речовин припадає на підприємства з виробництва електроенергії, газу та води — 37,1%, діяльності транспорту та зв'язку — 21,2%, добувної промисловості — 33,1%, переробної промисловості — 7,5%.

Рівень забруднення з розрахунку на один квадратний кілометр території області складає у середньому 5,2 т забруднювальних речовин.

З розрахунку на одного мешканця Львівської області викинуто до атмосфери у середньому 44,4 кг забруднювальних речовин (у 2009 році — 47,4 кг).

Відбір і аналіз проб атмосферного повітря на вміст забруднюючих речовин проводиться згідно РД 52.04.186-89. Порівняно із травнем 2010 року не спостерігається змін по вмісту в атмосферному повітрі пилу.

Основними джерелами наявності у повітрі міста Львова забруднюючих речовин є автотранспорт, деревообробна промисловість і промисловість будматеріалів.

Має місце недостатність уваги з боку суб'єктів господарської діяльності до проблем техногенної та екологічної безпеки. Тому єдиним шляхом покращення стану техногенної та екологічної безпеки вбачається тотальна екологізація суспільства та удосконалення алгоритмів дій з ліквідації надзвичайних ситуацій з використанням міжнародних стандартів зі сфери управління, у першу чергу, стандартів ISO 14001 та ISO 9000.

І у цій низці питань вагомий внесок вносять підприємства, які викидають у навколишнє середовище колосальну кількість шкідливих речовин і пилу. Тому питання очистки повітря від пилу займає одне з головних завдань екологів всього світу. Основну роль у вирішенні цих проблем відводиться розробці високоефективних пилоловлювачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Існує два принципово різних шляхи боротьби із забрудненнями: перший – очищення шкідливих викидів промисловості і сільськогосподарських підприємств, інший, найбільш раціональний і економічний: розробка безвідходних технологічних процесів, які максимально імітують замкнуті природні процеси. Вся сировина, яка надходить до виробництва, переробляється на корисні продукти або передається на суміжні виробництва. Дотепер основні зусилля було направлено на розширення мережі очисних споруд. Це було неминучим, тому що вся промисловість розвивалася без урахування можливості безвідходних технологій. Забруднення атмосфери ніби планувалося, тобто проектувалося виробництво, яке повинно було давати розрахункову кількість викидів і паралельно проектувалися очисні споруди відповідної потужності.

Але правильніше стверджувати, що у промисловості не повинно бути відходів: будь-які відходи є речовинами, які рано чи пізно мають стати сировиною для отримання інших продуктів, а не викидатися до атмосфери. Для цього необхідно створити єдиний підхід до аналізу існуючих апаратів очистки повітря від пилу, щоб визначити сферу раціонального використання і межі можливостей кожного з них.

Аналіз відомих методів очистки повітря від пилу свідчить, що незважаючи на велику кількість конструктивних рішень у цьому напрямку, в даний час не існує апаратів, які могли б забезпечити високоефективне вловлення полідисперсного пилу, навіть при значному ускладненні схем пилоочистки.

Метою роботи є створення пилоловлювача, в якому за рахунок попереднього охолодження пилогазового потоку перед входом його до апарата подовжується його термін служби і поліпшуються гідродинамічні та аеродинамічні умови роботи, що призведе до підвищення ефективності його роботи і зменшення гідравлічного опору.

Виклад основного матеріалу досліджень

Для вирішення задачі розроблено конструкцію пилоловлювача, із теплообмінником і змійовиком (рисунок 1), який працює наступним чином. Запилене повітря рухається трубопроводом 1 через теплообмінник 2 до тангенційного вхідного патрубку 6 апарата. Пилоповітряний потік

через вхідний тангенційний патрубок 6 надходить всередину корпусу 5 пилоловлювача, де здійснює гвинтоподібний рух зверху донизу.

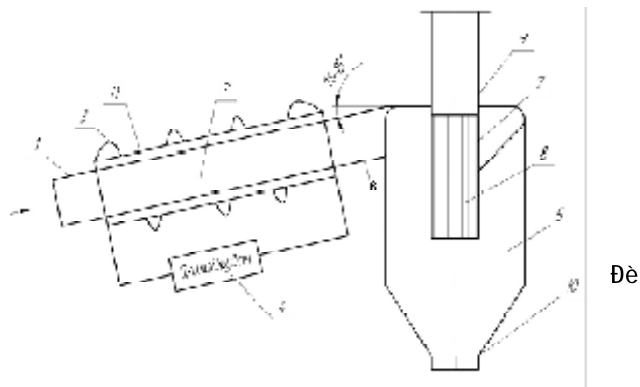


Рисунок 1 — Загальний вигляд запропонованого апарата.

Усередині корпусу 5 пилоповітряний потік здійснює спочатку один – два оберти навколо вихлопного патрубку, де під дією відцентрових сил відбувається пошарове розділення потоку, а далі він надходить до простору між корпусом 5 і жалюзійним відокремлювачем 7. Дрібніші частинки пилу, які невиділені з потоку відцентровою силою, підхоплюються потоком повітря і несуться до жалюзійного відокремлювача 7. При цьому повітря робить різкий поворот малого радіусу (на кут більший 90°, але менший 180°) і проходить в щілині між жалюзі 8, а дрібні частинки пилу через силу інерції мають більший радіус повороту і не встигають за ним, пролітають мимо щілин, стикаються з жалюзі і в результаті або відбиваються від них, або рухаються поздовж їх поверхні зверху донизу.

Треба зауважити, що у жалюзійному відокремлювачі жалюзі встановлюються таким чином, щоб між ними не було отвору, паралельного до осі відокремлювача, для того, щоб пилогазовий потік, проходячи через першу жалюзі, зустрічав перешкоду у вигляді наступної жалюзі.

При цьому необхідно, щоб загальна площа живого перерізу жалюзійного відокремлювача перевищувала площу поперечного перерізу площини між корпусом пилоловлювача і зовнішньою поверхнею жалюзійного відокремлювача, в результаті при русі пилоповітряної суміші тиск усередині жалюзійного відокремлювача нижчий за тиск між корпусом і зовнішньою поверхнею відокремлювача.

Розглянемо процес розділення двофазних середовищ на прикладі двох будь-яких послідовно розташованих жалюзі 8 відокремлювача 7.

При русі повітря з частинками пилу поздовж осі апарата зверху донизу потік плавно обтікає зовнішню поверхню жалюзі 8. Зовнішній шар потоку, „зрізаний” наступними жалюзі, за рахунок різниці тисків проходить у щілині між ними. Зміна напрямку руху з осьового на радіальний (на кут більший 90°, але менший 180°) призводить до виникнення сил, які діють на частинки, направлених на рівні

Таблиця 1 — Визначення оптимального кута нахилу патрубку

Медіанний діаметр аерозолі $10^{-6} \mu\text{м}$	Ефективність пиловловлення, %									
	Кут нахилу, град									
	0	5	10	11	13	14	15	20	25	35
50	1,3	3,8	6,5	6,8	7,4	7,0	97,6	95,9	0	35
32	0,0	2,1	5,8	6,5	6,0	5,9	95,3	93,8	85,2	76,1
16	9,1	2,1	5,0	4,9	3,8	3,2	92,8	92,5	85,3	75,2
8	7,5	87,2	6,9	6,2	0,1	5,5	71,2	67,5	83,2	74,1

кожної жалюзі до стінки корпусу апарата, заганяючи частинки пилу до основного потоку і не дозволяючи їм разом з повітрям входити в щілину.

Більше того, обтікання потоком гострого ребра жалюзі 8 призводить до утворення зони відриву („кишенки”), в якій формується торовий вихор. Торовий вихор має стійку форму через узгодження її з потоком і слабкість протитоків, підживляється енергією потоку, тому він і є найважливішим фактором, що протидіє вносу частинок до щілин між жалюзі, включаючи і дрібнодисперсні частинки.

Таким чином, в міру проходження пилоповітряного потоку через жалюзійний відокремлювач 7, тверді частинки пилу концентруються біля внутрішньої частини корпусу апарата 5 і, рухаючись гвинтоподібно зверху донизу навколо відокремлювача 7, виводяться через пиловипускний патрубок 10 до бункеру (на кресленні не показаний). Очищене повітря, проходячи через жалюзійний відокремлювач, формується в організований потік і спрямовується для використання або утилізації до вихлопного патрубка 9.

Коли до апарата спрямовано пилогазовий потік з високою температурою, відбувається прогорання, по-перше, зовнішньої стінки корпусу апарата 5, а по-друге, жалюзі 8 відокремлювача 7. Для запобігання цьому явищу перед входом до апарата у трубопроводі 1 на довжині, що дорівнює трьом діаметрам апарата, розташовано теплообмінник типу «труба в трубі» 2, а його охоплює змійовик 3, до якого з охолоджувача 4 подається вода. Теплообмінник типу «труба в трубі» складається з двох труб 1 і 11, у простір між якими подається охолоджена вода з охолоджувача 4 для зниження температури пилоповітряного потоку перед подачею його у пиловловлювач 5. Для зниження температури води у міжтрубному просторі (між трубами 1 і 11) теплообмінник охоплює змійовик 3, у який також з охолоджувача 4 подається вода.

Охолодження пилогазового потоку перед подачею його до пиловловлювача призводить до покращення умов виділення твердих частинок пилу з потоку і запобігає руйнуванню як стінок корпусу апарата 5, так і жалюзі 8 відокремлювача 7, а все це призводить до підвищення ефектив-

ності пиловловлення та продовження строків служби апаратів для очистки повітря від пилу.

На експериментальному стенді НУ „Львівська політехніка” проведено дослідження запропонованого пиловловлювача із теплообмінником і змійовиком з метою визначення оптимального кута нахилу теплообмінника 2, змійовика 3 і тангенційного вхідного патрубка 6 до корпусу пиловловлювача 5 в напрямку руху потоку на стандартному експериментальному пилу – кварцовому піску.

Дані випробувань наведено в таблиці 1. Для покращення умов руху пилоповітряного потоку до патрубка 6 входу до апарата 5 теплообмінник 2, змійовик 3 і тангенційний вхідний патрубок 6 мають кут нахилу до корпусу пиловловлювача 5 у напрямку руху потоку, який дорівнює $10 - 15^\circ$.

На експериментальному стенді проведено порівняльні дослідження запропонованого пиловловлювача із теплообмінником і змійовиком і з прототипом на стандартному експериментальному пилу – кварцовому піску. Дані випробувань наведено у таблиці 2.

Переваги запропонованої конструкції очевидні, що пояснюється попереднім охолодженням пилоповітряного потоку перед подачею його до пиловловлювача.

Таблиця 2 — Порівняльні дослідження пиловловлювачів

Витрати повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	Ефективність пиловловлення, %			
	Запропонований		Циклон ЦН-11	
	Розмір пилу, $\mu\text{км}$			
	32	50	32	50
1000	81,5	82,4	79,8	81,0
1500	83,4	85,6	81,5	83,4
2000	84,7	87,4	83,4	85,2
2500	87,8	89,4	84,3	88,1
3000	88,6	89,8	87,1	88,6

Вищенаведене свідчить, що ефективність пиловловлювача із теплообмінником і змійовиком залежить від багатьох факторів, основними з яких є: форма жалюзі (в першу чергу форма зовнішньої її поверхні), її розміри, ширина щілини між жалюзі, швидкість пилоповітряної суміші, фізико-хімічні якості пилу, його концентрація, дисперсний та фракційний вміст.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Підтверджені експериментальними дослідженнями результати теоретичних положень процесу руху зважених частинок у турбулентних вихорях свідчать, що збільшення ефективності вловлення пилу на 2–3% при зменшенні його гідравлічного опору вдалося досягти конструктивним виконанням самого апарата.

Підвищення ефективності пиловловлення і зменшення гідравлічного опору його (енергоємності) дозволяє говорити про широкі перспективи впровадження цих апаратів у всіх без винятку галузях господарства.

Література

1. Батлук, В.А., Проскуріна, І.В., Ступницька, Н.В., Мота, Я.В., Романцов, Е.В., Макаруч, В.Г., Мельников, О.В. Принципово нові перспективні методи очистки повітря від дрібнодисперсного пилу // Наукові вісті, Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія». – 2008. – № 13 (1). — С. 115—124.

2. Батлук, В.А., Параняк, Н.М.: Патент на корисну модель № 20786В01Д45/12 від 31.07.06; /Циклон із горизонтальним віддільником/ №И200608582 Опубл. 15.02.2007. Бюл. № 2, 2007.

3. Батлук, В.А. Наукові основи створення високо-ефективного пиловловлюючого обладнання / Дис. д-ра техн. наук: 05.05.02. — Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2001. — 370 с.

Надійшла 14.03.2012 року