

УДК 621.928.9

В. А. Батлук, К. І. Азарський

РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Розглядаються основні джерела забруднення атмосферного повітря, вплив шкідливих викидів на здоров'я населення та результати експериментальних досліджень розроблених пилоловлювачів.

The basic sources of the pollution of atmospheric air, the influence of harmful ejections on the health of population and the results of experimental studies of the developed dust collectors are examined in the article.

Сучасний екологічний стан України (надмірна концентрація екологічно небезпечних виробництв, застаріле й неефективне природоохоронне обладнання на завершальних стадіях технологічних ланцюгів, ненадійність технічних систем і недостатня кваліфікація кадрів на підприємствах підвищеного екологічного ризику тощо) визначає крайню актуальність постійної уваги до діяльності із запобігання екологічній небезпеці країни. Надмірна концентрація сільського господарства, промисловості спричинила катастрофічне забруднення повітря, води, ґрунту. Сучасні масштаби екологічних змін створили реальну загрозу здоров'ю та життю громадян.

Тому необхідно визначити кореляцію між забрудненням атмосферного повітря в регіонах України й зростанням захворювань у населення, а також провести аналіз існуючих пилоочисних апаратів і запропонувати вискоєфективні пилоловлювачі для очищення повітря від пилу.

Для навколишнього середовища та здоров'я людини значну небезпеку становлять викиди пилових речовин. Вони значно погіршують екологічний стан довкілля, викликають передчасну спрацьованість промислового обладнання та об'єктів житлово-комунального господарства, наносять шкоду здоров'ю людей. Потужний розвиток промислового виробництва супроводжується використанням широкого асортименту речовин природного і штучного походження, що призводить до зміни якісного і кількісного складу викидів в атмосферу.

Загалом спостерігається тенденція до зростання екологічного ризику через збільшення у виробничих процесах частки застарілих технологій та обладнання, зниження темпів відновлення і модернізації виробництва. У середньому зношеність основних виробничих фондів усіх галузей господарства України становить близько 50%, причому темпи оновлення фондів не відповідають темпам їх спрацювання. Усе це підвищує рівень забрудненості повітря і техногенного навантаження на інші компоненти довкілля [4].

Спостерігається зростання випадків захворювань, викликаних вживанням неякісної питної води та продуктів харчування, забрудненим повітрям (гепатит, легеневі й онкологічні хвороби, гіпертонічна хвороба,

алергічний дерматит, гострі респіраторні захворювання з астматичним компонентом).

Стан здоров'я населення є одним з основних критеріїв якості навколишнього середовища. У структурі загальної захворюваності населення все більшої питомої ваги набувають хвороби, що є наслідком техногенного забруднення довкілля, зокрема атмосферного повітря. Об'єктивні медичні дані свідчать про всезростаючий вплив екологічних чинників на фізичний потенціал суспільства.

Тому завданням наших досліджень є визначення основних джерел забруднення атмосферного повітря та їх впливу на здоров'я, наведення результатів експериментальних досліджень розроблених пиловловлюючих апаратів.

Взагалі нинішню екологічну ситуацію можна охарактеризувати як кризову. За даними Держкомстату, в Україні щорічно в навколишнє природне середовище надходить від 60 до 100 млн. т шкідливих речовин. У 2000 р. середньорічна концентрація пилу (недиференційованого за складом) перевищувала норматив екологічної безпеки у 23 містах України [3]. За даними Мінстату України, у 1998 р. загальний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря становив 6,04 млн. т, причому 4,16 млн. т – від стаціонарних джерел забруднення та 1,88 млн. т – від автотранспорту (нестаціонарних джерел). Значно забруднюють повітря підприємства обробної промисловості (1488,0 тис. т), паливно-енергетичного комплексу (1376,5 тис. т), добувної промисловості (1047,0 тис. т). Негативно впливають на стан атмосфери викиди будівельних підприємств (46,9 тис. т) та сільського господарства (9,4 тис. т). Найбільше викидів пилу (52%) дають стаціонарні джерела підприємств паливно-енергетичного комплексу.

Значне зниження середньорічної концентрації пилу спостерігалось за останні п'ять років у Донецьку (60%), Луганську (50%), Макіївці (48%), Світловодську (40%), Кривому Розі (37%), Одесі (33%) в основному в результаті падіння обсягів промислового виробництва у більшості екологічно небезпечних галузей. Водночас у деяких містах зафіксовано зростання середньорічної концентрації пилу, зокрема у Дніпродзержинську (71%), Тернополі (65%), Маріуполі (50%).

Частка забруднень, що були викинуті в атмосферу без очищення, в Автономній Республіці Крим склала 37% до утворених, у Севастополі – 69%, в областях: Житомирській – 77%, Херсонській – 73%, Закарпатській і Тернопільській – по 64%, Полтавській – 56%, Одеській – 55%, Волинській та Чернівецькій – по 50%, Сумській – 45%. У всіх цих регіонах антропогенне навантаження з розрахунку на 1 кв. км території є значно меншим від середнього рівня по країні, а висока частка викидів без очищення свідчить про те, що на підприємствах з року в рік не вирішується проблема уловлювання забруднювальних речовин [5].

На розмір і концентрацію частинок пилу в газах суттєво впливає технологія отримання продукту. Перероблення сипучих матеріалів (збагачення руди, металургійні процеси, виробництво мінеральних добрив, будівельних матеріалів, скла, кераміки, цементу та ін.) призводить до значного виділення пилу. При переробленні сировини, отриманні напівфабрикатів і кінцевого продукту в промисловості утворюється пил – зважені в газах дрібнодисперсні тверді частинки, що підлягають обов'язковому вловленню. Пилоутворення може відбуватися і при механічному розмелюванні твердих матеріалів, пересипанні й транспортуванні сипучих матеріалів, у хіміко-термічних процесах (конверторне литво сталі, міді та інших матеріалів, процеси в доменних печах і печах для обпалення колчедану), у результаті фізичних процесів, наприклад, при конденсації парів з отриманням рідких або твердих дисперсних продуктів (туман смол, пил кольорових металів – олова, цинку, сурми, свинцю та ін. у кольоровій металургії).

У 2002 р. зростання шкідливих викидів в атмосферу порівняно з 2001 р. спостерігалось в 14 регіонах країни, з яких найбільше – у Чернівецькій (на 1,0 тис.т, або на 22%), Одеській (на 3,9 тис.т, або на 19%), Хмельницькій (на 3,6 тис.т, або на 19%), Чернігівській (на 3,4 тис.т, або на 19%), Миколаївській (на 2,1 тис.т, або на 16%), Черкаській (на 3,3 тис.т, або на 13%), Полтавській (на 6,9 тис.т, або на 11%) областях і в містах Києві (на 3,8 тис.т, або на 14%), Севастополі (на 0,3 тис.т, або на 13%).

Дані державної офіційної статистичної звітності та спеціальних досліджень свідчать про тісний зв'язок між змінами у довкіллі й станом здоров'я населення. Пилова патологія легенів, передусім пневмоконіоз і хронічний пиловий бронхіт, традиційно займають перші місця в структурі професійної захворюваності населення протягом багатьох десятиріч. Частка вперше виявлених в Україні пневмоконіозів і хронічних бронхітів у 2000 р. складає 27,5% (710 випадків) та 21,8% (564 випадки), а в 2001 р. – відповідно 34,9% (1406 випадків) та 21,7% (876 випадків). При цьому переважаюча більшість випадків зафіксована у Донецькій області, яка є лідером вугледобування. Серед представників 185 професій найчисленніша група осіб, зайнятих на підземних роботах. На 2001 р. це робітники очисних забоїв (1051 особа або 26,1%), прохідники (646 осіб, або 16,1%), забійники (398 осіб, або 9,8%), гірські майстри (232 особи, або 5,8%) та ін.

До найбільш екологозалежних видів патології належать захворювання алергенної природи. У 2001 р. порівняно з 1997 р. захворюваність населення України на бронхіальну астму зросла з 423,3 до 458,2 на 100 тис. населення, тобто на 8,4%. Між рівнями забруднення атмосферного повітря речовинами алергенної дії (пил) і показниками захворюваності населення на бронхіальну астму виявлено прямий тісний кореляційний зв'язок.

Протягом багатьох десятиліть вплив забруднення навколишнього середовища на стан здоров'я населення вивчається на прикладі великих промислових центрів, розташованих переважно в Донецько-Придніпровському регіоні з його складною екологічною ситуацією. Водночас Львівська область є

досить індустріалізованою та урбанізованою, з численними джерелами забруднення довкілля шкідливими для здоров'я людини факторами. На її території розташовано 840 промислових підприємств, у т. ч. з видобутку нафти та вугілля. Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря у 2003 р. перевищували 179 тис., або 8,2 т/км². Найбільш забруднене атмосферне повітря у Буському, Городоцькому, Дрогобицькому, Золочівському, Мостиському, Перемишлянському та Сокальському районах.

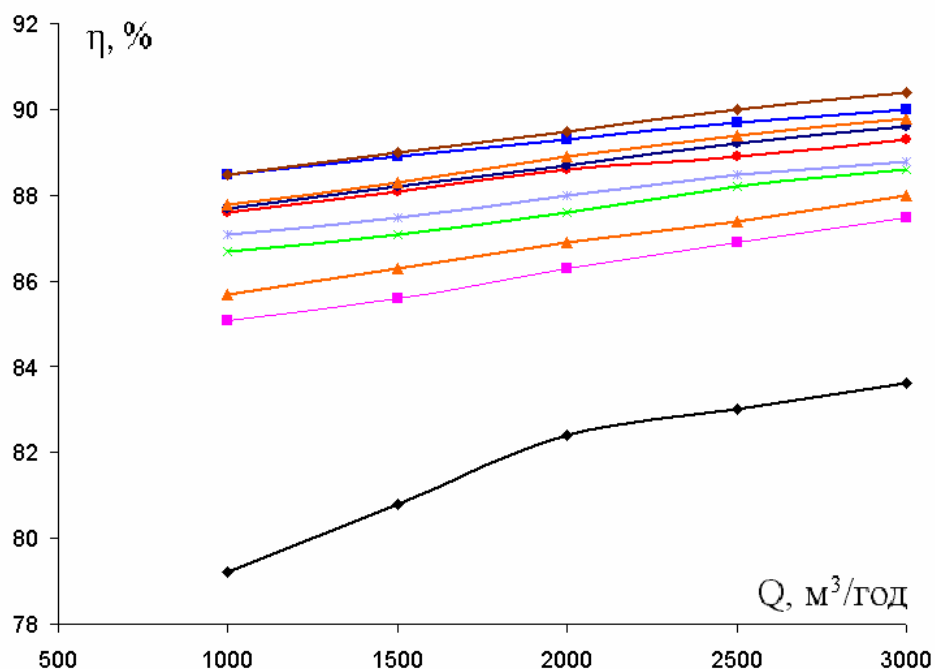
Первинна захворюваність населення у Львівській області упродовж багатьох років була вищою за середній рівень по Україні і навіть за рівень у Донецько-Придніпровському регіоні. Як показали результати досліджень [2], в умовах Львівської області навіть на тлі збільшення рівня медичної допомоги (вдвічі) спостерігається зростання захворюваності серед дорослого населення на 18%, а серед дітей – на 7%, тісно пов'язаної з рівнем забруднення довкілля. Доросле населення, яке мешкало в районах з високим забрудненням довкілля, через усі хвороби хворіло частіше на 13%, ніж населення менш забруднених районів (діти – на 5%).

Викиди пилу значно погіршують екологічний стан довкілля. У зв'язку з тим останнім часом в усіх країнах світу все більше уваги приділяють боротьбі з пиловиділенням при різноманітних технологічних процесах. Ми зупинимось на “сухих” методах пиловловлення. Проаналізувавши вдосконалення в існуючих пиловловлювачах, можна дійти висновку, що найпоширенішими і найпростішими апаратами для “сухого” очищення повітря від пилу є циклони ЦН-11. Однак після усіх удосконалень вони не можуть забезпечити високоефективного очищення дрібнодисперсних фракцій (менших за $5 \cdot 10^{-6}$ м). Водночас сьогодні не існує єдиного критерію вибору оптимальної форми корпусу пиловловлювача, навіть для найбільш поширеного з них – циклона ЦН-11. Тому завданням наших досліджень було створення теорії руху пилогазового потоку в корпусі апарата і вибір на її основі оптимальної конструкції корпусу для наступних апаратів: конічного, циліндричного, циліндрично-конічного [1].

Проведене математичне моделювання процесу пиловловлювання у відцентрово-інерційному пиловловлювачі дозволило шляхом розрахунків визначити довжину циліндричної і конічної частин апарата, що й було враховано нами при конструюванні принципово нових апаратів аналогічного типу [1, 6].

На експериментальному стенді проведено порівняльні дослідження найкращих у кожній групі запропонованих пиловловлювачів і циклона ЦН-11 – еталона. За отриманими результатами побудовано графічну залежність ефективності пиловловлення від витрат повітря для частинок пилу з медіанним діаметром $8 \cdot 10^{-6}$ м при довжині циліндричної частини корпусу циліндричного апарата $900 \cdot 10^{-3}$ м і циліндрично-конічного апарата $750 \cdot 10^{-3}$ м та конусності 15° (див. рисунок).

Порівняльні дослідження довели, що за зростанням ефективності вловлення пилу запропоновані пиловловлювачі і циклон ЦН-11 можна розмістити знизу вверх у такій послідовності (незалежно від медіанного діаметра пилу, який змінює тільки абсолютні значення ефективності):



Залежність ефективності пиловловлення від витрат повітря в стенді для частинок пилу з медіанним діаметром $8 \cdot 10^{-6}$ м

- ◆ Циклон ЦН-11
- Конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна
- ▲ Конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем з дном
- × Конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з конічним жалюзійним відокремлювачем з дном
- * Циліндричний відцентрово-інерційний пиловловлювач з конічним жалюзійним відокремлювачем з дном
- ◆ Циліндричний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна
- ◆ Циліндричний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем з дном
- ▲ Циліндрично-конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з конічним жалюзійним відокремлювачем з дном
- Циліндрично-конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна
- ◆ Циліндрично-конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем з дном

1. Циклон ЦН-11.
2. Конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна.
3. Конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем з дном.
4. Конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з конічним жалюзійним відокремлювачем з дном.
5. Циліндричний відцентрово-інерційний пиловловлювач з конічним жалюзійним відокремлювачем з дном.

6. Циліндричний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна.

7. Циліндричний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем з дном.

8. Циліндрично-конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з конічним жалюзійним відокремлювачем з дном.

9. Циліндрично-конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна.

10. Циліндрично-конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем з дном.

Це пояснюється конструктивними особливостями як корпуса апарата, так і жалюзійного відокремлювача, що визначаються з умови мінімальної турбулізації потоку, збереження постійними швидкостей руху пилоповітряної суміші в корпусі апарата і при проходженні через жалюзі відокремлювача та зменшення впливу вторинного вихору з бункера пиловловлювача.

Треба зауважити, що найменшу ефективність роботи із запропонованих апаратів має конічний відцентрово-інерційний пиловловлювач з циліндричним жалюзійним відокремлювачем без дна (однак це перевищує ефективність кращого з існуючих апаратів сухого очищення повітря – циклона ЦН-11).

При порівнянні одержаних експериментальних даних з результатами численних експериментів спостерігається деяка відмінність у процесі визначення довжини циліндричної частини для циліндричного та циліндро-конічного пиловловлювачів і кута конусності для конічного пиловловлювача. Це пояснюється тим, що будь-яка модель (модель „ідеального” середовища, модель взаємодії сил у такому середовищі, рух „ідеальної” матеріальної точки в увяленому потоці) є дещо ідеалізованою. Для одержання числових значень уводяться початкові (граничні) умови, тобто умови однозначності, і ряд припущень. Можливості фізичного моделювання обмежені дуже вузькими діапазонами змін величин, які визначаються в дослідях. Відтворення процесів у пиловловлювачі на спрощених моделях (фізичне моделювання) у більшості випадків дозволяє визначити тільки той чи інший інтегральний ефект: коефіцієнт корисної дії апарата, ступінь осадження пилоповітряної суміші, розподіл потоку по частинах апарата тощо. При виведенні математичної моделі знехтували рядом факторів, вплив яких не може бути врахований у диференціальних рівняннях руху, а саме вплив нестационарності відносного руху частинки на її траєкторію, взаємодію між частинками, вплив маси частинок на потік і турбулентності потоку на рух частинок тощо. Крім того, було зроблено припущення, що при дотику до зовнішньої стінки апарата частинка вважається вже вловленою, більше не відбивається і рухається вздовж зовнішньої стінки апарата до пиловипускного патрубку. У реальних умовах відбуваються відскок частинки від зовнішньої стінки апарата, її подальший рух у закручених потоках і неодноразове відбиття від стінок апарата.

З вищевикладеного можна зробити наступні висновки. Перевищення допустимих антропогенних навантажень на природне середовище й гранично допустимих концентрацій шкідливих хімічних сполук знижує рівень екологічної безпеки, внаслідок чого виникає потреба в поглибленому науковому розробленні питань санітарної охорони навколишнього середовища (і зокрема, атмосферного повітря) для умов України. Проблеми антропогенного впливу на природне довкілля України об'єктивно вимагають розроблення наукових засад екологічної безпеки України, методології забезпечення її реалізації.

Дані державної офіційної статистичної звітності та спеціальних досліджень свідчать про тісний зв'язок між змінами у довкіллі й станом здоров'я населення. Особливо негативний вплив змін навколишнього середовища простежується щодо хвороб органів дихання (хронічний бронхіт, бронхіальна астма, алергічний реніт), онкозахворювань, патології щитовидної залози, уроджених вад розвитку.

Значну небезпеку для навколишнього середовища становлять викиди пилових речовин, які значно погіршують екологічний стан довкілля, викликають передчасну спрацьованість промислового обладнання та об'єктів житлово-комунального господарства, наносять шкоду здоров'ю населення. Висока частка викидів без очищення свідчить про те, що на підприємствах з року в рік не вирішується проблема уловлення забруднювальних речовин. Тому розроблення та впровадження нових високоефективних пиловловлюючих апаратів значно зменшить забруднення атмосфери.

Комплексне розв'язання еколого-гігієнічних проблем дозволить цілеспрямовано керувати оздоровленням довкілля і зміцненням здоров'я населення.

1. Батлук В.А., Азарський К.І. Математичне моделювання процесу руху частинки в корпусі пиловловлювача // Промислова гідраліка і пневматика. 2003. №1. С. 24 – 27. 2. Климчук М.А. Стан навколишнього середовища та його вплив на здоров'я населення Львівської області // Довкілля та здоров'я. 2005. №3 (34). С. 43 – 48. 3. Міністерство екології та природних ресурсів України. www.menr.gov.ua. 4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2001 році. К., 2003. 5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2002 році. К., 2002. 6. Пат. 52792 А Україна. Пиловловлювач / В.А. Батлук, К.І. Азарський (Україна); Заявл. 01.06.2000; Опубл. 15.01.2003; Бюл. № 1.