

РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВО НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПИЛОВЛОЛЮВАЧА ДЛЯ ЗНЕПИЛЕННЯ ПРИ РОБОТІ АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Наведено всі небезпечні фактори, які виникають при роботі абразивного інструменту, і розглянуто питання утворення пилу. Визначено кількість пилу, що утворюється при різних режимах роботи, а також фактори, що призводять до збільшення кількості його. На основі проведених досліджень запропоновано принципово новий підхід до вирішення питання очищення повітря від пилу – за допомогою високоефективних відцентрово-інерційних пиловловлювачів. Проведено порівняльні дослідження запропонованих апаратів з аналогами.

All of dangerous factors which arise up during work of abrasive instrument and the question of formation of dust is separately selected are pointed in the article. The amount of dust, which appears at the different modes works, discovered factors which result in an increase the amount of him, is certain. On the basis of the conducted researches the new going is offered on principle near the decision of question of cleaning of air from a dust – by high-efficiency centrifugal-inertia пыловловлювачів, developed authors. Comparative researches of the offered vehicles are conducted with analogues.

Постановка проблеми

Проблема попередження забруднення атмосфери вже давно перетнула кордони окремих держав і навіть цілих континентів, набула міжнародного характеру і стала загальною практично для всіх країн світу. Це зумовлено цілою низкою причин: спільністю інтересів щодо розробки заходів і засобів, які спрямовано на зниження або повну ліквідацію викидів шкідливих домішок до атмосфери, важливістю співпраці й обміну інформацією про створення методів і засобів попередження шкідливих наслідків забруднення атмосфери і збитків, яких вони завдають. Нарешті, тим, що шкідливі речовини розповсюджуються на величезні відстані, не зважаючи на державні кордони.

Результати активного втручання людини у взаємопов'язані і збалансовані процеси природи навіть важко передбачити, і це, насамперед, впливає на здоров'я людини, що виявляється у вигляді гострих або хронічних отруєнь і різного виду захворювань (алергій, злоякісних пухлин, лейкемії, лейкозу, анемії, психоневрологічних нападів тощо). Крім того, потрапляння до атмосфери речовин з генетичною активністю стає причиною вроджених захворювань і дефектів розвитку.

Забруднення атмосфери, крім безпосередньої токсичної дії, зменшує короткохвильове випромінювання за рахунок зниження інтенсивності прямої сонячної радіації і зміни її спектра. Так, у Львові вона менше на 17–23%, у Києві — 25–30% порівняно із замиськими районами.

Складність проблеми попередження і боротьби із забрудненням атмосфери, численні джерела забруднення з характерними для них шкідливими викидами, а також різноманітними несприятливими наслідками не дозволяють звести всі ці чинники в єдину, досить чітку класифікацію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо, що в Японії, Німеччині, США, Польщі, Чехії проводяться науково-дослідні і практичні роботи з попередження забруднення атмосфери, на що витрачаються значні кошти. Незважаючи на успішне вирішення цілої низки питань, багато чого ще має бути зроблено.

З цих численних питань потрібно виділити проблему попередження забруднення атмосфери промисловими відходами.

За останні десятиліття розвиток промисловості визначався розширенням кола і збільшенням кількості задач, що необхідно вирішити, необхідністю покращення їх технічних характеристик, у тому числі і очистки повітря від пилу. Це призвело до створення пиловловлювачів різних конструкцій одного і того самого призначення.

Ускладнилася структура систем, різко збільшилася кількість апаратів, що використовують, збільшилася питома вага складних, розгалужених схем пилоочистки у загальному обсязі розробок. Складність установок пилоочистки різного призначення за кількістю комплектуючих апаратів збільшилася у середньому в 2–5 разів. Така тенденція зберігається і на сьогодні. Все це призводить до того, що постійне зростання складності систем пилоочистки, яке зумовлене розширенням кола задач, які необхідно вирішувати при одночасному підвищенні вимог до якості їх функціонування, є об'єктивною тенденцією розвитку екології взагалі і пилоочистки конкретно.

Темпи зростання ефективності роботи комплектуючих апаратів схем пилоочистки помітно відстають від вимог до них ще і з точки зору енерго- і металомісткості. Виникло протиріччя: з одного боку, значно підвищилися потенційні можливості схем пилоочистки і вимоги до них, а з іншого — збільшилися проблеми щодо

реалізації цих можливостей через ускладнення схем пилоочищення. Це протиріччя зумовило необхідність забезпечення підвищених вимог щодо ефективності роботи апаратів пилоочищення, які визначаються здатністю установки для очистки повітря від пилу зберігати працездатність протягом певного часу за певних умов експлуатації. Її актуальність об'єктивно збільшується у міру подальшого розвитку промисловості.

Попередження забруднення атмосфери через ліквідацію шкідливих викидів є нагальним завданням, але часто його неможливо розв'язати. Тому водночас виникає проблема нейтралізації або вловлення шкідливих газів, парів і пилу з викидів, що надходять до атмосфери у процесі виробництва.

Значимість проблеми зумовлена підвищенням вартості виробництва, в якому велику роль відведено пилоочищенню; відставанням рівня ефективності апаратів пилоочистки від вимог, що ставляться до схем очистки повітря від пилу; відсутністю завершеної наукової теорії процесу пилоочистки, яка відповідала б вимогам до ступеня очистки повітря від пилу; відсутністю банку даних для автоматизованого вибору системи пилоочищення для кожного конкретного виробництва; складністю схем пилловловлення мікронних і субмікронних частинок, кількість яких з удосконаленням виробництва постійно збільшується; відсутністю єдиного підходу до аналізу конструктивних особливостей пилловловлювачів.

У зв'язку з цим поставлено завдання створення пилловловлювача, в якому виконання певним чином корпусу апарата, дозволяє збільшити ефективність пилоочистки.

Виклад основного матеріалу

При механічній обробці деталей на металообробних верстатах виділяється велика кількість пилу. При цьому треба зауважити: якщо стружку ми бачимо і відчуваємо, то дрібний пил, який утворюється при нагріванні сталі чи чавуну при обробці у вигляді модифікацій вуглецю, ми не бачимо, а він є найнебезпечнішим для здоров'я людини, осідаючи у легенях і тому від нього у першу чергу треба позбавитися.

Метою очистки повітря від пилу і стружки є:

- зменшення ймовірності виробничого травматизму;
- зменшення кількості професійних захворювань;
- створення комфортних умов праці, доводячи виділення шкідливих речовин до норм ГДК;
- збільшення працездатності верстатів, автоматичних ліній, роботизованих систем;
- зменшення безповоротних втрат металів;
- підвищення культури виробництва.

Абразивний інструмент, який має високу частоту обертання, у випадку його розриву представляє серйозну небезпеку травмування. Враховуючи, що цей інструмент має високу чутливість до ударних навантажень і струсів і що на його міцність впливає температура і вологість, розривання його під час роботи (особливо при порушенні правил випробувань і експлуатації) досить ймовірне.

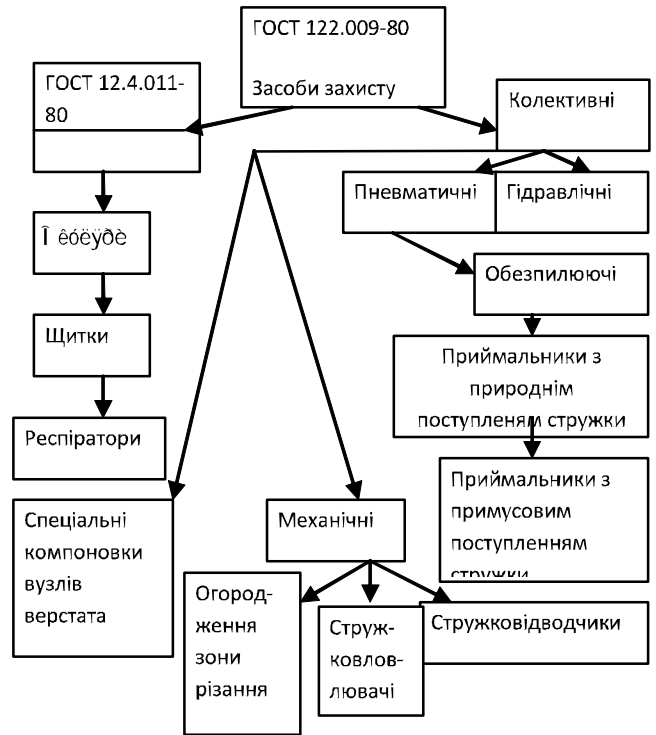


Рисунок 1 — Класифікація засобів захисту при обробці металів

Небезпека травмування виникає і при раптовому дотику до абразивного круга, який швидко обертається. При шліфуванні, обробці і заточуванні ріжучого інструмента без мастильно-охолоджуючої речовини (МОР) від поверхні дотику абразивного круга з деталлю, виділяється велика кількість змішаного пилу (пилові частинки абразиву і матеріалу, що обробляється), а це є небезпечою для травмування очей і захворювання людини.

Кількість пилу, який виділяється від матеріалу і абразивного інструмента протягом обробки, залежить від ширини зони обробки, режимів різання (V, S, T), фізико-механічних якостей матеріалу, що обробляється, і характеру абразиву (по зв'язці і ріжучим зернам). При грубому шліфуванні (обдиранні) кількість пилу, що утворюється в процесі різання абразивними інструментами, коливається у межах 100–300 г за годину машинного часу, а при тонкому шліфуванні і заточуванні металевого інструмента 25–50 г за годину. При цьому пил матеріалу, що обробляється, складає приблизно 80% загальної кількості пилу, який утворюється протягом обробки абразивним інструментом.

При роботі шліфувального круга утворюється два пилових потоки від місця обробки: один (основний) направлено по дотичній до кола абразивного круга, а другий є потоком дрібних пилових частинок, який рухається у бік обертання круга. Форма і напрямок цих пилових потоків досить ясно спостерігається по вогневих лініях, які утворюються при активній роботі абразивного круга.

При проведенні процесу без мастильно-охолоджуючої речовини потік пилових частинок має форму клина (біля місця його утворення) і направляється у бік обер-

тання абразивного круга. Кут клина і кут відхилення основного потоку від поверхні обробки залежать, головним чином, від режимів різання і, меншою мірою, від фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляються. Практично ці кути невеликі і коливаються в межах двох-п'яти градусів у зв'язку з малими глибинами різання, тому дуже важко розмістити назустріч йому вхідний отвір приймача пилу.

Таким чином, ефективність видалення пилу при роботі абразивних кругів визначається вищенаведеними параметрами процесу обробки, конструкцією пилоприймача, розташуванням його відносно напрямку руху потоку пилових частинок і ступеня регулювання приймача у міру спрацювання абразивного інструмента. Досить важливо, щоб приймач був конструктивно пов'язаним з огороженням круга, а також, щоб було передбачено видалення частинок пилу, які при цих процесах утворюються.

Невиправданою є думка, що правка абразивного круга проводиться досить рідко, і для захисту працюючих досить респиратора і захисних окулярів. При виготовленні деталей високої якості абразивний круг необхідно досить часто правити, що надає йому необхідну геометричну форму, поновлює гостроту і знімає з його поверхні шар пилу і бруду. Огороджувальний кожух (ГОСТ 12.2.001-86) повинен мати достатню міцність для запобігання руйнуванню і залишкових деформацій у випадку його розриву протягом роботи. Товщина стінок визначається у залежності від максимальної швидкості обертання круга і його діаметрів для наступних груп швидкостей: 40–63; 63–80; 80–100 м/с.

З метою забезпечення безпеки (у випадку розриву абразивного круга) кут відкривання огорожувального кожуха має бути мінімальним: 90° — для кругів обдирочних і заточних; 150° — для кругів плоскошліфувальних. Кожух повинен мати конструктивно пов'язаний з ним пилоприймач, який під'єднано до індивідуальної або групової вентиляційної системи, що працює на всмоктування.

За останніх років у вітчизняній і закордонній практиці все частіше зустрічаються пристрої для правки абразивного круга, що їх вмонтовано у огороження-пилоприймач. У будь-якому випадку успіх справи залежить від конструкції пилоприймачів, тобто якою мірою вони вирішують задачу видалення пилу із зони роботи верстата.

У даний час на Україні існує декілька заводів з випуску шліфувальних і заточних верстатів, які, вирішуючи питання виготовлення сучасних верстатів, не можуть забезпечити їх пристроями для відводу і вловлення пилу, що утворюється при їх роботі.

Аналізуючи існуючі досягнення у цій області можна зробити висновки.

1. Ефективність вловлення пилу і безпека при обробці різних матеріалів абразивними кругами суттєво залежать від конструкції кожуха пилоприймача, до якого застосовуються наступні вимоги: механічна гнучкість, яка запобігає пошкодженню кожуха у випадку розриву абразивного круга; максимальне (допустиме за умовами

роботи) накриття кожухом абразивного круга, зменшуючи до мінімуму можливість вильоту гострих частинок круга у випадку його розриву; найвигідніше розміщення пилоприймаючої частини кожуха по відношенню до напрямку пилового потоку; використання нижньої частини кожуха пилоприймача в якості першого ступеня очистки повітря від пилу (для здирально-шліфувальних верстатів), вловлення і відвод пилових частинок при правці абразивного круга.

2. Індивідуальні відсмоктуючі прилади повинні забезпечувати очистку повітря від полідисперсного пилу, у зв'язку з чим доцільно застосовувати прилади з дво- і триступеневою системою очистки. При конструюванні таких приладів необхідно передбачати вихід очищеного повітря до приміщення з малими швидкостями і переважно доверху.

3. Великий вітчизняний і закордонний досвід по вловленню пилу при обробці різних матеріалів абразивними інструментами дозволяє рекомендувати розробку галузевого стандарту на кожухи пилоприймача і індивідуальні відсмоктуючі прилади.

4. У даний час не існує вискоєфективних пилостружкоприймачів і апаратів для очищення повітря від пилу при роботі шліфувальних і заточних верстатів.

Отже, метою нашої роботи є вивчення закономірності формоутворення і направлення руху потоку стружки і пилу; вивчення закономірностей зміни дисперсного складу стружки і пилу через вловлення; розробка ефективних систем видалення стружки і пилу при обробці заготовок криволінійної форми; розробка ефективних компактних пристроїв для відділення стружки і пилу від повітря.

З цією метою проведено наступні дослідження:

- визначено запиленість на заточних і шліфувальних дільницях інструментального цеху ДП заводу «Полімер-Електрон» (м. Львів), у процесі роботи яких утворюється металевий і абразивний пил, при застосуванні різних діаметрів шліфувальних кругів як без охолодження, так і при охолодженні маслом і емульсією (таблиця 1);

- аналіз дисперсного складу абразивного і металевого пилу, що утворюється при заточуванні інструменту (таблиця 2);

- паспортизація робочих місць (таблиця 3);

- визначення запиленості інструментального цеху ДП завод «Полімер-Електрон» (таблиця 4).

У результаті вимірювань виявлено:

- згідно з таблицею 3: для точно-шліфувальних верстатів 2-х сторонніх (їх два) метеорологічні умови і шум, знаходяться в нормі, а запиленість в 5 разів перевищує допустиму, освітлення у 2 рази менше допустимого;

- для точно-шліфувальних верстатів одностороннього і ЗБ634: метеорологічні умови і рівень шуму в межах норми, запиленість перевищує в 7 разів ГДК, освітленість не відповідає нормам; для заточувального верстата всі параметри відповідають нормованим, а рівень пилу в 8 разів перевищують ГДК; для верстату перехресно-шліфувального ШЗМ всі параметри відповідають

Таблиця 1 — Кількісні характеристики запилення

Визначаюча характеристика обладнання діаметр круга, мм	Шкідливі речовини, г/год.		
	Кількість без охолодження	Кількість з охолодженням	
		аерозоль масла	аерозоль емульсії

Абразивний круг:

100	35	102	0,5
150	51	160	0,7
200	74	190	0,85
250	94	220	0,9
300	117	250	1,1
350	147	300	1,3
400	171	410	1,5
450	195	430	1,6
500	217	460	1,8
550	242	470	1,9

Алмазний круг:

100	26	-	-
150	38	-	-
200	55	-	-
250	73	-	-
300	88	-	-
350	110	-	-
400	128	-	-
450	146	-	-
500	163	-	-
550	182	-	-

Таблиця 2 — Дисперсний склад пилу

Розмір частинок, мкм	Склад, %
0-5	13
5-10	12,1
10-20	22,8
20-40	22,9
40-60	21,8
більше 60	7,4

нормованим, крім запиленості, яка перевищує ГДК в 4 рази; для стрічково-шліфувальних верстатів запиленість перевищує ГДК в 20 разів;

- згідно таблиці 4 для плоско-шліфувальних верстатів підключених до вентиляційної системи вдалося знизити запиленість робочої зони до норм ГДК, в той же час, як у верстатів, які не підключені до системи вентиляції, запиленість перевищує допустимі норми у декілька разів.

Таблиця 3 — Паспортизація робочих місць

Назва верстату, тип, марка	Метеорологічні умови			Шум дБ	Запиленість, мг/м ³
	Температура, град С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с		
2	3	4	5	6	7
Точильно-шліфувальний двосторонній	18 (18-20)	50 (40-60)	0,1 (0,2)	79 (85)	30 (6)
Точильно-шліфувальний двосторонній	18 (18-20)	50 (40-60)	0,1 (0,2)	81 (85)	30 (6)
Точильно-шліфувальний односторонній	18 (18-20)	50 (40-60)	0,1 (0,2)	84 (85)	40 (6)
Точильно-шліфувальний ЗБ634	13,6 (18-20)	54 (40-60)	0,3 (0,2)	75-78 (85)	40 (6)
Заточувальний верстат	13,6 (18-20)	54 (40-60)	0,2 (0,2)	75-78 (85)	49 (6)
Перехрестно-шліфувальний ШЗМ	25,0 (18-20)	32 (40-60)	0,2 (0,2)	78 (85)	24 (6)
Стрічково-шліфувальний Шл ПС-7 (1)	26,3 (18-20)	32 (40-60)	0,2 (0,2)	76 (85)	124 (6)
Стрічково-шліфувальний Шл ПС-7 (2)	26,3 (18-20)	32 (40-60)	0,2 (0,2)	76 (85)	123 (6)

З наведених даних очевидно, що питання зменшення запиленості на заточувальній дільниці інструментального цеху є першочерговим питанням, яке потребує термінового вирішення.

При заточуванні на штучних абразивних кругах джерелом пилоутворення також є керамічна зв'язка, яка допомагає виділенню кристалічного кремнію в кількості 2,5–9,5%. Для зменшення цього виду пилу потрібно застосувати емульсії з додаванням ОП-7, що дозволить майже у 5 разів зменшити кількість пилу.

За будь-яких обставин для всіх вищенаведених верстатів необхідно передбачити ефективну систему відділення частинок пилу від пилоповітряного потоку. Зазвичай, це двоступенева очистка повітря від пилу, де в якості першого ступеня застосовуються апарати сухого принципу дії, найчастіше-циклони ЦН-11, а для другого сту-

Таблиця 4 — Кількісні характеристики запилення

Марка верстату	Запиленість повітря, мг/м ³	Принцип роботи
Кругло-шліфувальний 7445	270,5	Без емульсії без емульсії з емульсією з емульсією
	334,0	
	21,1	
	17,5	
Плоско-шліфувальний 54132	123,0	Без вентиляції Без вентиляції З вентиляцією З вентиляцією
	47,2	
	6,5	
	4,4	
Плоско-шліфувальний	12,5	Без вентиляції Без вентиляції З вентиляцією З вентиляцією
	15,0	
	4,0	
	3,1	
Оптико-шліфувальний	66,6	Без вентиляції
	58,4	
	60,0	
Кругло-шліфувальний	12,7	Працює з емульсією Вентиляції немає
	8,4	
	9,8	

пеня використовуються фільтри. У залежності від характеру пилу, пилового і повітряного навантаження на одиницю поверхні фільтра визначається період очищення фільтра, через те що з ростом кількості пилу, який осів на його поверхні, різко зменшується ефективність роботи.

Метою роботи є розроблення такої установки видалення пилу, що утворюється у процесі обробки абразивним кругом, яка могла б не тільки направити її в пилоприймальник, але й вловити його в пиловловлювачі принципово нової конструкції без використання фільтрів. Для цього запропоновано застосувати індивідуальний відсмоктуючий пристрій, який виконується у вигляді окремого агрегату, конструктивно не пов'язаного з верстатом і який має наступні переваги: можливість застосування для різних верстатів; техніко-економічна доцільність централізованого виготовлення їх спеціалізованим заводом; можливість перестановки з одного верстата на інший; можливість використовувати його в якості пилотяга для прибирання приміщень після закінчення робочого дня; можливість вбудувати його у верстат; високий ступінь очищення.

Індивідуальний відсмоктуючий пристрій складається з пило-стружкоприймальника, через який пилоповітряна суміш надходить через гнучкий трубопровід до відцентрово-інерційного пиловловлювача, який працює наступним чином (рисунок 2). Пилоповітряний потік за рахунок дії відцентрових сил після його входу до апарата тангенційно через патрубок 2 поділяється на два гвинтоподібних потоки: перший — поздовж стінки 7 корпусу 1, другий — навколо жалюзійного відокремлювача 5. У другому потоці частинки пилу не встигають за рухом повітря, яке круто повертає до щілин між жалюзі відокремлювача, через наявність сил інерції, які діють на них,

попадають на жалюзі, відбиваються від них до тих пір, поки не відіб'ються до стінки корпусу апарата і не підхопляться першим потоком, що рухається до пиловипускного патрубка 4. Пил, який рухається гвинтоподібно поздовж стінки 7 корпусу 1, весь час охолоджується за рахунок того, що в каналі, утвореному стінками 1 і 7 корпусу, також зверху донизу рухається охолоджена у охолоджувачі 11 вода, призначення якої не тільки охолодити виділений пил і пилогазовий потік, який рухається у просторі між стінкою 7 апарата та жалюзійним відокремлювачем 5, а ще притягнути до себе виділений у пиловловлювачі пил через утворення біля стінки корпусу апарата різниці температур.

Вода, яка подається на рівні тангенційного вхідного патрубка 2 через форсунки (на кресленні не показані) до каналу, утвореного стінками 7 і 1 корпусу апарата, рухається у цьому каналі зверху донизу до осьового патрубка 4 виходу пилу і вже у нижній частині бункера апарата 10 для збирання пилу через конічну воронку 8 цей канал об'єднується в один суцільний трубопровід 9, розташований по осі апарата, який іншим своїм кінцем входить до охолоджувача 11. Охолоджувач 11 оснащено трубопроводом 12, який за допомогою насоса (на кресленні не показаний) приєднує його у верхній частині апарата на рівні вхідного патрубка 2 до каналу, утвореному подвійними стінками 1 та 7 його корпусу.

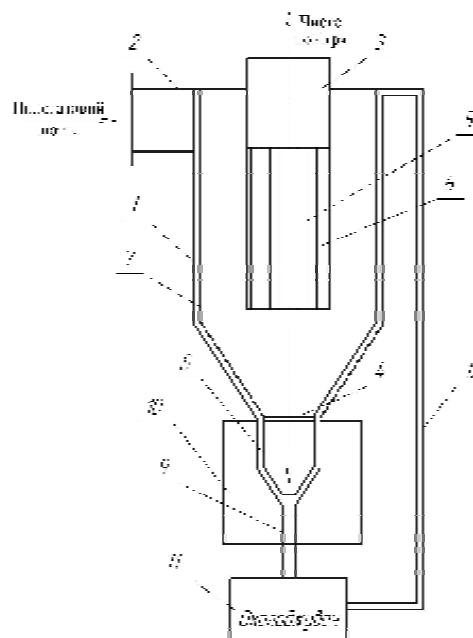


Рисунок 2 — Загальний вигляд пиловловлювача

Проведено експериментальні дослідження ефективності пиловловлення у залежності від відношення висоти циліндричної частини відокремлювача до висоти його конічної частини: 2; 0; 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2. Експериментальний пил — кварцовий пісок з медіанним діаметром $50 \cdot 10^{-6}$ м, витрати повітря від 1000 до 3000 м³/год.

Як видно з результатів досліджень, відношення висоти циліндричної частини до висоти конічної частини 1,3–1,6 дає максимальну ефективність пиловловлення при різних витратах повітря (для пилу з медіанним діаметром $50 \cdot 10^{-6}$ м: при витратах повітря $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ — 89,1% (для циклона ЦН-11 82,3 %); при $2000 \text{ м}^3/\text{год}$ — 90,1% (для циклона ЦН-11 83,6 %); при $3000 \text{ м}^3/\text{год}$ — 91,7 % (для циклона ЦН-11 85,5 %).

Проведено експериментальні дослідження ефективності пиловловлення у залежності від ширини каналу, утвореного стінками 1 та 7 апарата. Експериментальний пил — кварцовий пісок з медіанним діаметром $(32 \text{ та } 50) \cdot 10^{-6}$ м. Витрати повітря — $1000 \text{ м}^3/\text{год}$. У результаті експериментів доведено, що оптимальною є ширина каналу, утвореному стінками 1 та 7 апарата, яка дорівнює 10 мм: для пилу з медіанним діаметром $32 \cdot 10^{-6}$ м — 87,2 % (для циклона ЦН-11 — 73,5 %); для пилу з медіанним діаметром $50 \cdot 10^{-6}$ м — 89,2 % (для циклона ЦН-11 — 85,3 %).

При ширині, нижчій за 10 мм, стінки корпусу апарата 1 та 7 ближче притискаються одна до одної, і вода, по-перше, матиме більшу швидкість перебігу і для її подачі необхідно більш потужний насос, а по друге, її температура буде така сама, як і при ширині каналу в 10 мм.

При збільшенні цієї ширини понад 10 мм стінки корпусу апарата 1 та 7 віддаляються одна від одної і тоді швидше охолоджується вода, а її швидкість падає і всього цього разом недостатньо для отримання необхідного ефекту.

Величина, яка дорівнює 10 мм, є оптимальною, оскільки при такому варіанті досягається стала швидкість руху води усередині каналу, утвореному стінками 1 та 7 апарата і її температура буде достатньою для досягнення запланованого ефекту.

На експериментальному стенді національного університету „Львівська політехніка” проведено порівняльні дослідження запропонованого пиловловлювача з найкращим із існуючих апаратів циклоном ЦН-11, результати яких наведено у таблиці 5.

В якості експериментального пилу прийнято кварцовий пісок із медіанним діаметром $(8,32,50) \cdot 10^{-6}$ м.

Таким чином, у наведеній конструкції відбувається: вирівнювання потоків усередині корпусу апарата, заспокоєння потоку, зниження швидкості турбулентних вихорів, зменшення радіусу вторинного вихору, який рухається гвинтоподібно знизу доверху назустріч руху пилогазової суміші, яка рухається зверху донизу і виключається підсос газу в системі, а це значно підвищує ефективність роботи апарата і знижує його гідравлічний опір.

Як видно з таблиці 1, ефективність пиловловлення збільшено у запропонованому пиловловлювачі на 2–3 % у порівнянні з циклоном ЦН-11, через зменшення гідравлічного опору його в 1,2–1,4 рази.

Отже, ефективність вловлення пилу в запропонованому пиловловлювачі перевищує ефективність циклоном ЦН-11, при цьому майже не залежить від витрат повітря і дисперсного складу пилу.

На заточній ділянці інструментального цеху ДП завод “Полімер-Електрон” за нашими ескізами виготовлено і складено дослідно-промислову установку продук-

Таблиця 5 — Порівняльні дослідження пиловловлювачів

Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$.	Медіанний діаметр пилу, 10^{-6} м	Ефективність роботи, %		Гідравлічний тиск, Па	
		Запропонованого	Циклон ЦН-11	Запропонованого	Циклон ЦН-11
1000	8	81,0	64,4	900	1200
2000		81,9	67,5	1100	1500
3000		82,5	68,6	1360	1600
3500		81,8	67,4	1400	1650
1000	32	87,1	71,1	900	1200
2000		89,3	72,9	1100	1500
3000		90,2	73,5	1360	1600
3500		84,6	72,8	1400	1650
1000	50	89,1	89,1	900	1200
2000		90,3	91,8	1100	1500
3000		92,5	93,7	1360	1600
3500		87,2	91,9	1400	1650

тивністю $6000 \text{ м}^3/\text{год}$ для відсмоктування пилу з верстатів (рисунок 3).

Установка складається з кожуха 1, закріпленого на шліфувальному (заточувальному) верстаті 2, пиловловлювача 3 з інерційним відокремлювачем, вентилятора 4, бункера для збирання пилу 5.

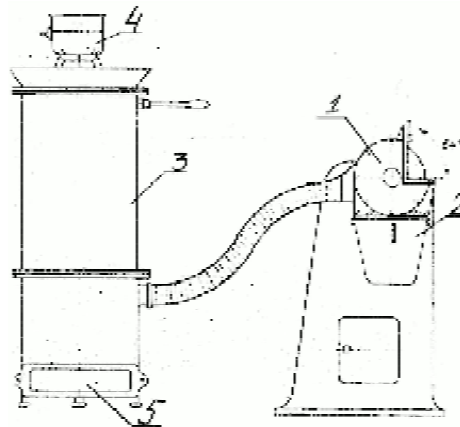


Рисунок 3 — Дослідно-промислова установка

Установка працює наступним чином. При включенні вентилятора 4 створюється розрідження у повітряходах, пиловловлювачі 3 і пилоприймальнику 1, а також і в зоні роботи шліфувального круга. Утворений при шліфуванні абразивний пил попадає до внутрішньої частини кожуха 1 (пил надходить туди через дію відцентрових сил і захоплюється потоком повітря) і виноситься з трубопроводу. Утворена таким чином пилоповітряна суміш рухається повітряходом 6 і потрапляє до пиловловлювача 3, у якому проходить описаний вище спосіб очистки повітря від пилу.

Відділений в апараті пил накопичується в бункері 5, а очищене повітря по повітряходу вентилятором 4 видається в атмосферу.

Регулювання швидкості повітря в повітряходах, пиловловлювачі і в кожусі здійснюється заслонкою. Швидкість повітря в установці замірюється трубкою Піто–Прандтля в комплексі з мікроанометром.

Технологічні випробування дослідно-промислової установки для вловлення абразивного пилу на заточувальній ділянці мали наступні завдання:

1. Оцінка санітарно-гігієнічної ефективності і визначення валових викидів шкідливих речовин до атмосфери.
2. Визначення ефективності видалення пилу в залежності від швидкості відсмоктування повітря.
3. Визначення ефективності вловлення пилу в залежності від розміщення вхідного кожуха.
4. Визначення оптимального режиму видалення пилу.
5. Надання рекомендацій по технології видалення пилу від заточувальних верстатів.

Результати проведених випробувань дослідно-промислового приладу заносяться до протоколу, а потім заносяться до паспорту вентиляційного приладу.

При санітарно-гігієнічній перевірці системи вентиляції ефективність оцінюється як здатність установки підтримувати у робочій зоні промислового приміщення параметри повітряного середовища, що задовольняють ДСН 3.3.5.042-99 „Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.

Проаналізовано запиленості шліфувальних верстатів за наявності системи вентиляції і без неї при обробці металевих деталей (таблиця 6), при правці шліфувального круга (таблиця 7), а також при заточуванні інструменту (таблиця 8).

Таблиця 6 — Запиленість шліфувальних верстатів при обробці металевих деталей

Маса фільтра до заміру, 10^{-3} кг	Маса фільтра після заміру, 10^{-3} кг	Маса фільтра з урахуванням коеф. Вологості, 10^{-3} кг	Об'єм повітря, що пройшов через фільтр, $\text{м}^3/\text{с}$	Запиленість $\text{мг}/\text{м}^3$	Наявність вентиляції
1,2428	1,2475	1,2446	0,140	12,86	Без вентиляції
1,2612	1,2642	1,2620	0,130	5,82	З вентиляцією
1,2860	1,2900	1,2870	0,100	10,00	Без вентиляції
1,2782	1,2783	1,2789	0,092	5,71	З вентиляцією
1,2726	1,2771	1,2732	0,100	15,00	Без вентиляції
1,2755	1,274	1,2761	0,090	5,88	З вентиляцією

Таблиця 7 — Запиленість шліфувальних верстатів при заточці інструмента (в зоні дихання працюючого)

1,2004	1,2042	1,2014	0,0067	149,25	Без вентиляції
1,2242	1,2291	1,2272	0,0054	31,60	З вентиляцією
1,2800	1,2888	1,2828	0,011	254,55	Без вентиляції
1,2840	1,2866	1,2844	0,010	42,44	З вентиляцією

Таблиця 8 — Запиленість шліфувальних верстатів при правці шліфувального круга

1,2854	1,2900	1,2870	0,060	26,67	Без вентиляції
1,2888	1,2898	1,2891	0,054	5,70	З вентиляцією

Технологічні випробування дослідно-промислової установки для очистки повітря на заточувальній ділянці інструментального цеху показали, що ефективність вловлення пилу складає 92,5% (тоді як циклону всього 85%), що дозволяє зменшити шкоду навколишньому природному середовищу, призупинити швидке зношування основних фондів, поліпшити умови праці, довести викиди до норм ГДК і ГДВ.

Запропонована конструкція менша за розмірами, що дозволяє економити капітальні вкладення, має менший на 40–50 Па гідравлічний опір, ніж у циклона ЦН-11, що дозволяє зменшити витрати електроенергії. Вона проста, зручна і легка в обслуговуванні.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Шляхом створення низки пиловловлювачів досягнуто значне збільшення (6–8%) ефективності вловлення дрібнодисперсного пилу $(8 \text{ і } 16) \cdot 10^{-6} \text{ м}$ у порівнянні з еталоном — циклоном ЦН-11 при зменшенні їх гідравлічного опору і витрат металу (менші габаритні розміри). Апарат першого типу, в якому вдалося досягти невеликого збільшення показників роботи, на 1–2% перевищує ефективність роботи еталона.

Створено цілу низку апаратів пиловловлення, які задовольняють вимогам дотримання норм ГДК багатьох галузей промисловості, оскільки у залежності від типу пилу та технологічних умов виробництва можна обирати (за допомогою створеної на ЕОМ автоматизованої системи) найбільш придатний до цих вимог тип пиловловлювача.

У даний час йде впровадження запропонованих пиловловлювачів при роботі металообробного обладнання, транспорту, при обробці деревини, переробці відходів гуми, виробництві цементу. Дану установку рекомендовано для впровадження на всіх шліфувальних і заточних

верстатах, які сьогодні випускаються промисловістю і вже встановлені у виробництвах.

Література

1. Аветисов, Э., Фридман, Ф. Как зеницу ока... Охрана труда и социальное страхование. — 1968. — № 11. — С. 34—35.

2. Авторское свидетельство 110091 (СССР). Пневматическая всасывающая установка / И.Г. Мансырев, А.Я. Рассолов.

3. Авторское свидетельство 979079 (СССР). Пыле-стружкоприёмник. / М.С. Кернер, Ю.М. Умянский, Н.А. Котарская. — Опубликовано в Б.И. — 1982. — № 42.

4. Авторское свидетельство 300255 (СССР). Стружкоуловитель. — А.В. Милькевичус, С.И. Радомысельский. — Опубликовано в Б.И. — 1971. — № 13— С. 38.

5. Авторское свидетельство 861007 (СССР). Устройство для автоматического удаления стружки / А.П. Елизаров, Л.Д. Зубова, Л.М. Шифрин, Н.С. Гольдинштейн. — Опубликовано в Б.И.— 1981. — № 33.

6. Авторское свидетельство 831525 (СССР). Устройство для пневматического удаления стружки / М.С. Кернер, А.С. Копшин, Г.Н. Кригель и др. — Опубликовано в Б.И.— 1981. — № 19.

7. Авторское свидетельство 764937 (СССР). Устройство для пневмоотсоса для пыли и стружки. / Д.А. Моро-

зов, В.Л. Косовский. — Опубликовано в Б.И.— 1980. — № 35.

8. Авторское свидетельство 812525 (СССР). Устройство для удаления стружки. / А.Я Котляров, В.М. Лобанов, А.И. Сизонов, Е.С. Павлов. - Опубликовано в Б.И.— 1981. — № 10.

9. Авторское свидетельство 795881 (СССР). Устройство для удаления стружки. / Б.В. Попенко, В.П. Бузуев, Д.Я. Озодовский, Б.С. Филин. — Опубликовано в Б.И.— 1981. — № 2.

10. Авторское свидетельство 793608 (СССР). Циклон / А.П. Кулик, Б.П. Гончарук. — Опубликовано в Б.И., — 1981. — № 1.

11. Деклараци́нный патент № 2002043385 /Пиловловлювач від 23.04.2002 / В.А. Батлук, В.К. Батлук

12. Пиловловлювач із водяною сорочкою / В.А.Батлук, Е.В. Романцов. Патент на корисну модель № 50556 Заявка № и200914006В01Д45/00 від 31.12.2009. Опубл. 10.06.2010, Бюл.№11 2010р.

13. Батлук, В.А. Рівень забруднення атмосферного повітря та його вплив на стан здоров'я населення України/ В.А.Батлук, Е.В. Романцов, Н.М. Параняк //Збірник наукових праць „Строительство, материаловедение, машиностроение” № 52, Серія “Безопасность жизнедеятельности”. — Днепропетровск, 2010. — С. 205—210.

Надійшла 21.01.2013 року