

## **РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ПРОТИПИЛОВИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ГАРМОНІЗОВАНИХ СТАНДАРТІВ**

В работе исследовано влияние дисперсного состава угольной пыли на процесс запыления фильтрующих элементов. Проанализированы существующие модели установок по запылению фильтров и разработана новая конструкция, которая отвечает требованиям гармонизированных европейских стандартов DSTU EN. Проведен анализ работы стенда с разными режимами запыления, результатом чего стало определение массы пыли на фильтрующем элементе. Предложена методика по определению пылеемкости и сопротивления фильтров.

В роботі досліджено вплив дисперсного складу вугільного пилу на процес запылення фільтрувальних елементів. Проаналізовано існуючі моделі устаткування з запылення фільтрів та розроблено нову конструкцію щодо вимог гармонізованих європейських стандартів DSTU EN. Проведено аналіз роботи стенду за різними режимами запылення, результатом чого стало визначення маси пилу на фільтрувальному елементі. Запропоновано методику з визначення пиломісткості та опору фільтрів.

The influence of the coal dust disperse consistency to the dusting of the filtering elements is researched. Analyzed the existing equipment models for dusting of the filters and designed the new model that meet to requirements of the harmonized European standards DSTU EN. The stand with different dusting conditions is analyzed and result of it is determination of the dust mass on the filtering element. Proposed the method for determination of the dust holding capacity and breath resistance.

На усіх підприємствах, де в процесі роботи подрібнюються матеріали існує загроза з виникнення перевищення ГДК пилу різного типу. Дана загроза стосується як гірничорудних підприємств, так і будівельних майданчиків, харчових виробництв. Проте використання засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) значно зменшує ризик виникнення професійних легеневих захворювань, які можуть негативно сказатись на здоров'ї працівника та його нащадках.

Багато властивостей пилу, в тому числі її патологічний вплив, визначаються дисперсним складом пилу. Відповідно до класифікації [5], пил – це аерозольна система з розмірами частинок від 1 до 100 мкм. Слід зазначити, що частки малих розмірів (менше 2 мкм.) складають незначну частину в загальній масі пилу, більша частина яких видихається і не загрожує захворюваннями [1]. Це ж стосується і частинок великих розмірів (більше 60...70 мкм), їх роль у розвитку професійних захворювань теж істотно зменшується через інтенсивне затримання цієї фракції в носоглотці. Ці фракції пилу мають високу швидкість осідання в повітрі, і в значній кількості присутні лише безпосередньо біля джерел пилоутворення. Тому, дисперсний склад промислового пилу, тобто розмір частинок, можна вважати таким, що змінюється в діапазоні від 2 до 60 мкм. Саме цей діапазон слід брати до уваги при випробуваннях засобів індивідуального захисту органів дихання робітників (ЗІЗОД), призначених, зокрема, для гірничорудних підприємств і вугільних шахт, будівництва [2].

Виходячи з вище сказаного, логічно досліджувати якість протипилових респіраторів за пиловим аерозолем. Крім того, такі випробування ЗІЗОД є обов'язковими за гармонізованими стандартами ДСТУ EN 143:2002 та ДСТУ EN 149:2003. Тому, виникла необхідність у розробці спеціального стенду для випробовувань засобів пилозахисту, який з одного боку враховував особливості рудникової атмосфери, а з іншого відповідав вимогам європейських стандартів.

Вимірювання захисної ефективності засобів індивідуального захисту органів дихання за тест-аерозолем вугільний пил виконується за допомогою гравіметричного методу, який полягає у в осадженні з відомого об'єму повітря випробувальної камери частинок пилу на спеціальні фільтри за допомогою аспірації і визначення потім їх маси.

Період випробувань залежить від досягнення:

- клапанними протипиловими фільтрувальними півмасками граничного опору дихання на вдиху за постійного потоку повітря  $95 \text{ дм}^3/\text{хв.}$ : 4 мбар – для першого класу захисту, 5 мбар – для другого та 7 мбар – для третього або на видиху 1,8 мбар за постійного потоку повітря  $160 \text{ дм}^3/\text{хв.}$ ;

- безклапанними фільтрувальними півмасками граничного опору дихання на вдиху за постійного потоку повітря  $95 \text{ дм}^3/\text{хв.}$ : 3 мбар – для першого класу захисту, 4 мбар – для другого та 5 мбар – для третього;

- фільтрами до респіраторів граничного опору дихання за постійного потоку повітря  $95 \text{ дм}^3/\text{хв.}$ : 4 мбар – для першого класу захисту, 5 мбар – для другого та 7 мбар для третього.

Для проведення таких випробувань був розроблений універсальний стенд, що забезпечує приготування та подачу свіжовиготовленого вугільного пилу (рис. 1). Особливий інтерес представляє та його частина, яка забезпечує підготовку вугільного пилу, що вигідно відрізняє стенд від інших установок аналогічного значення, де вдувається заздалегідь приготований порошок [3]. Це дає змогу імітувати реальний процес пилоутворення зі збереженням усього комплексу характеристик, що властиві вугільному пилу (розвиненість поверхні, відсутність конгломератів, вологості, електрзарядженості та ін.). У цьому випадку важливе значення набувають режими подрібнення пиломатеріалу і видування частинок аерозолю, за яких буде забезпечена відтворювана подача необхідного дисперсного складу і діапазону концентрацій.

Випробувальний стенд працює наступним чином. Під тиском повітря від компресора потрапляє через фільтр попереднього очищення 1 на стабілізатор 2. Кількість цього повітря, регулюється вентилем 4 і контролюється манометром, виходячи з перепаду тиску на каліброваній діафрагмі 5. Для утворення пилового аерозолю в вібраційний генератор пилу 9 подається від 2 до  $10 \text{ дм}^3/\text{хв.}$  чистого повітря залежно від наперед заданої концентрації пилу. Вібраційний генератор пилу являє собою сталевий стакан з впускним і випускним штуцерами, в який завантажуються попередньо роздрібнені куски вугілля загальною масою близько 100 г. В результаті вібрації камери відбувається інтенсивне самоподрібнення цих кусків до пилового стану. Для прискорення подрібнення передбачено завантаження в камеру генератора сталевих шарів діаметром 10 – 15 мм. За допомогою вентиля 6 і ротаметра 8 здійснюється регулювання кількості повіт-

ря, що надходить до генератора, завдяки цьому можна отримати не тільки різну концентрацію пилу, а й різний дисперсний склад. Інша частина чистого повітря подається у випробувальну камеру 11 з розміщеним в ній респиратором. Очищене повітря з підмаскового простору ЗІЗОД, в кількості 30 дм<sup>3</sup>/хв. відводиться через алонж з фільтром АФА 12, за допомогою вакуумного насоса 13. Накопичення пилу на захисному виробі контролюється завдяки зростанню аеродинамічного опору, який визначається за показаннями мікроманометра 10. Кількість пилу, що не затримався в ЗІЗОД, тобто потрапив у легені людини, визначається за допомогою фільтрів АФА.

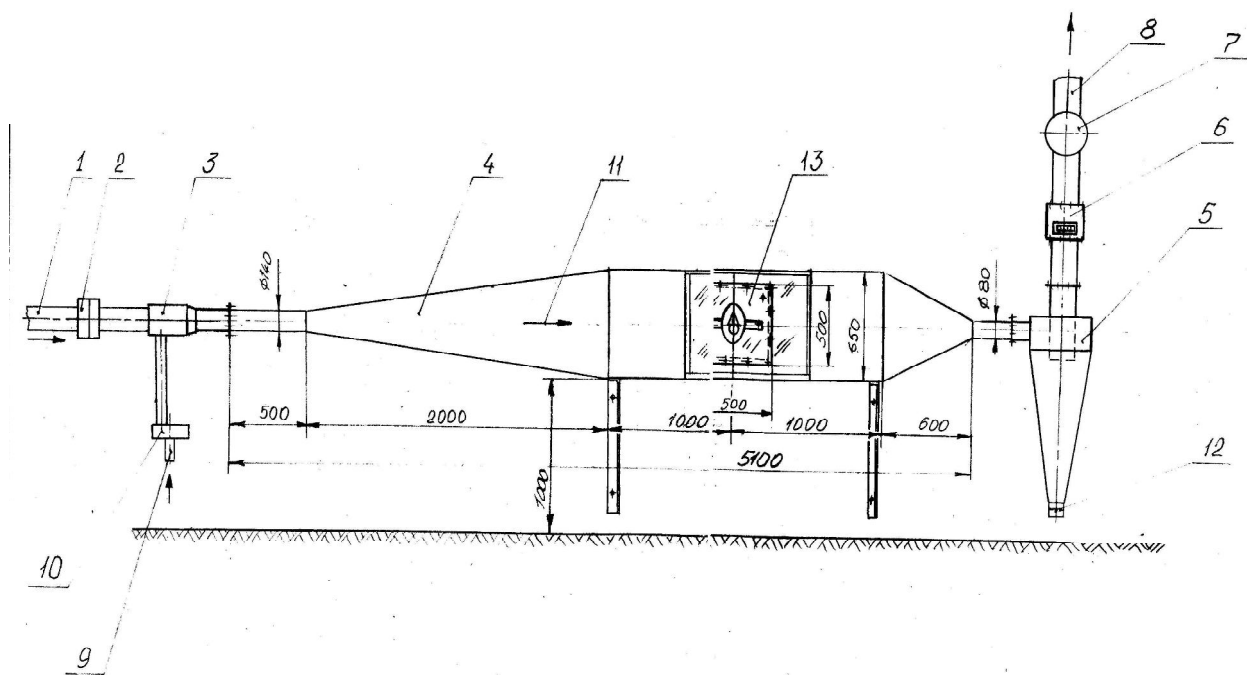


Рис. 1. Загальний вигляд випробувального стенду: 1, 9 – вхідний патрубок від компресора; 2 – фільтр; 3 – ежектор; 4 – конус; 5 – циклон; 6 – редуктор; 7, 12 – заслінка; 8 – вихідний патрубок; 10 – генератор пилу; 11 – розподілювач пилу; 11 – випробувальна камера

Перед випробуваннями визначаємо початкову масу аналітичних фільтрів АФА і фільтрувальних елементів респиратора. Засипаємо в бункер генератору підготовлений пил, включаємо пиловий генератор і виходимо на робочий режим. Визначаємо вихідну концентрацію пилу у випробувальній камері. Для цього встановлюємо в алонж, аналітичний фільтр. Включають аспіратор та встановлюємо витрату повітря 2 дм<sup>3</sup>/хв. та секундомір для визначення часу запилення (час запилення 1 хв.).

Концентрацію пилу  $C$ , мг/м<sup>3</sup>, визначаємо за формулою

$$C = \frac{m_1 - m_2}{Vt} 1000, \quad (1)$$

де  $m_1$  – маса запиленого аналітичного фільтру, мг;  $m_2$  – вихідна маса аналітичного фільтру, мг;  $V$  – витрата повітря через фільтр, дм<sup>3</sup>/хв.;  $t$  – час запилення фільтру, хв.

Встановлюємо на спеціальний муляж півмаску з фільтрувальними елементами або фільтрувальну півмаску, а також аналітичні фільтри після півмаски. Приєднуємо аспіратор і приводимо його в дію на визначений період випробувань, витрату повітря встановлюють 95 дм<sup>3</sup>/хв. За допомогою мікроманометра через однакові проміжки часу контролюємо приріст опору дихання.

Опір диханню респіратора або фільтра визначаємо за формулою

$$R = (n_i - n_0)K_1 \quad (2)$$

де  $q_i$  – відлік опору за мікроманометром, мм. вод. ст;  $q_0$  – власний опір мікроманометра мм. вод. ст;  $K_1$  – поправковий коефіцієнт на температуру і атмосферний тиск.

Після досягнення критичного опору дихання, випробування респіратора припиняють за допомогою вимкнення аспіратора і пилового генератора. Запилені фільтр респіратора або фільтрувальну півмаску та аналітичний фільтр, який знаходився після респіратора зважують на вагах для визначення маси накопиченого пилу. Виходячи з різниці між запиленим і чистим фільтрами АФА коефіцієнт проникнення:

$$K_p = \frac{M_1 - M_\phi}{(M_1 - M_\phi) + (M_2 - M_p)} \quad (3)$$

де  $M_1$  – маса запиленого фільтра АФА, г;  $M_2$  – маса запилених фільтрів респіратора, г;  $M_\phi$  – маса фільтра АФА, г;  $M_p$  – маса фільтрів респіратора, г.

Результати досліджень заносять до спеціального журналу.

Для випробувань протипилових респіраторів або вимірювальних приладів, призначених для експлуатації у вугільних шахтах, необхідний щоб вугільний аерозоль, який би максимально наближався до дисперсного складу і концентрації пилу у вугільних шахтах. Зважаючи на велике розмаїття пилу, що зустрічається у вугільних шахтах, повторити всі можливі види розподілу дисперсного складу на установці важко, тому ставилося завдання отримати типовий для основних технологічних процесів аерозоль. Згідно з узагальненими експериментальними даними МакНДІ про дисперсний склад зваженого пилу в гірничих виробках шахт Донбасу при веденні очисних і підготовчих робіт слід орієнтуватися на аерозоль, параметри якого наведені в таблиці 1 [4].

Таблиця 1

Середній процентний вміст маси окремих фракцій зваженого пилу в очисних і підготовчих виробках

Розмір частинок, мкм	менше 5	5 – 10	10 – 30	більше 30	Середній медіанний розмір, мкм
<b>Очисні вибої</b>					
Масова частка частинок, %	9	13	46	32	22
<b>Підготовчі забої</b>					
Масова частка частинок, %	3	5	29	63	38

Для отримання аналогічного або близького до нього розподілу дисперсного складу пилу на запропонованій установці було обрано 4 режими роботи генератору пилу, що відрізнялися витратою повітря, яке подається у випробувальну камеру. Номер режиму відповідав об'ємній витраті в  $\text{дм}^3/\text{хв}$ . При цьому, створювана концентрація пилу в камері залежить від об'ємної витрати повітря і змінювалась, від  $350 \text{ мг}/\text{м}^3$  при об'ємній витраті  $60 \text{ дм}^3/\text{хв}$  до  $1600 \text{ мг}/\text{м}^3$  – при витраті  $300 \text{ дм}^3/\text{хв}$ . Менші значення концентрації пилу можна було отримати збільшенням подачі чистого повітря. Проби для аналізу дисперсного складу відбиралися з пилу, що осів на фільтрі випробуваного респіратору і аналізувалися на установці "Коултер". Вибіркові результати аналізу дисперсного складу пилу наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Дисперсний склад пилу, отриманий на установці

Розмір частинок, мкм		менше 5	5 – 10	10 – 30	більше 30	Середній медіанний розмір, мкм
Масова частка частинок в пробі при різних швидкостях повітряного потоку, %	<b>№1</b>	9	12	49	30	21
	<b>№2</b>	8	11	48	33	22
	<b>№3</b>	4	8	45	41	27
	<b>№4</b>	3	5	30	62	36

Аналіз розподілу дисперсного складу отриманої пилу за даними табл. 2 показує, що за витрати повітря  $300 \text{ дм}^3/\text{хв}$  він співпадає з розподілом в очисних і підготовчих вибоях. При похибка склала не більше 10 % в межах кожної фракції. Підтримання постійного дисперсного складу забезпечується відповідною кількістю пилоутворюючого матеріалу в розміщеного в генераторі, що забезпечує стабільність концентрації випробувального аерозолу протягом трьох годин роботи установки, що є хорошим показником відтворюваності, оскільки тривалість одиничного випробування зазвичай не перевищує десяти хвилин, а серія дослідів включає, як правило, 5 дослідів в різних точках діапазону концентрацій.

**Висновки.** 1. Розроблений стенд для визначення захисної ефективності ЗІЗОД за тест-аерозолем вугільний пил, який відповідає вимогам ДСТУ EN 143:2002 та ДСТУ EN 149:2003.

2. Запропонована методика проведення випробування ЗІЗОД з визначення коефіцієнту проникнення респіраторів та опору дихання і пиломісткості фільтрів.

3. Досліджено декілька режимів роботи стенду з метою визначення максимально близького розподілу пилових частинок у випробувальній камері до їх розподілу в очисних і підготовчих вибоях. Встановлена маса пилоутворюючого матеріалу в генераторі пилу та витрата повітря для забезпечення стабільних показників на протязі всього часу випробувань.

### Список литературы

1. Борисенкова Р. В. Материалы по обоснованию гигиенических требований к методике пылевого контроля в угольных шахтах / Борисенкова Р. В., Лагунова С. И., Луценко Л. А. // Гигиена труда в горнодобывающей промышленности. – М.: Московский НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана, 1978. – С. 46 – 51.
2. Голинько В. И. Универсальный стенд для испытания пылеизмерительной аппаратуры / Голинько В. И. // Разработка месторождений полезных ископаемых, вып. 56. – К.: Техника, 1980. – С. 88 – 90.
3. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / Коузов П. А. – Л.: Химия, 1974. – 280 с.
4. Петрухин П. М. Предупреждение взрывов пыли в угольных и сланцевых шахтах / Петрухин П. М., Нецепляев М. И., Качан В. Н., Сергеев В. С. – М.: Недра, 1974. – 304 с.
5. Спурный К. Аэрозоли / Спурный К., Йех Я., Седлачек Б., Шторх О. – М.: Атомиздат, 1964. – 260 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голіньком В.І.  
Надійшла до редакції 09.04.2013*

УДК 614.89

© Ю.Н. Сорока, Ю.Н. Рец, В.А. Гнутов

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ВОСТОК-РУДА»**

Приведены результаты радиационного обследования предприятия ООО «Восток-Руда». Дана оценка радиэкологического состояния предприятия и влияния его на окружающую среду.

Наведено результати радіаційного обстеження підприємства ТОВ «Схід-Руда». Дана оцінка радіоекологічного стану підприємства і впливу його на навколишнє середовище.

The results of the radiological survey of LLC "Vostok-Ruda" are listed. The estimation of company's radiological condition and its impact on the environment is brought.

**Введение.** Впервые залежи железной руды в бассейне реки Желтой описал горный инженер С. Конткевич в «Горном журнале» за 1880 год. Этими сведениями воспользовался горнозаводчик Львов, который совместно с инженером Боруцким открыл первый рудник (карьер) в 1895–1897 годах, на месте которого сейчас расположена воронка обрушения [1]. В начале 20-го столетия в долине реки Желтая действовало несколько рудников: Львовский, Краснокутский, Копыловский, Ольховский, Михайловский, Коллоти, Гантке, Габаевский, Урсати.

В 1904–1907 годах рудники с основными залежами железных руд скупил франко-бельгийская компания «Фершлер», которая назвала их рудником «Желтая Речка». Желтореченское месторождение железных руд разрабатывалось до 1934 года открытым способом. С 1934 г – началась отработка месторождения залежи «Главная» подземным способом. После войны в 1945 году на