

2. Улучшение условий труда на горно-обогатительных комбинатах / С.А.Стежко, А.К. Елисеев, А.П.Янов и пр. – М.: Недра, 1990. – 170с.:ил.
3. Пирумов А.И. Обеспыление воздуха – М.: Стройиздат, 1998.-296с.
4. Гольшев А.М., Задорожний С.И., Герасимчук А.В. Контроль процесса пылеосаждения в воздуховодах аспирационных систем// Вісник Криворізького технічного університету; зб. наук. пр. – Вип. 22. – Кривий Ріг: КТУ, 2008.-с. 184-188.
5. Голишев О.М., Деньгуб Т.В. Причины аэродинамического розрегулювання місцевих відсмоктувачів аспіраційних систем фабрик ГЗК. – Кривий Ріг: Вісник КТУ. зб. наук. пр. – Вип. 25. – Кривий Ріг: КТУ, 2010.-с. 94-96.
6. Желтобрюхов В.Ф., Боровиков Д.П. Анализ причин забивания систем аспирации строительной отрасли // Научн.-практич. конфер. «Проблемы охраны производственной и окружающей среды» - Волгоград. 2001. С 84-87.
7. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. С.-Пб.: Химиздат, 2005.-659с.
8. Минко В.А., Киреев В.М. Разработка аспирационных укрытий и инженерной методики их расчёта/ Безопасность труда в промышленности.-2013.-№2.-С: 42-46.
9. Справочник по расчётам гидравлических и вентиляционных систем/ Под ред. А.С.Юрьева// АНО НПО «Мир и семья» 2001. 1115 с., илл.
10. К. Logachev, А. Puzanok, I. Logachev. The prediction of dispersed composition in local ventilating exhaust// CD-proceeding of the 8th RENVA World Congress Clima 2005 lp.

Рукопись поступила в редакцию 27.03.15

УДК 622.457: 621.926.2

М.В. АНДРЕЙЧИКОВ, аспірант, Криворізький національний університет

ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУХОГО ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ

Статтю присвячено питанню ефективності пилопригнічення. Був проведений аналіз рудникової атмосфери при дробуванні сировини. Розроблена модель фільтра «Циклон», який оснащений ультроразвуковим генератором. Низька ефективність аспіраційних систем підприємств зв'язана не тільки з експлуатаційними причинами: порушенням технології, абразивним зношенням, злипанням пилу, але й з недосконалістю апаратів очищення повітря.

Враховуючи технологічну недосконалість засобів пиловловлювання, невисоку ефективність їх роботи при подрібненні сировини, внаслідок чого концентрації пилу і шкідливих газів на робочих місцях у більшості випадків перевищують допустимі величини, що призводить до розвитку пилового бронхіту і силікозу у робітників, метою наукової роботи є зменшення змісту шкідливих домішок в атмосфері робочої зони при подрібненні сировини до нормативних величин за регламентований проміжок часу шляхом пригнічення пилових викидів. Як відомо фільтр «Циклон» достатньо ефективний в уловлюванні крупнодиспертного пилу, але мало ефективний у уловлюванні дрібнодисперсного пилу. Для збільшення ефективності осадження дрібнодисперсного пилу в «Циклоні» необхідно збільшити масу частинок пилу, тобто скоагулювати частини. Інтенсифікація процесу коагуляції пилу та збільшення ефективності її уловлювання досягається тим, що на частинки пилу діє ультразвукове випромінювання.

Ультразвукова коагуляція являє собою процес зближення і укрупнення, зважених в газі або рідині дрібних твердих часток, рідких крапельок і газових бульбашок під дією акустичних коливань звукових або ультразвукових частот. Швидкість коагуляції, тобто ефективність процесу очищення промислових газів від дисперсних домішок з допомогою накладення ультразвукових коливань високої інтенсивності визначаються: інтенсивністю коливань, часом експозиції, частотою, вихідною концентрацією. Усе це дозволяє констатувати, що за допомогою розробленого пиловловлювача при транспортуванні, дробуванні й скиданні сировини створені нормальні санітарно-гігієнічні умови праці за пиловим чинником, які повністю виключають виникнення у робітників пневмоконіозу.

Ключові слова: гірниче підприємство, пневмоконіоз, пиловловлювачі.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Низька ефективність аспіраційних систем підприємств зв'язана не тільки з експлуатаційними причинами: порушенням технології, абразивним зношенням, злипанням пилу, але й з недосконалістю апаратів очищення повітря.

Стабілізація та економічний підйом гірничо-металургійного комплексу України потребує пошуку нових ефективних рішень по збільшенню видобутку, переробки та реалізації мінеральної сировини в умовах жорсткої ринкової конкуренції.

Успішне рішення цих задач неможливо без виконання заходів соціального розвитку регіонів, покращення умов та безпечності праці. Не дивлячись на зниження загальної кількості професійних захворювань та травматизму за роки економічних реформ, їх рівень у залізорудній промисловості залишається високим. По даним інституту промислової медицини найбільш високий рівень професійних захворювань у робочих шахтах Кривбасу пиловим бронхітом, близь-

ко 34% від загальної кількості. Аналіз досліджень показує, що пилоподавління зрошуванням характеризується простотою і доступністю. Воно передбачає використання різних зрошувальних пристроїв, які відрізняються режимами роботи і технічними параметрами.

Більше хворіють пиловим бронхітом підземні робітники основних професій: прохідники, бурильники, підрильники, скреперисти, робітники дробарних фабрик. Велика кількість робіт присвячена підвищенню ефективності пригнічення шкідливих газів і пилу фізико-хімічними методами. Шкідливі гази, що утворюються при вибуху, мають різні фізико-хімічні властивості, що впливає на вибір і ефективність нейтралізуючих речовин. Так, двоокис азоту добре розчиняється у воді і погано адсорбується, а оксид азоту, особливо в невеликих кількостях, неактивний. Також і оксид вуглецю слабозрчинний у воді, тому вживане на практиці зрошування водою пилогазової хмари по суті не забезпечує пригнічення і нейтралізацію цих газів [1].

Захворюваність робітників пиловим бронхітом пояснюється тим, що концентрація пилу на робочих місцях у більшості випадків перевищує ГДК.

Питання очищення від пилу газоповітряних потоків промислових підприємств були і залишаються актуальними і пов'язані із забезпеченням зниження екологічної шкоди, що завдається викидом дисперсних частинок з газами, що відходять у хімічній (коксохімічній), гірничій, металургійній та інших галузях промисловості. У виробничих приміщеннях збагачувальної фабрики стан повітряного середовища може значно змінюватися внаслідок виділення в атмосферу пилу, вологи, тепла несприятливо впливають як на здоров'я працівників, так і на стан устаткування і будівельних конструкцій. Основним і найбільш ефективним засобом, що сприяє створенню у виробничих приміщеннях нормальних санітарно-гігієнічних і безпечних умов праці, є промислова вентиляція. З її допомогою вирішується найважливіше завдання забезпечення у виробничих приміщеннях необхідних метеорологічних параметрів - температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, а також гранично допустимої концентрації пилу і шкідливих газів.

Запобігання забрудненню атмосфери є однією з найважливіших проблем глобального характеру. Актуальність роботи в умовах, що склалися, обумовлена необхідністю вдосконалення існуючих і створення нових високо ефективних засобів пиловловлювання, дозволяючи зменшити концентрації пилу до рівня, який виключає можливість виникнення пневмоконізононебезпечних ситуацій з неорганізованими джерелами викидів в умовах інтенсифікації виробництва.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням пиловловлювання присвячені роботи великих учених, серед них праці Бересневича П.В., Гагауза Ф.Г., Дьякова В.В., Єфремова Е.І., Россі Б.Д., Слюсаренко В.Г., Швидкого Н.І., Янова А.П., Ярембаша І.Ф., Хмельов В.Н. та ін. [1,2], в яких викладено теоретичні і прикладні питання осадження пилу під дією центробіжних сил.

Виконаний аналіз сучасного стану питань пиловловлювання дробарних устаткувань шахт показав, що існуючі методи і засоби цієї боротьби не відповідають сучасним вимогам. Ефективність заходів пиловловлювання невисока. Діючі засоби вентиляції потребують реконструкції, а облаштування пиловловлювання вимагають заміни на досконаліші.

Враховуючи технологічну недосконалість засобів пиловловлювання, невисоку ефективність їх роботи при подрібненні сировини, внаслідок чого концентрації пилу і шкідливих газів на робочих місцях у більшості випадків перевищують допустимі величини, що призводить до розвитку пилового бронхіту і силікозу у робітників, метою наукової роботи є зменшення змісту шкідливих домішок в атмосфері робочої зони при подрібненні сировини до нормативних величин за регламентований проміжок часу шляхом пригнічення пилових викидів.

Постановка завдання. Метою роботи є створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на робочих місцях з неорганізованими джерелами пилоутворення.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачається вирішити наступні завдання: вивчити сучасний стан забруднення атмосфери в тупикових виробленнях і обґрунтувати вибір способу і засобів пиловловлювання при транспортуванні сировини, розглянути принципово нові методи пиловловлювання, розробити інноваційні пиловловлювачі.

Викладення матеріалу та результати. Дослідження ефективності пиловловлювання при транспортуванні сировини в шахтах. Основними джерелами пилоутворення є конвейерні лінії, по яких транспортується сировина й готова продукція, місця їх пересипання, навантаження й розвантаження, дробильні установки.

Конвейерні лінії для транспортування сипкої сировини з'єднують видобувні кар'єри з цементними заводами. Основними чинниками, які визначають запиленість повітря в робочих зонах дільниці є швидкість вітру й віддаленість транспортованої сировини від кар'єру. Мінімальне пиловиділення при цьому становить 7-10 г/т, а максимальне - 50-52 г/т.

У бункерному ангарі при розвантажуванні сировини з автосамоскидів запиленість повітря перевищує ГДК в 50 разів і більше, при надходженні сипкої сировини до бункера із стрічкових конвейерів концентрації пилу досягають значень 270-450 мг/м³ і при сукупному розвантаженні сировини - 1500 мг/м³ і більше, що значно перевищує ГДК [4]. Для оцінки ефективності пилоловлювання проводились дослідження концентрацій дрібнодисперсного пилу на всіх робочих місцях цеху в точках, де проводились попередні вимірювання запиленості повітря до установлення вихрових пилоловлювачів.

У теперішній час фільтр «Циклон» використовується для уловлювання крупно- та середньодисперсного пилу, при цьому його ефективність складає не більш 80 %. Для підвищення ефективності очищення повітря разом з фільтром «Циклон», звичайно, використовують рукавні або тканеві фільтри, які здатні уловлювати дрібнодисперсний пил.

Для зниження витрат обладнання та економії електроенергії запропоновано обладнати фільтр «Циклон» ультразвуковими панелями для підвищення ефективності очищення повітря приблизно, до 95%. Виріб призначено для очищення повітря від пилу та може застосовуватись у будь-якій галузі народного господарства.

Як відомо, фільтр «Циклон» достатньо ефективний в уловлюванні крупнодиспертного пилу, але малоефективний у уловлюванні дрібнодисперсного пилу. Для збільшення ефективності осадження дрібнодисперсного пилу в «Циклоні» необхідно збільшити масу частинок пилу, тобто скоагулювати частини. Інтенсифікація процесу коагуляції пилу та збільшення ефективності її уловлювання досягається тим, що на частинки пилу діє ультразвукове випромінення.

Ультразвукова коагуляція являє собою процес зближення і укрупнення, зважених в газі або рідині дрібних твердих часток, рідких крапельок і газових бульбашок під дією акустичних коливань звукових або ультразвукових частот.

Аналіз факторів, що впливають на ефективність процесу коагуляції.

Швидкість коагуляції, тобто ефективність процесу очищення промислових газів від дисперсних домішок з допомогою накладення ультразвукових коливань високої інтенсивності визначаються: інтенсивністю коливань, часом експозиції, частотою, вихідною концентрацією.

Згідно дослідженням В.Н. Хмельова [5] рахункова концентрація експоненціально залежить від часу і деякого параметру, званого коефіцієнтом коагуляції.

$$n - n_0 \cdot e^{-0,08pt + 0,0002(pt)^2}$$

де n - концентрація часток аерозолу через час t після початку озвучування; n_0 - початкова концентрація; p - звуковий тиск.

Величиною, що визначає ефективність коагуляції є «звукова експозиція» pt . При однакових значеннях pt ефективність процесу і середнє радіусу скоагульованого пилу виявляються однаковими. Зі збільшенням pt вище деякого значення швидкість зменшення лічильної концентрації частинок падає. Згідно [5] частота звукових коливань обернено пропорційна розміру коагульованих часток.

Графік впливу частоти звукової хвилі на частку частинок різного радіусу, що піддаються коливанням разом з газом, представлений на рис. 1.

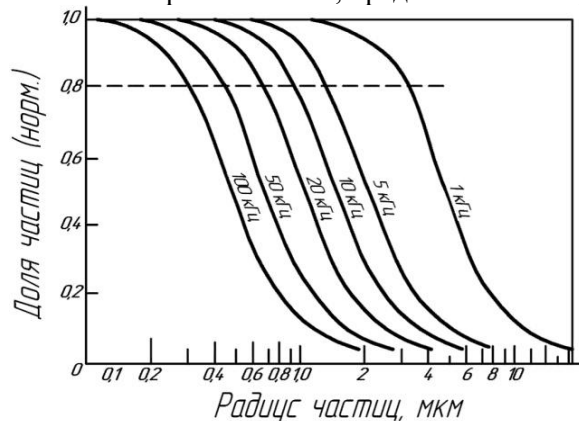
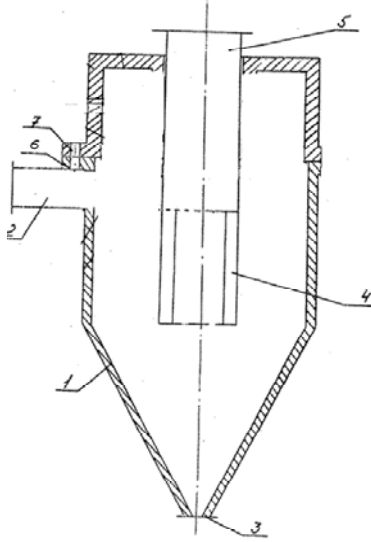


Рис. 1. Вплив частоти звукової хвилі на частку частинок різного радіусу, що піддаються коливанням разом з газом

При частці частинок більше 0,8 коагуляція практично не відбувається.

Отже, із залежностей, поданих на рис. 1, можна зробити висновок про те, що більш висока частота випромінювання дозволяє коагулювати частинки меншого діаметру, а для осадження крупних частинок найкраще застосовувати низькі частоти.

Розглянутий фільтр працює наступним чином, забруднене повітря поступає через ввідний патрубок 2 в корпус фільтра 1 за допомогою всмоктуючого вентилятора, під дією центробіжних сили та ультразвукових панелей 4 частинки пилу прижимаються до внутрішньої стінки корпуса та осаджуються у пилозбірнику.



При цьому виникає проблема впливу ультразвукового випромінювання на людину.

Для зниження впливу ультразвукового випромінювання на організм людини необхідно корпус фільтра обладнати звукоізолюючим матеріалом.

Висновки. У науково-дослідній роботі проведено дослідження ефективності пилогазоподавління шляхом нейтралізації пилу за допомогою ультразвуку.

Усе це дозволяє констатувати, що за допомогою розробленого пиловловлювача при транспортуванні, дробленні й скиданні сировини створені нормальні санітарно-гігієнічні умови праці за пиловим чинником, які повністю виключають виникнення у робітників пневмоконіозу.

Список літератури

1. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело / [Н.О. Каледина, Б.Ф. Кирин, М.А. Сребный и др.]; под ред. К.З. Ушакова - М.: МГГУ, 2002. - 487 с.
2. Бизов В.Ф. Охрана праці в гірництві / В.Ф. Бизов, О.С. Лапшин - Кривий Ріг: Мінерал, 2001.-251 с.
3. Врейкат Абдель Кхалех Ибрагим. Исследование запыленности воздуха на участке транспортирования сырья Аль-Фукайского цементного завода / Врейкат Абдель Кхалех Ибрагим ДГМИ // Сб. науч. тр. - Алчевск, 1998. - Вып. 7. - С. 27-30.
4. Батлук В. А. Акустичні пиловловлювачі. - Львів, 2000. - 208 с
5. Ультразвуковая коагуляция аэрозолей: монография / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К.В. Шалунова, С.Н. Цыганок, Р.В. Барсуков, А.Н. Сливин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. - Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. - 241 с.
6. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда.-М.: Медицина, 1988.-576с.
7. Афанасьев И.И., Данченко Ф.И., Пирогов Ю.И. Обеспыливание на дробильных фабриках: Справочник.- М.: Недр, 1989.-197с.
8. Улучшение условий труда на горнообогатительных комбинатах/ С.А. Стежко, А.К. Елисейев, А.П. Янов и др.-М.: Недр, 1990.-170с.
9. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов/ [Алиев Г.М.-А.: Металлургия, 1986, 544с.
10. Клименко А.П., Королев В.И., Швецов В.И. Непрерывный контроль концентрации пыли. Киев: Техника, 1980. 181с.
11. Коузов П.А., Скрыбина Л.Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей. М.: Химия, 1983. 143с.
12. Шиман А.М., Тромза Б.М., Бромберг А.Д. и др.- Автоматизация и контрольно-измерительные приборы, 1978, № 8, с. 17.
13. Бобровников Н.А. Охрана воздушной среды от пыли. М.: Стройиздат, 1971. 96 с.
14. Безопасность труда в промышленности, 1979, № 9, с 12-14
15. Страус Г.М.- Промышленная и санитарная очистка газов, 1976 №7 с.47.
16. Сокол Г.И. Особенности акустических процессов в инфразвуковом диапазоне частот. Днепропетровск: Проминь, 2000. - 143 с.
17. Хмелев, В.Н. Ультразвуковая коагуляция аэрозолей: монография / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К.В. Шалунова, С.Н. Цыганок, Р.В. Барсуков, А.Н. Сливин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. - Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. - 241 с

Рукопис подано до редакції 17.03.15