

Список літератури

1. Самогугин С.С., Кавальчук А.В., Новохацькая О.П. и др. Упрочнение инструмента из быстрорежущих сталей обработкой плазменной струей //Металловедение и термическая обработка металлов. - 1994. - №2. - С. 5-8.
2. Лещинский Л.К., Самогугин С.С., Пирч И.И., и др. Плазменное поверхностное упрочнение. - Киев: Техника, 1990, -109 с.
3. Лещинский Л.К., Самогугин С.С., Пирч И.И. и др. Влияние поверхностного упрочнения плазменной струей на характер разрушения углеродистых сталей // Физика и химия обработки металлов. - 1985. - ЖЗ. - С. 100 -106.
4. Гречнева М.В., Токмаков В.П. Плазменное упрочнение металлов в жидких средах // Сварочное производство. - 1992. - №7. - С. 8-10.
5. Самогугин С.С., Пуйко А.В., Соляник Н.Х. и др. Эксплуатационные свойства инструментальных сталей после комплексного объемно- поверхностного упрочнения //Металловедение и термическая обработка металлов. - 1997. - №5. - С. 2-6.
6. Домбровский Ю.М., Бровер А.В. Экспериментальная установка для плазменного поверхностного упрочнения деталей машин. - М., 1996. -5 с. - Деп. в ВИНТИ, 22.11.96, №3387-В96.
7. Короткое В.А., Трошин О.В., Бердников А.А. Плазменная закалка сканируемой дугой без оплавления поверхности //Физика и химия обработки материалов. - 1995. - №2. - С. 101-106.
8. Transformation hardening of steel using high-energy electron beams / Elmer J. W., Newton M.A., Smith A.C. // Weld. J. - 1994. - 73, №12. - P. 291-299.
9. Rolf Roggen Durcissement Super ficial par Plasma des aciers au carbone des fontes// Rev. Metallurgie. - 1979,- У.16. №7. - P. 532-537.
10. Шатерин М.А., Коротких М.Т., Нечаев В.П. Плазмотрон для плазменно-механической обработки. - «Сварочное производство», 1986, №8, - с.27, 28.
11. Нечаев В.П., Рязанцев А.А. Особенности тепловых процессов при обработке заготовок с плазменным нагревом. - Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. - Вип.26. Кривий Ріг, 2010. - с.157-160.
12. Попов Ю.П. Вычислительный эксперимент / Ю.П. Попов, А.А. Самарский. - М.: Знание, 1983. - 64с.
13. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум). Учебн. пособие / Бородюк В.П., Воцинин А.П. и др.; под ред. Круга Г.К. - М.: Высш. школа, 1983. - 216с.
14. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий./ Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский . - М. : Наука, 1976.- 275с.
15. Головина Л.И. Линейная алгебра и некоторые её приложения / Л.И.Головина. - М.: Наука, 1979. - 392 с.
16. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. / Н.И. Сидняев.- М.: Юрайт, 2012.-400с.

Рукопис подано до редакції 03.04.2019

УДК 622.807

О.Є. ЛАПШИН, О.О. ЛАПШИН, доктори техн. наук
Криворізький національний університет

ОХОРОНА РУДНИКОВОЇ АТМОСФЕРИ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ В ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ ШАХТ

Мета. Метою даної роботи є розробка способу охорони рудникової атмосфери від забруднення в гірничих виробках шахт

Методи. Застосовувався комплексний метод дослідження, який передбачав теоретичні дослідження процесів очищення повітря в гірничих виробках, експериментальні дослідження параметрів гідравлічної зависі за різних значень тиску води в підвідній магістралі та промислові випробування ефективності очищення вентиляційних викидів.

Наукова новизна. Розроблено спосіб охорони рудникової атмосфери від забруднення шляхом очищення вентиляційних викидів за допомогою гідравлічних завис високого тиску, який дозволяє знизити вміст шкідливих домішок в атмосфері шахт і кар'єрів до санітарних норм під час ведіння технологічних процесів при відкрито-підземному способі видобування залізної руди.

Практична значимість. На підставі проведених випробувань в підземних виробках надані практичні рекомендації щодо охорони рудникової атмосфери від забруднення шляхом очищення вентиляційних викидів за допомогою гідравлічних завис та застосовувати головні вентиляторні установки для провітрювання кар'єрів і шахт, що забезпечує поліпшення умов праці та підвищення безпеки при видобуванні залізної руди.

Результати. Видобування залізної руди в кар'єрах і глибоких шахтах супроводжується забрудненням рудникової атмосфери пилом і шкідливими газами. Перебування працюючих у забрудненій атмосфері призводить до професійних захворювань на пиловий бронхіт. Незважаючи на заходи, що впроваджуються, рівень професійних захворювань досі залишається високим. Існуючі засоби пилогазоподавлення не забезпечують уловлення найбільш небезпечних дрібнодисперсних часток пилу (менше 10 мкм) і зниження концентрацій шкідливих газів. Охорона рудникової

вої атмосфери від забруднення відбувається шляхом очищення вентиляційних викидів за допомогою високонапорного зрошення утвореного гідравлічними завісами в гірничих виробках.

На підставі проведених експериментальних випробувань установлені параметри гідравлічних завіс в підземних виробках серед яких: щільність зрошення, напруженість електростатичного поля водного аерозоля, дисперсний склад крапель води, далекобійність та оптимальний тиск води в підвідному трубопроводі.

Надані практичні рекомендації щодо застосування гідравлічних завіс для охорони рудникової атмосфери від забруднення при відкрито-підземному способі видобування залізної руди. Результати промислових випробувань гідравлічної завіси в умовах гірничої виробки засвідчили її ефективність щодо очищення вентиляційних викидів від шкідливих домішок та можливість застосування її при відкрито-підземному видобуванні залізної руди.

Ключові слова: атмосфера, забруднення, пил, газ, вода, зрошення, гідравлічна завіса.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-137-143

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Актуальність досліджуваної проблеми полягає у тому, що розробка залізних руд відкрито-підземним способом значно ускладнює захист рудникової атмосфери від забруднення і вентиляцію підземних гірничих виробок та кар'єрного простору. Наявність провалів, незаповнених відпрацьованих порожнин, зон обвалень обтяжують процеси вентиляції, вона стає важко керованою. В наслідок цього не забезпечуються належні умови для відведення шкідливих речовин, утворених внаслідок здійснення вибухових робіт, вони потрапляють у робочий простір, що може призвести до отруєнь. Ця проблема є складною та потребує наукових підходів до її розв'язання, вона тісно пов'язана з науковими і практичними завданнями у галузі комбінованої розробки залізородних родовищ.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням захисту рудникової атмосфери від забруднення при веденні технологічних процесів у гірничих виробках присвячені роботи відомих учених, серед яких праці Черних А. Д., Гагауза Ф. Г., Гого В. Б., Д'якова В. В., Лапшина О. О., Росці Б. Д., Слюсаренка В. Г., Фролова А. В., Янова А. П., Ярембаша І. Ф. та ін., де підіймаються теоретичні та прикладні питання взаємодії пилових частинок з дисперговою водою, нейтралізації шкідливих газів хімічними речовинами і видалення продуктів вибуху засобами вентиляції. Аналіз наукових досліджень свідчить про те, що спосіб очищення повітря зрошенням є найменш складним і не потребує великих витрат. Його реалізація передбачає використання зрошувальних пристроїв, що відрізняються технічними параметрами і режимами роботи, наприклад, форсунок і туман утворювачі, ефективність яких у середньому становить 70-80%.

У практиці боротьби із пилом при видобуванні корисних копалин підземним способом переважає застосування типового зрошення за допомогою гідравлічних форсунок. При цьому, як правило, досягти зниження запиленості атмосфери у виробках до ГДК майже не вдається. Свідченням цього є високі концентрації пилу під час ведення вибухових робіт: у горизонтальних виробках в межах 62...500 мг/м³, а у вертикальних – 10...10,5 мг/м³ за результатами досліджень різних авторів. Вивчення робіт, пов'язаних з очищенням рудникового повітря забрудненого шкідливими домішками, дає підстави вважати, що найбільш складним процесом є зниження концентрації отруйних газів. Для цього здебільшого використовується вода, або розчини хімічних речовин, наприклад, поверхнево-активні речовини (ПАР).

Випробування, проведені на Березовському руднику показали, що серед численого складу диспергуючих засобів найбільш ефективними є зрошувачі ОК-1, ОЗ-1, ОЗ-2 і туман утворювачі ТК-1, ТЗ-1, які серійно випускаються заводом гірничорятувального обладнання. Незважаючи на всі позитивні якості ці зрошувачі і туман утворювачі мають невелику далекобійність до 3 м, що є недостатнім для умов гірничих виробок. Підтвердженням цього є невисока ефективність знепилення – 28,9%, а зниження концентрації двоокису азоту – 19,6%, що не забезпечує досягнення концентрацій встановлених санітарними нормами. Зменшення вмісту оксиду вуглецю цими пристроями до рівня допустимих значень також не досягається.

Постановка задачі. Важливим завданням в умовах розробки родовищ відкрито-підземним способом є захист рудникової атмосфери від забруднення та створення безпечних і нешкідливих умов праці у кар'єрах і гірничих виробках шахт шляхом очищення повітря від пилу і шкідливих газів за допомогою гідравлічних завіс високого тиску.

Викладання матеріалу та результатів. Досвід розробки родовищ відкрито-підземним способом дозволив виявити ряд позитивних факторів, серед яких: використання буронавантажувального і транспортного обладнання на відкритих і підземних роботах; застосуван-

ня розкривних порід кар'єрів для закладання відпрацьованих підземних камер; здійснення провітрювання кар'єрів і шахт з використанням існуючих вентиляційних виробок і головних вентиляційних установок тощо. Попри наявні переваги існує проблема потрапляння шкідливих газів і пилу, що виникають переважно при здійсненні підривних робіт, у підземні гірничі виробки за умов застосування всмоктувального способу провітрювання шахт [1]. Для вирішення цієї проблеми у статті запропоновано захист рудникової атмосфери від забруднення шляхом очищення повітря за допомогою гідравлічних завіс високого тиску обладнаних у підземних виробках. При цьому головні вентиляторні установки (ГВУ), в залежності від дії природної тяги і умов здійснення вибухових робіт: у кар'єрі, або в шахті, передбачається вмикати на нагнітання, або на всмоктування відповідно.

Ефективне провітрювання зони підземних робіт і кар'єру при роботі вентиляторної установки на нагнітання (у теплий період року) повітря в шахту здійснюється за умови що перемички на вентиляційному горизонті закриті, а перемички на робочому горизонті відкриті. У цей період року свіже повітря надходить з головних виробок в зону гірничих робіт, провітрює виробки і очисні блоки, а потім відбувається його очищення від шкідливих газів і пилу в камері зрошення, яка обладнана у гірничій виробці, що сполучається з кар'єрним простором. Після цього очищене повітря вентиляційною виробкою надходить у кар'єр і провітрює його простір [2, 3].

В період роботи вентиляторної установки на всмоктування (у холодний період року) свіже повітря надходить у кар'єр, провітрює його простір, а потім рухаючись вентиляційною виробкою потрапляє у зрошувальну камеру, де очищується від пилу і газу. Після цього очищене повітря надходить у зону гірничих робіт, провітрює гірничі виробки і очисні блоки. Регулювання кількості повітря, що надходить або видається в гірничі виробки здійснюється за допомогою автоматичної перемичок. При нагнітанні і при всмоктуванні повітря вентиляторною установкою природна тяга діє в узгодженому режимі з ГВУ.

У практиці боротьби із пилом при видобуванні корисних копалин підземним способом переважає застосування типового зрошення за допомогою гідравлічних форсунок. При цьому, як правило, досягти зниження запиленості атмосфери у виробках до ГДК майже не вдається. Свідченням цього є високі концентрації пилу під час ведення вибухових робіт: у горизонтальних виробках в межах 62...500 мг/м³, у вертикальних – 10...10,5 мг/м³, оксиду вуглецю від 0,0032 до 0,072%, а оксидів азоту від 0,0019 до 0,031%. Під час вибуху шпурів у виб'ях тупикових виробок створюються умови для адсорбції шкідливих газів частинками пилу [6]. В табл. 1 наведено дані про вміст шкідливих газів, адсорбованих на пилові при веденні технологічних процесів, пов'язаних з підривними роботами (ВР) на шахтах Кривбасу протягом останніх 10 років.

Дані показують, що пил, який утворився при вибухових роботах, містить адсорбовані оксид вуглецю до 0,0078 мг і діоксид азоту до 0,22 мг. Під час прибирання гірської маси адсорбовані гази разом із пилом надходять в атмосферу гірничих виробок і кар'єрів та являють собою додаткові джерела, що впливають на розвиток пилового бронхіту у шахтарів.

Таблиця 1

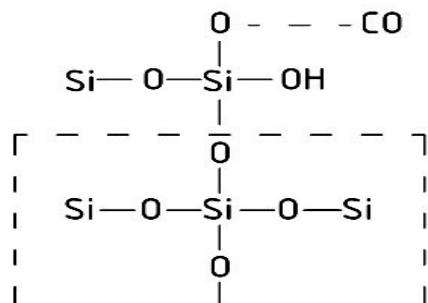
Вміст адсорбованих шкідливих газів на частках пилу

Види технологічних процесів	Місце відбирання проб	Вміст адсорбованих газів на поверхні пилу, мг/г	
		СО	NO + NO ₂
Вибухові роботи в підготовчих виробках	На поверхні руди	0,0042	0,1341
	В середині руди	0,0057	0,1134
Вибухові роботи в блоках	В руді при випуску	0,0036	0,0223
	На поверхні стінок виробки	0,0018	0,1342
	В атмосфері виробок випуску	0,0017	0,2176
Розвантаження руди з вагонів на перекидачу	На поверхні руди в підземному бункері	0,0019	0,0093

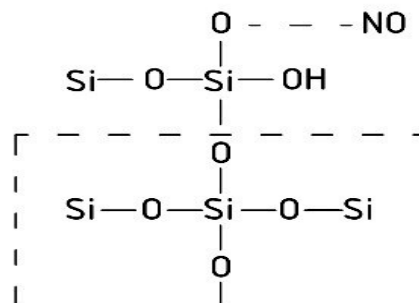
Механізм адсорбції газів поверхнею рудникового пилу полягає у тому, що при руйнуванні гірської породи вибухом миттєво підвищується тиск, концентрація і температура газів. У той же час поверхнева енергія зруйнованої гірської маси прагне до зменшення. При цьому на її поверхні відбувається адсорбція газів, результатом якої є довільний перерозподіл компонентів системи між поверхневим шаром адсорбента (пилу) і газовим середовищем (оксиди вуглецю і

азоту). При цьому на поверхні пилових часток утворюється комплекс шкідливих газів, причому це утворення відбувається допоки не буде досягнена рівновага. За нашими поглядами та припущеннями на поверхні пилових часток відбувається як фізична так і хімічна адсорбція. Структурні схеми взаємодії при адсорбції оксидів вуглецю "а" і азоту "б" можливо записати так:

а)



б)



Адсорбовані пилом шкідливі гази мають дуже сильний зв'язок із поверхнею через силанольні групи, як видно зі схем наведених вище, тому їх десорбція в природних умовах відбувається дуже повільно. Наприклад, через 200 діб десорбується тільки 60 % діоксиду азоту [6]. Кількість адсорбованих газів у значній мірі визначається загальною площиною адсорбції то б то загальною площиною пилових часток, які утворюються при здійсненні вибуху у вибої виробки. При цьому загальна площа пилових часток визначається їх дисперсним складом. Усереднені дані дисперсного складу пилу у відбитій гірській масі вибоїв різних гірничих виробок представлені у табл. 2. Як видно із таблиці у безпосередній близькості від вибою, фракції пилу менше 10 мкм складають 10-40%, а на відстані від вибою 15-20 м їх вміст досягає 60-90%, що свідчить про інтенсивне осадження крупнодисперсних частинок. Таким чином, у зоні викиду осідає пил переважно розміром більше 10 мкм, більш дрібні фракції пилу виносяться з вибоїв ударною хвилею і рухом вентиляційного струменя.

Таблиця 2

Дисперсний склад пилу в зоні відкиду тупикових виробок шахт

Найменування шахти	Найменування виробки	Відстань від вибою, м	Вміст часток пилу, %	
			< 10 мкм	>10 мкм
ім. Орджонікідзе	Штрек висячого боку гор. 527 м	15	50-60	40-50
«Родина»	Штрек відкотний гор. 1315 м	20	80-90	10-20
«Жовтнева»	Орт-заїзд 30 осі гор. 1060 м	5	10-20	80-90
ім. Фрунзе	Орт-заїзд 151 осі гор. 1060 м	10	30-40	60-70
«Жовтнева»	Орт-заїзд 72 осі гор. 965 м	15	50-60	40-50

Отже, дослідження дисперсного складу пилу та результати адсорбції на поверхні пилових часток шкідливих газів, свідчать що звичайне зрошення забрудненого повітря буде неефективним засобом його очищення і необхідно застосовувати додаткові можливості для його підсилення. Серед таких засобів нами розглядається можливість використання для очищення рудникового повітря електростатичних сил. Так, з метеорології відомо, що коагуляційна здатність дощових крапель підвищується, якщо вони несуть на собі електричний заряд. Дослідження свідчать, що за діаметру крапель аерозолу менше 5 мкм і крупних заряджених крапель менше 40 мкм, коефіцієнт захвату дрібних крапель може бути підвищений в декілька разів у порівнянні з незарядженими. Ці висновки очевидно будуть справедливі і для часток пилу при взаємодії їх з краплями факелу форсунки. Відомо, що особливу складність представляє уловлення і осадження дрібнодисперсного аерозолу, а електричний водний аерозоль дозволив збільшити ефективність пилоподавлення дрібнодисперсного вугільного пилу. Збільшення електрзарядженості аерозолу до 900 В/м дозволило підвищити ефективність дрібнодисперсного пилу до 96,7 %. Дослідженнями також передбачалося визначення величини електричного заряду частинок пилу (табл. 3). З часом величина заряду знижувалася

Електричні заряди пилу крупністю <40 мкм

Найменування шахт	Величини зарядів пилу, е.з.			
	свіжий пил	після 2-х годин	після 5-х годин	після 24-х годин
«Тернівська» аглоруда, гематит	748-762	251-233	120-110	104-90
«Гвардійська» аглоруда, гематит	875-863	274-250	134-123	117-113
«Ювілейна» аглоруда, гематит	964-881	280-261	142-128	114-98
ім. Фрунзе аглоруда, гематит	676-615	258-234	128-119	110-102
«Зоря» мартен	768-648	228-203	137-125	121-117
«Родина» аглоруда, гематит	725-670	281-254	142-133	123-114
ім. Орджонікідзе магнетит, кварцити	763-670	248-231	123-113	105-98

Результати досліджень стану забруднення атмосфери свідчать про те, що протягом регламентованого проміжку часу провітрювання тупикових виробок, концентрації пилу і шкідливих газів у більшості випадків перевищують допустимі значення. У табл. 4 наведені деякі випадки отруєння працюючих шкідливими газами в гірничих виробках.

Таблиця 4

Випадки отруєння працюючих шкідливими газами після вибухових робіт у виробках

Дата отруєння і найменування шахти	Обставини і місце отруєння	Причина отруєння
09.2000 р. ш. «Тернівська»	Смертельний випадок отруєння бурильника шкідливими газами після підричних робіт в не провітреної тупиковій заходці	Перебування робочого після вибуху у виробці не обладнаній засобами провітрювання і пілогазовиведення
10.2001 р. ш. «Експлуатаційна» ЗЖРК	Груповий смертельний випадок отруєння шкідливими газами після вибуху зам. начальника і гірничого майстра в не провітреному вибії	Перебування людей після вибуху в не провітреної виробці
01.2002 р. ш. «Гвардійська»	Груповий смертельний випадок отруєння шкідливими газами після вибуху газами зам. начальника и горноробочого в очисному блоці	Перебування людей після вибуху в не провітреному очисному блоці
13. 02. 2019 р. ш. "Ювілейна" ПАТ «Суха Балка»	Груповий смертельний випадок отруєння прохідника і гірничого майстра після вибуху у висхідному	Перебування людей після вибуху в непровітреному висхідному

Вивчення робіт, пов'язаних з очищенням рудникового повітря забрудненого шкідливими домішками, дає підстави вважати, що найбільш складним процесом є зниження концентрацій отруйних газів.

Підвищення ефективності охорони рудникового повітря шляхом зрошення його диспергованою водою пропонується здійснювати за допомогою гідравлічних завіс з використанням високого гідростатичного тиску води.

Основними параметрами даного способу є: дисперсність крапель і відносна швидкість їх польоту, щільність водного аерозолу, розміри зони зрошення, ступінь турбулізації забрудненого потоку, напрямок руху забрудненого повітря і струменя гідравлічної завіси. Величини оптимальних параметрів зрошення коливаються у широких межах і залежать від механізму уловлювання пилу. Ефективність очищення повітря шляхом його зрошення за умов дотримання оптимальних параметрів процесу може становити 90-99%.

Гідравлічна завіса діє наступним чином. Вода під високим тиском (1,0-1,5 МПа) подається до форсунок з водопроводу, який обладнано електричним клапаном. Форсунки розташовані і гідравлічно з'єднані з системою трубопроводів в гірничій виробці. За допомогою форсунок вода диспергується і змішується з повітрям у виробці з утворенням водоповітряної суміші. Струм суміші розширюється виходить у виробку у вигляді гідравлічної завіси. Кількість води, що надходить у завісу регулюється за допомогою електричного клапану. Корпус завіси закріплений у виробці з можливістю спрямування струменю попутно, назустріч або під кутом до забрудненого повітря.

У процесі досліджень впливу різних факторів на фізичні параметри струменів при диспергуванні рідини за допомогою форсунок було встановлено, що водний аерозоль утворює електростатичне поле негативної полярності [5]. Ступінь електростатичної зарядженості факелу диспергованої води залежить від тиску води. Доведено, що зі збільшенням тиску води в трубопроводі до 1 МПа досягається збільшення значення негативної напруженості електростатичного поля до 500-600 В/м і зменшення середнього діаметру крапель з 300 до 150 мкм (рис. 1 а, б).

Наявність електростатичного поля негативної напруженості у факелі аерозолу, утворюваного зрошувачем, а також змінення її величини від тиску води у трубопроводі дає підстави вважати, що у цьому факелі мають місце енергетичні процеси, обумовлені кількістю крапель, їх середнім діаметром, швидкістю руху, фізико-хімічними властивостями поверхневого шару і відстанню між ними у повітрі. Параметри цих процесів впливають на здатність коагуляції часток пилу з краплями води та адсорбцію шкідливих газів.

За результатами випробувань отримані наступні параметри: діаметр крапель води від 1 мкм до 100 мкм; далекобійність понад 20 м [6].

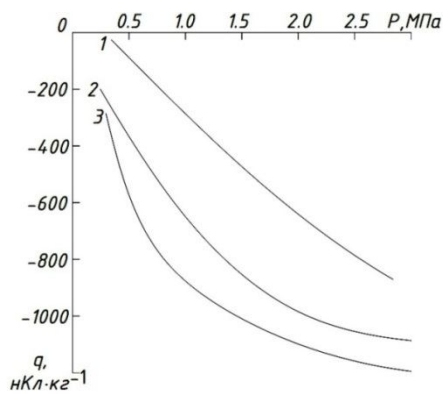


Рис. 1 а. Графіки залежності негативної напруженості електростатичного поля водного аерозолу від тиску води і типу зрошувача: 1 – ЗФ 3, 3-75; 2 – КФ 5, 0-75; 3 – КФ 2, 2-15

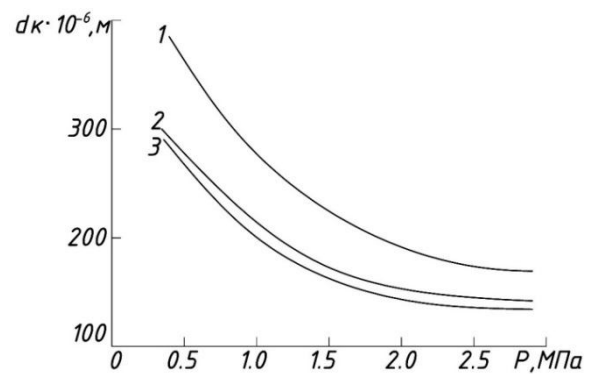


Рис. 1 б. Графіки залежності діаметру крапель водного аерозолу від тиску води і типу зрошувача: 1 – ЗФ 3, 3-75; 2 – КФ 5, 0-75; 3 – КФ 2, 2-15

Диспергування води в гідравлічних завісах утворює водний аерозоль, який формує електростатичне поле негативної напруженості. У межах гідравлічної завіси утворюється «загороджувальна стінка» забрудненому повітрю, що дозволяє здійснити його зрошення і знизити вміст у ньому шкідливих домішок. Основними технічними параметрами установки, від яких залежить ефективність очищення повітря ϵ : кількість повітря, що ежектується у зрошувальний струмінь, Q_c , м³/с; коефіцієнт ежекції U ; вміст вологи у потоці водоповітряної суміші (щільність зрошення q , г/м³); середній діаметр крапель води у струмені d_c , мкм; далекобійність водоповітряного струменя L_p , м; напруженість електричного поля E_n , В/м; загальна електростатична зарядженість аерозолу Q_e , нКл/кг.

Для встановлення ефективності очищення рудникового повітря в підземних умовах шахт Кривбасу розроблено гідравлічну завісу «Дош», яка представлена на рис. 2.



Рис. 2. Гідравлічна завіса «Дош» під час очищення повітря в гірничій виробці в шахті «Тернівська»

Гідравлічна завіса «Дош», призначена для очищення забрудненого повітря після вибухових робіт у гірничих виробках являє собою систему патрубків обладнаних відцентровими форсунками, під'єднаних до загальношахтної гідравлічної магістралі. Випробування гідравлічної завіси в умовах ш. «Тернівська», на гор. 1275 м відбувалися безпосередньо після вибуху шпурових зарядів ВР загальною масою 24 кг (грануліт 79/21 – 19 кг, україніт – 5 кг) при проведенні штреку 45-49 гор. 1308 м, орт 43 вісі. Забруднене після вибуху повітря надходило у наскрізну виробку, прилеглої до зони гірничих робіт.

За результатами випробувань гідравлічної завіси «Дош» встановлено ефективність очищення повітря в середньому: від пилу – 94-98%, оксиду вуглецю – 55-80%, оксидів азоту – 75-85%; спостерігається стійкий режим роботи завіси в умовах запиленості і загазованості повітря; зниження концентрації пилу і газів до нормативних значень досягається за 12-13 хв.

Висновки та напрямки подальших досліджень.

1. Провітрювання зони підземних робіт і кар'єрного простору можливо з використанням головної вентиляторної установки працюючої в режимах всмоктування і нагнітання.
2. Режими провітрювання змінюються в залежності від сезонних коливань температури, а також місця масового вибуху. Як що вибух здійснюють в кар'єрі - ГВУ працює на нагнітання повітря і навпаки, як що вибух здійснюється в шахті – ГВУ працює на всмоктування.
3. Застосування загальної схеми вентиляції "шахта-кар'єр" потребує охорони рудникової атмосфери від забруднення, утворюваного при видобувних процесах.
4. Очищення вентиляційних викидів за допомогою гідравлічних завіс дозволяє знизити вміст шкідливих домішок до нормативних величин.

Перспективи подальшого розвитку в цьому напрямку полягають у тому, що видобування залізної руди відкрито-підземним способом потребує всебічного обґрунтування технологічних параметрів комплексної розробки родовищ у тому числі і проектних рішень сумісного провітрювання кар'єрів і шахт.

Список літератури

1. Черных А. Д. Комплексная разработка рудных месторождений / А. Д. Черных. – К. : Техніка, 2005. – С. 4-23
2. Ошмянский И. Б. Рациональные способы проветривания при проектировании комплексной разработки открыто-подземного яруса. Кривой Рог. Вісник КНУ. Вип.5 (15). 2006. – С. 181 – 186.
3. А. с. 1583625 СССР, Е 21 F 1/00. Способ проветривания карьеров / А. Е. Лапшин, В. Г. Слюсаренко, И. Б. Ошмянский (СССР). № 4410992/31-03; заявл. 15.04.88; опубл. 07.08.90, Бюл. № 29.
4. Пат. на корисну модель 93859 Україна МПК Е 21 F 1/00. Спосіб провітрювання кар'єрів і шахт при комбінованій розробці родовищ / Лапшин О. Є., Лапшин О. О., Лапшина Д. О.; заявник і патентовласник Криворізький національний університет. – № у 201400735; заявл. 27.01.14; опубл. 27.10.14, Бюл. № 20
5. Фролов А. В. Основы гидрообеспыливания / А. В. Фролов, В. А. Телегин, Ю. А. Сечкарев // Безопасность жизнедеятельности. № 10, 2007. С. 95-100
6. Журавлев В. П. Моделирование и проектирование систем гидрообеспыливания / [В. П. Журавлев, В. И. Саранчук, Н. А. Страхова и др]. – К.: Наукова думка, 1990. С. 40-82.
7. Моделирование и проектирование систем гидрообеспыливания / Журавлев В. П. и др. – Киев: Наукова думка, 1990. – С. 40-82.
8. Саранчук В. И. Рекун В. И. Поздняков Г. А. Электрические поля в потоке аэрозолей. – К.: Наукова думка. 1981 – 112с.
9. Лапшин О. О. Знешкодження отруйних газів і пилу в гірничих виробках шахт / О. О. Лапшин // Проблеми охорони праці в Україні. 2002. С. 35-39.
10. Лапшин О. Э., Лапшин О. О., Лапшина Д. О. Підвищення ефективності очищення рудникового повітря в гірничих виробках шахт. – Вісник Криворізького національного університету. Збірник наук. праць. Вип. 46. 2018. С. 141-147.

Рукопис подано до редакції 03.04.2019

УДК 624.012.454

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., О.Ю. ЄРЬОМЕНКО,
М.О. ВАЛОВОЙ, кандидати техн. наук, доценти, Криворізький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ СТИСНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ПІДСИЛЕННЯ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ КОМПОЗИТНИМИ ПОЛОТНИЩАМИ

Мета. Дослідження специфіки розподілу напружень за поперечним перерізом залізобетонних колон підсилених зовнішнім оклеюванням композитними полотнищами за умови різної форми їх поперечного перерізу.

Методи дослідження. Систематизація та аналіз існуючих відомостей про напружено-деформований стан залізобетонних стиснутих елементів підсилених зовнішнім армуванням композитними полотнищами.

Наукова новизна. Виконано дослідження існуючих в відкритому доступі результатів експериментальних випробувань стиснутих залізобетонних елементів різної форми поперечного перерізу підсилених зовнішнім армуван-