

КРИВОРІЗЬКИЙ ГІРНОЧОРУДНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

ГАЦЬКИЙ Анатолій Костянтинович

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПИЛОПОДАВЛЕННЯ НА ВІДКРИТИХ
РУДНИХ СКЛАДАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАХИСНИХ
ПОКРИТТІВ

С п е ц і а л ь н і с т ь - 05.26.01

Охорона праці і пожежна безпека

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеню
кандидата технічних наук

Кривий Ріг 1993



00802333 (J)

AB 28. 682

Дисертація є рукопис.

Робота виконана в Криворізькому гірничорудному інституті на кафедрі рудникової аерології та охорони праці.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук,

доцент

А.Є. Лапшин

Офіційні опоненти

доктор технічних наук, професор

П.В. Бересневич

кандидат технічних наук

В.Ю. Тишук

Провідна організація - ВО "Кривбасруда", місто Кривий Ріг.

Захист дисертації відбудеться "23" червня 1993р.
о 13 годині на засіданні спеціалізованої ради Д 068.ІІ.01
Криворізького гірничорудного інституту за адресою: 324027
м Кривий Ріг, вул. ХХІ партз'їзду, ІІ.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці інституту за адресою: 324002, вул. Пушкіна, 37.

Автореферат розісланий "22" 11 1993р.

Вчений секретар

спеціалізованої ради

кандидат технічних наук, професор

Г.Т. Фаустов

Стефаника

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Ефективна і надійна робота гірничо-видобувних підприємств вимагає наявності резервів товарної сировини. В зв'язку з цим шахти, кар'єри і збагачувальні фабрики мають склади для накопичення і збереження гірничої маси. В більшості випадків ці склади відкриті, що дає ділий ряд переваг. Вони прості в експлуатації, вимагають менші капітальні затрати і мають велику місткість. Поряд з цим відкриті рудні склади мають і недоліки, які полягають в тому, що технологічні процеси характеризуються інтенсивним пиловиділенням. Запиленість на території відкритих складів і прилеглих районах знаходиться в межах 3,8 - 18,8 мг/м³, що перевищує в десятки разів ГДК.

Розташовуються відкриті склади на промислових майданчиках шахт, як правило, поблизу житлових масивів. Вітри, що дують в різних напрямках, сприяють виносу пилу з їх території і розсіванню його на великих відстанях, забруднюючи промислові майданчики і житлові райони. Кількість виділеного пилу залежить, в основному, від кліматичних умов: в осінньо-весняний період року, коли випадає основна маса атмосферних опадів, висока відносна вологість повітря, слабе випаровування води з поверхні складованих руд, спостерігається менша інтенсивність пиловиділення ніж зимою чи влітку.

Одним з основних джерел пиловиділення на відкритих складах і найбільш протяжним в часі є видування пилу з поверхні руди в період її збереження. Ефективних засобів по локалізації пилу на відкритих складах руди як при проєктуванні, так

і спорудженні складів не передбачалось в силу відсутності їх розробок, а ті міри, що застосовуються, являються малоефективними і технічно недосконалими.

Найбільш ефективним способом пилоподавлення на рудних складах є зрошення. Однак відсутність пилов'язуючих розчинів і засобів їх нанесення не дозволяють ефективно боротися з виділенням пилу. Значно підвищити ефективність пилоподавлення можливо шляхом застосування форсунок тонкого розпилу і великої дальності, здатних повертатися навколо своєї осі. Важливо використовувати пилов'язуючі сполуки, які не замерзають при мінусовій температурі.

Мета роботи. Зниження інтенсивності пиловиділення при проведенні технологічних процесів на відкритих складах.

Ідея роботи полягає в досягненні зниження інтенсивності пиловиділення за рахунок використання пилов'язуючих засобів - відходів хімічної промисловості, що наносяться на поверхню гірничої маси за допомогою форсунок.

Методи досліджень. Теоретичні і експериментальні дослідження виконані із застосуванням методів кореляційного і техніко-економічного аналізу. Експериментальні дослідження проведені в лабораторних і промислових умовах як за загальновідомими методиками, так і розробленими автором.

Наукові положення, які захищаються в дисертації автором:

Коспезійний зв'язок частинок пилу поверхневого шару рудних штабелів відбувається за рахунок в'язучих властивостей пластифікатора форміатно-спиртового.

Використання реактивної сили для обертання зрощувальних пристроїв і відцентрової сили для підвищення в них тиску рідини.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень і рекомендацій підтверджується задовільним збігом результатів теоретичних і експериментальних досліджень в лабораторних і промислових умовах, про що свідчать акти промислових випробувань на шахтах "Саксагань" і "Гвардійська", високим значенням щільності статистичного зв'язку в одержаних рівняннях регресії $(0,85 \pm 0,55)$, ефективністю роботи системи пилоподавлення на шахтах Кривбасу.

Наукове значення роботи:

1. Встановлено інтенсивність видудання пилу з поверхні руди при її різноманітній вологості.
2. Визначено критичні швидкості зивітривання пилу з поверхні руди різної вологості.
3. Встановлено процес фізико-хімічної взаємодії пластифікатора форміатно-спиртового з частинками рудного пилу, що пояснює його пилозв'язуючі і закріплюючі властивості.
4. Використання реактивних сил для обертання гідравлічних та пневмогідравлічних зрощувальних пристроїв.

Практичне значення роботи.

1. Розроблено конструкції розпилювальних пристроїв для нанесення пилозв'язуючих сумішів на поверхню складованої руди. Запропоновані зрощувальні пристрої забезпечують розпилювання рідини від 0,15 до 2,0 мм при далекобійності фекала 12 - 20 м.
2. Розроблено систему пилоподавлення для відкритих

естададних складів із застосуванням пилов'язуючих розчинів що зменшує пилові викиди в атмосферу на 60-85 % при різних технологічних процесах і погодно-кліматичних умовах. При цьому на межі санітарних зон шахт досягається гранично-допустима концентрація пилу в п.вітрі.

3. Розроблено алгоритм розрахунку і керування системою пилоподавлення на відкритих рудних складах.

Реалізація висновків і пропозицій

Результати досліджень по вивченню пилав'язуючих властивостей пластифікатора форміатно-спиртового і розроблена система пилоподавлення впроваджені на шахтах "Саксагань", ім.Леміна, ім.Орджонікідзе, "Гвардійська", в.о."Кривбасруда".

На основі результатів досліджень і розробки засобів нанесення пилов'язуючих розчинів розроблено "Інструкцію по експлуатації системи пилоподавлення на відкритих рудних складах шахт в.о. "Кривбасруда", яку погоджено з санепідемстанцією м.Кривого Рогу і затверджено головним інженером в.о."Кривбасруда" в 1991р. Одержано дозвіл санепідемстанції міста Кривого Рогу на використання в промислових умовах пластифікатора форміатно-спиртового як пилов'язуючої суміші.

Апробація роботи. Результати досліджень по дисертаційній роботі доповідались на: технічній нараді за участь головного інженера в.о. "Кривбасруда" /м.Кривий Ріг, грудень 1990р./, на міжреспубліканській науково-технічній конференції молодих вчених /м.Губкін, березень 1990р./, на науково-технічному семінарі "Удосконалення комплексної відкрито-підземної розробки рудних родовищ" /м.Кривий Ріг, листопад 1990р./, на міжреспубліканській конференції "Шляхи розв'язання еколого-

технологічних завдань на гірничих підприємствах" /м.Ташкент, червень 1991р./, на науково-технічній конференції "Проблеми урбоекотології і фітосмеліорації" /м.Львів, вересень 1991р./, на Всесоюзній науково-технічній конференції "Удосконалення технології гірничого виробництва го зниженню негативної дії на оточуюче природне середовище" /м.Кривий Ріг, 1991р./, на науково-технічній конференції "Проблеми геотехнології і інженерної екології" /м.Київ, березень, 1992р./, на науково-технічній конференції "Екологія Кривбасу - проблеми і перспективи" / м.Кривий Ріг, червень, 1993р./.

Публікації. За наслідками виконаних досліджень опубліковано 10 робіт, одержано 2 авторських свідоцтва.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти глав і висновку, які викладені на ¹⁷³ сторінках машинописного тексту, що включає 23 таблиці, 35 рисунків, список літератури з 103 найменувань і 8 додатків. Загальний обсяг дисертації 208 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Відкриті рудні склади являються практично постійним джерелом інтенсивного пиловиділення. Серед технологічних процесів, що проводяться на відкритих складах, найбільш інтенсивним і постійним по пиловиділенню являється збереження руди в штабелях. Завдяки дії вітрових потоків запыленість на території складу і прилеглих районів може в 10 раз перевищувати допустиму. Питанням пилоутворення при збереженні встипучих матеріалів і боротьбі з запыленням присвячені роботи вчених Дюміна А.К., Д'якова В.В., Борисова В.П., Бересневича П.В., Михайлова В.А., Ващенко В.С., Битколова Н.З., Тищука В.Д., Чулакова П.В. і ін.

Результати їх досліджень складають наукову основу боротьби з пилоутворенням на гірничих підприємствах. Однак, практично відсутні роботи по локалізації пилу на відкритих рудних складах. Аналіз стану боротьби з пилоутворенням при збереженні сипучих матеріалів показав відсутність ефективних методів і засобів пилоподавлення. На основі багаторічних статистичних даних і наших досліджень за період 1989-1993рр. встановлено, що причиною високої запиленості атмосфери являється видування пилу при завантаженні складу, навантажуванні гірничої маси в вагони і збереженні руди в штабелях.

Найбільш інтенсивним і постійно діючим фактором являється видування пилу з поверхні штабелів вітровим потоком. Так, при швидкості вітру більшій 6 м/с процес видування переходить в пилові бурі. Враховуючи, що середньорічні швидкості вітру на території Кривбасу складають 4,5 м/с, пилові бурі являються частими і тривалими. Тому для досягнення мети, зниження інтенсивності пиловиділення на відкритих рудних складах і реалізації ідеї, в роботі рішались наступні завдання:

Визначити стан забруднення атмосфери на відкритих рудних складах.

Дати аналіз метеорологічних умов району Кривбасу.

Дослідити аеродинаміку повітряних потоків на рудних складах.

Провести аналіз фізико-механічних властивостей руд, що зберігаються на відкритих складах.

Дослідити процес здування пилу з поверхні штабелів.

Вивести і дослідити ефективні пилов'язучі розчини.

Розробити способи і засоби нанесення пилов'язучих розчинів на поверхню рудних штабелів.

Розробити систему пилоподавлення і змочування поверхні рудних складів.

З цією метою в роботі дано аналіз способів і засобів пилоподавлення на складах сипучих матеріалів, що використовуються в гірничій промисловості. Всі засоби, що застосовуються, мають цілий ряд недоліків: складність в приготуванні, дефіцит і дороговизна компонентів, неможливість використання при мінусових температурах, невисока ефективність пилосв'язування.

Вказані основні недоліки способів, що використовуються для пилоподавлення на відкритих рудних складах.

На інтенсивність пилоутворення при збереженні руди на відкритих складах істотний вплив має температура повітря, його вологість, швидкість вітру і кількість опадів.

На базі статистичних даних метеорологічної станції м.Кривого Рогу було одержано середньомісячні і середньорічні значення температури, відносної вологості, швидкості вітру і кількості опадів. В результаті аналізу встановлено, що середньорічна температура повітря коливається в межах від $+6,3^{\circ}\text{C}$ до $8,3^{\circ}\text{C}$. Найбільш висока середньомісячна відносна вологість повітря взимку 82-90%, а сама низька влітку 55-62%. Середньорічна швидкість вітру збільшується в січні, лютому, березні, жовтні, грудні знижується в квітні і листопаді, мінімального значення досягає в червні, липні, серпні місяцях. Основна кількість атмосферних опадів випадає періодами протягом декількох днів підряд. Таких періодів, коли випадає 10мм і більше опадів небагато, зсього від 13 до 19 на рік. Результати аналізу показують, що тільки 25-35% днів на рік з опадами, здатними змочити поверхню рудних штабелів і попередити процес пилівиносу.

Дано характеристику забруднення атмосфери на відкритих рудних складах. Забруднення повітря на територіях складів перевищує гранично допустимі норми і складає 3,8-40,8 мг/м³. Крім цього, на відстані 200-300 м від складів, де знаходяться житлові райони, забруднення повітря перевищує гранично-допустиму концентрацію пилу.

Аеродинаміка території відкритих складів являється складною. Головним фактором формування повітряних потоків є висота і форма штабеля, розміри надштабельного простору. Проведені заміри дозволили встановити, що швидкість повітряного потоку максимальна на вершині штабеля в підестакадній щілині, в 3-3,5 рази перевищує швидкість вітру біля підніжжя штабеля. При швидкості вітру біля підніжжя штабеля 1,0-3,0 м/с швидкість вітру над штабелем в щілині збільшувалась від 1,8 м/с при висоті щілини 12 м до 3,4 м/с при висоті щілини 1,5 м. При малих швидкостях вітру в надштабельній щілині посилюється вітровий потік і виносяться пилові фракції матеріалу, що складається.

При вивченні фізико-механічних властивостей руди, що складається, було встановлено, що матеріал, який складається, містить від 10,64 до 24,4 % пилових частинок, які здатні перейти в завислий стан. Руда в своєму складі вміщує від 6,99 до 18,1 % вільного двоокису кремнію, частинки якого здатні переміщатися вітром внаслідок меншої питомої ваги. Вологість руди, що складається, коливається в межах від 2,99 до 7,32 % для різних періодів року і шахт. Встановлено, що вологість поверхневого шару нижче ніж в штабелі на 0,7 - 2,5 %, а в окремі періоди року руда поверхневого шару практично суха. Із зменшенням вологості зростає кількість пилу, що виділяється з поверхні руди.

При дії повітряних потоків на частинку пилу діє сила аутогеозії $F_{ау}$, маса частинки P , лобовий тиск $F_{л}$ і підймальна

сила F_{nig} . Якщо підймальна сила перевищує сумарне зниження решти сил, частинка переходить в завислий стан. В діапазоні чисел Рейнольдса $10^{-4} < R < 1$, що має місце в приграничному шарі, критична швидкість відриву частинки визначається формулою

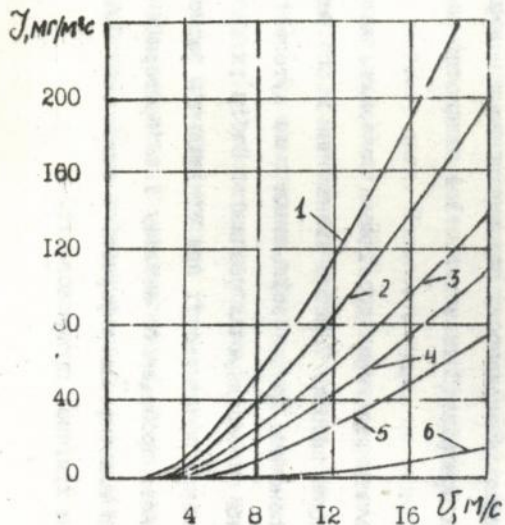
$$v_k = \frac{F_{ay} \cdot \eta}{3\pi \cdot d \cdot \mu} \quad (I)$$

де η - коефіцієнт тертя. d - діаметр частинки, м,
 μ - вязкість повітря кг/м с.

Враховуючи складність визначення сил аутогезії, величину критичної швидкості визначили експериментально на аеродинамічній моделі в лабораторних умовах. Одержані експериментально дані були оброблені на ЕЕМ за програмов КРРА -2. В результаті кореляційно-регресійного аналізу одержано ряд залежностей, що дозволяють визначити інтенсивність здування з поверхні руди даної вологості в залежності від швидкості повітряного потоку. Використовуючи одержані залежності, побудовано графіки інтенсивності видування пилу з поверхні руди залежно від швидкості повітряного потоку (рис.1). Використовуючи одержані дані побудовано номограму для визначення інтенсивності пиловиділення з поверхні руди, що складається при різних її вологості і швидкості повітряного потоку (рис.2).

Результати виконаних досліджень показали, що інтенсивність видування дуже висока. З метою зменшення цього негативного фактору запропоновано штучне збільшення сили аутогезії за рахунок застосування пилов'язувачих розчинів. Експеримент їх зроблено на основі максимальної ефективності при мінімальній вартості і шкідливості. На основі проведеного аналізу і лабораторних досліджень рекомендовано пластифікатор форміатно-спиртовий ПФС, що являється відходом хімічної промисловості.

Залежність інтенсивності видування
пилу від швидкості потоку повітря



1 - Суха; 2 - $\phi = 1,0-2,0\%$; 3 - $\phi = 2,0-3,0\%$;
4 - $\phi = 3,0-4,0\%$; 5 - $\phi = 4,0-5,0\%$; 6 - $\phi = 5,0-6,0\%$

Рис. 1

Номограма визначення інтенсивності видування
пилу при різній вологості руди і швидкості вітру

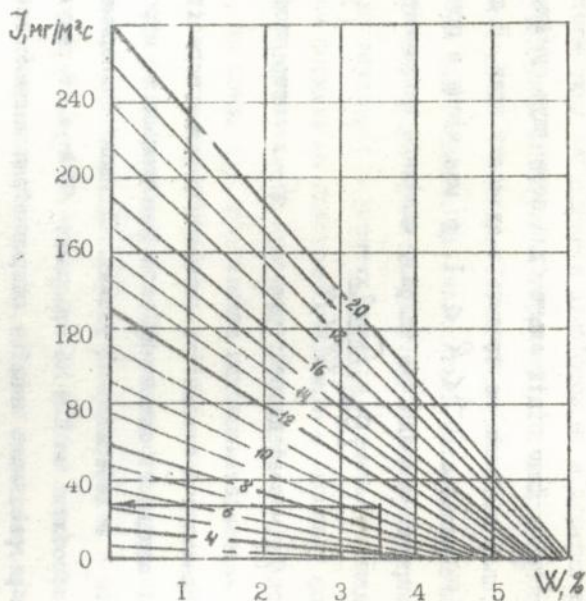


Рис. 2

Вивчення фізико-хімічних параметрів ПФС дозволило встановити когезійний зв'язок пилових частинок поверхневого шару рудних штабелів за рахунок його зв'язуючих властивостей. Коагуляція проходить шляхом "злипання" частинок скріплення їх вуглеводневим містком. В даному випадку в ролі таких містків виступають молекули поліспиртів і сахарів. Фрагмент утвореної просторової структури показано на (рис.3).

Фрагмент просторового структурного зв'язку молекули поліспирту і заліза

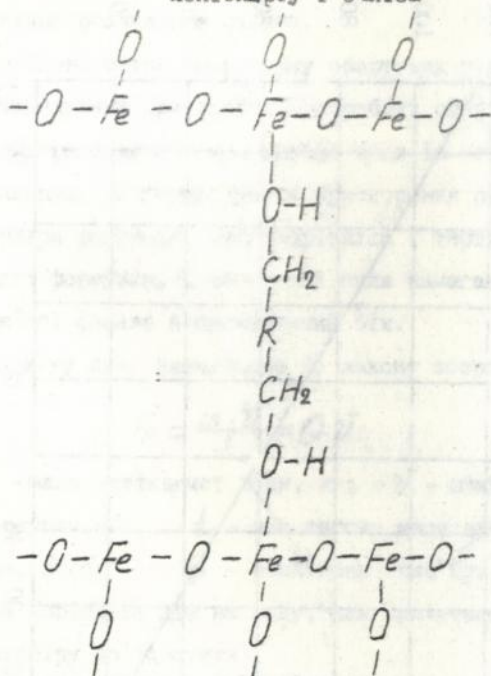
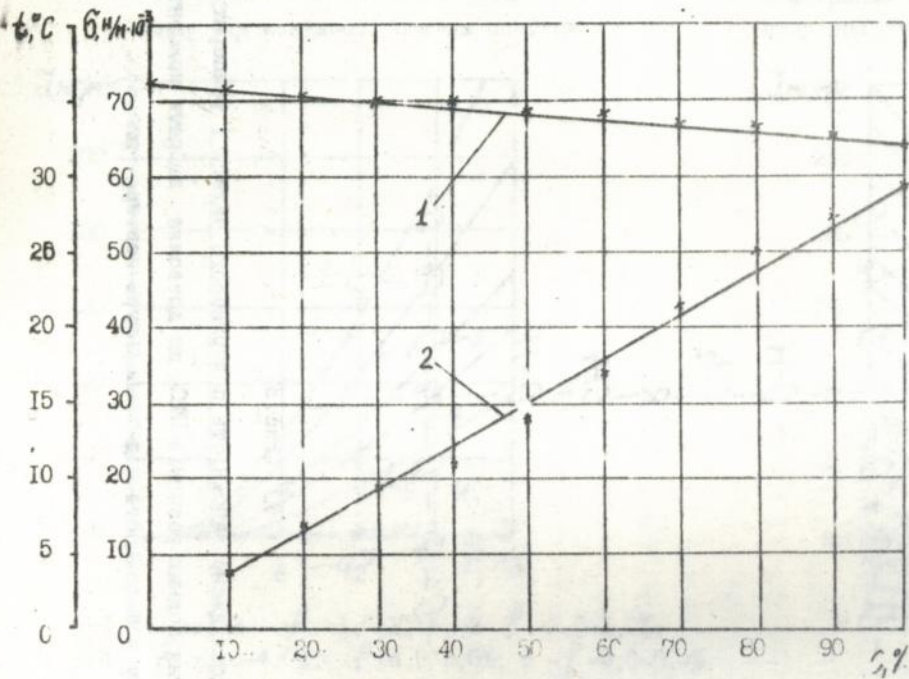


Рис.3

Досліджено залежність поверхневого натягу і температури замерзання водних розчинів ПФС, що дозволяє вибрати концентрацію розчину в залежності від температури повітря (рис.4) .

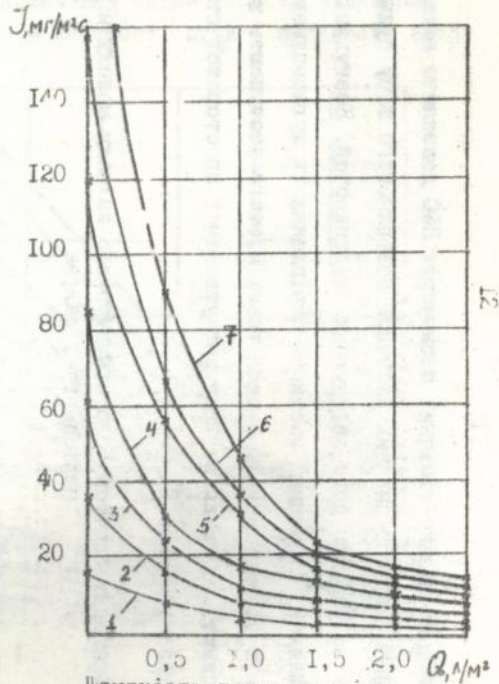
Залежність поверхневого натягу температури замерзання водних розчинів ПФС від його концентрації



1 - Зниження поверхневого натягу.
2 - Графік замерзання розчинів ПФС

Рис. 4

Залежність інтенсивності пиловиділення з закріпленої поверхні руди від витрат ПФС



Швидкість потоку повітря
1. $V=4$ м/с, 2. $V=6$ м/с, 3. $V=8$ м/с, 4. $V=10$ м/с
5. $V=12$ м/с, 6. $V=14$ м/с, 7. $V=16$ м/с

За технічними характеристиками температура замерзання ПФС -28°C .

Результати досліджень інтенсивності пилovidілення від питомих витрат ПФС показано на рис.5. Встановлено, що витрати 1.5-2,0 $\text{л}/\text{м}^2$ являються достатчими, і подальше збільшення витрат не приводить до суттєвого збільшення ефективності пилосв'язування.

Висока ефективність застосування пилосв'язуючих розчинів досягається за рахунок рівномірного нанесення їх на поверхню матеріалу, що складається. Аналіз засобів розпилення рідин, що існують, показав, що для умов рудних складів можливо як пневматичне, так і гідравлічне розпилення рідини.

Розроблено метод розрахунку обертових гідравлічних і пневматичних розпилюючих пристроїв. При роботі обертових форсунок на них діють сили: реактивна - при виході води із сопла, Кориоліса за рахунок надання тангенціальної прискорення рухомий воді і сила тертя шарніра форсунки. Сили Кориоліса і тертя в шарнірі сприяють нерухомоті форсунки, а реактивна сила намагається зрушити форсунку вздовж осі факела в протилежний бік.

Реактивну силу визначаємо із закону збереження імпульсу

$$F_p = \frac{m \cdot v}{t} = Q \cdot v \quad (2)$$

де m - маса витікаючої води, кг; v - швидкість води на виході із форсунки, м/с; t - час витіку маси води m , с; Q - витрати води, кг/с; F_p - реактивна сила при витіку води, Н.

Сила Кориоліса діє на воду, яка рухається по радіальній трубі від шарніру до форсунки

$$F_k = 8\pi^2 \cdot f^2 \cdot m \cdot R \quad (3)$$

де f - частота обертання форсунки, $1/\text{с}$; R - відстань від осі шарніру до сопла форсунки, м; m - маса води, кг.

З врахуванням того, що витрата води $Q = \frac{m}{t}$, а часто-

та $\frac{1}{t}$, можна записати

$$F_K = 8\pi^2 f Q \cdot R \quad (4)$$

Опір повітря труби, яка повертається, складається із опору самої труби та форсунки

$$F_B = F_{\text{Ф}} + F_{\text{Тр}} \quad (5)$$

Сила опору форсунки:

$$F_{\text{Ф}} = 2\pi^2 f^2 C_{\text{Ф}} S_{\text{mid}} \cdot R^2 \quad (6)$$

де $C_{\text{Ф}}$ - коефіцієнт лобового опору форсунки, який визначається експериментально; S_{mid} - міделевий перетин форсунки в напрямі руху, м^2 .

Сила лобового опору труби, яка повертається, змінюється від нуля в центрі до максимальної на периферії і її можливо визначити як інтегральну величину

$$dF_{\text{Тр}} = C_{\text{Тр}} K_R \rho \cdot b \cdot \frac{v^2}{2} \cdot dR \quad (7)$$

де $C_{\text{Тр}}$ - коефіцієнт лобового опору труби; ρ - густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$; b - діаметр труби, м ; K_R - коефіцієнт, який враховує турбулентність потоку.

З врахуванням лінійної швидкості руху форсунки $v = 2\pi f R$, визначимо

$$dF_{\text{Тр}} = 2C_{\text{Тр}} K_R \rho \cdot b \cdot \pi^2 f^2 R^2 \cdot dR \quad (8)$$

Тоді сила опору дорівнюватиме

$$F_{\text{Тр}} = \frac{2}{3} \pi^2 f^2 C_{\text{Тр}} K_R \rho \cdot b \cdot R^3 \quad (9)$$

Так як швидкість обертання форсунок велика, то режим обтікання її повітрям - турбулентний, тому коефіцієнт K_R можливо невраховувати.

Загальна сила опору повітря

$$F_B = 2\pi^2 f^2 R^2 (C_{\text{Ф}} S_{\text{mid}} + \frac{1}{3} C_{\text{Тр}} b \cdot R) \quad (10)$$

Баланс вище перерахованих сил буде рівний

$$F_p - F_k - F_b - F_{bp} = 0 \quad (II)$$

Підставивши в формулу II значення знайдених складових визначимо частоту обертання форсунок

$$f = \frac{-4\pi a \pm \sqrt{16\pi^2 a^2 + 2aV(C_{\phi} S_{mid} + \frac{1}{3}C_{\Gamma} \cdot b \cdot R) - 2F_{bp}(C_{\phi} \cdot S_{mid} + \frac{1}{3}C_{\Gamma} \cdot b \cdot R)}}{2\pi R(C_{\phi} S_{mid} + \frac{1}{3}C_{\Gamma} \cdot b \cdot R)} \quad (I2)$$

При обертанні форсунок і труб з водою в них з'являється додатковий тиск за рахунок відцентрової сили. Елемент маси, який знаходиться на відстані R від центру $dm = S \cdot p \cdot dR \cdot \rho b$, діє відцентрова сила

$$dF = a dm \quad (I3)$$

де a - відцентрове прискорення, m/c^2

$$a = 2\pi^2 f^2 R$$

Тоді
$$dF = 4\pi^2 f^2 S \cdot p \cdot R \cdot dR \quad (I4)$$

або
$$F = 2\pi^2 f^2 S \cdot p \cdot R^2 \quad (I5)$$

Додатковий тиск в форсунці буде

$$\Delta p = 2\pi^2 f^2 \rho b \cdot R^2 \quad (I6)$$

Таким чином, із збільшенням частоти обертання або радіуса тиск росте по квадратичній залежності.

При виході капелі із обертаних форсунок на них діє сила інерції, радіальна і тангенціальна сили, а також гравітаційна і сила опору повітря. В площині обертання швидкість руху каплі після виходу із форсунки залежить від радіальної і тангенціальної складових.

Радіальна швидкість визначається із залежності

$$V = \mu \sqrt{\frac{2P}{\rho_{ж}}} \quad (I7)$$

де μ - коефіцієнт витрати сопла форсунки; P - тиск в фор-

сунці, Па; $\rho_{ж}$ - густина рідини, кг/м³.

Тангенціальна складова швидкості

$$v_T = 2\omega^2 r R \quad (18)$$

а повна швидкість каплі

$$v_0 = \sqrt{v_p^2 + v_T^2} = \sqrt{\frac{2\rho \cdot \omega^2}{\rho_{ж}} + 4\omega^2 r^2 R^2} \quad (19)$$

При умові, що $g = 9,81$ м/с², $\rho_{ж} = 1000$ кг/м³,
 $\rho_{л} = 1,2$ кг/м³, $\eta_{л} = 8800$ Па с, залежності матимуть вигляд
 відповідно: для ламінарного режиму $v = 0,06 d^2$ і турбулентного
 $v = 104 \sqrt{\frac{d}{\rho}}$

Траєкторія руху каплі після виходу із форсунки залежить від початкової швидкості v_0 і напрямку струменю осі форсунки в просторі без врахування тертя повітря

$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \quad (20)$$

$$y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad (21)$$

Сила опору повітря

$$F = \frac{\rho}{2} v^2 \cdot S \cdot \rho_{л} \quad (22)$$

звідкіля швидкість

$$v = \sqrt{\frac{2F}{\rho \cdot S \cdot \rho_{л}}}$$

тоді

$$x = \left(v_0 \cdot \cos \alpha - \sqrt{\frac{2F}{\rho \cdot S \cdot \rho_{л}}} \right) \cdot t \quad (23)$$

$$y = \left(v_0 \cdot \sin \alpha - \sqrt{\frac{2F}{\rho \cdot S \cdot \rho_{л}}} \right) \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad (24)$$

Після рішення найдегчих рівнянь одержимо

$$y = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha - \sqrt{\frac{2F}{\rho \cdot S \cdot \rho_{л}}}}{v_0 \cdot \cos \alpha - \sqrt{\frac{2F}{\rho \cdot S \cdot \rho_{л}}}} \cdot x - \frac{g x^2}{2 \left(v_0 \cdot \cos \alpha - \sqrt{\frac{2F}{\rho \cdot S \cdot \rho_{л}}} \right)^2} \quad (25)$$

Розроблені конструкції обертових і поворотних гідравлічних і пневмогідравлічних пристроїв, на які одержано позитивні рішення державного комітету по винахідництву. Пристрої можуть працювати в ручному і автоматичному режимах за рахунок реактивної сили витікаючого струменя. Регулювання частоти обертання пристроїв проводиться за рахунок діаметра регулюючого струменя і кута установки форсунки.

Розроблені зрошувальні пристрої випробувані в промислових умовах шахт Кривбасу. Промислові випробування показали, що гідравлічні пристрої при тиску води 3,5-5 кПа, діаметрі вихідного сопла 3-5 мм мають наступні технологічні параметри: витрати води 15-20 л/хв, далекобійність факела 4,5-6 м, середня дисперсність краплинок знаходиться в межах $0,15 \pm 0,5$ мм. При випробуванні пневмогідравлічних пристроїв одержано наступні результати: тиск рідини 40-50 кПа, тиск повітря 3,0-6,0 кПа, витрата рідини складає 45-60 л/хв, витрата повітря 5,0-10,3 м³/хв, далекобійність зрошувального факела 15-20 м, середній діаметр краплинок від 0,15-1,35 мм.

Частоту обертання форсунки можна регулювати за допомогою зміни кута установки форсунки і діаметра сопла. Оптимальний кут установки форсунки відносно підвідних патрубків $20-25^\circ$, а діаметр вихідного отвору форсунки, що регулюється $d_{рег} = (0,5-0,8)d_{фак}$. Виходячи з технічних характеристик розроблених пристроїв розпилення рідини було розроблено схему розташування їх на галереї складу відкритого типу. В залежності від умов і конструкцій складів розроблено три варіанти зрошувальних пристроїв на естакаді відкритого складу: стаціонарне розміщення форсунок із застосуванням поворотних форсунок і комбінована схема. Практика експлуатації запропонованих варіантів розміщення форсунок на відкритих

складах показала, що найбільш ефективно працюють форсунки по другому і третьому варіантах. Кількість установлених зрошувальних пристроїв за цими варіантами в 2-3 рази менша, а обслуговування значно простіше.

Розроблено також систему зрошення і закріплення штабелів пилов'язуючими розчинами. Основними конструктивними елементами системи являються місткість для приймання, приготування і збереження пилов'язуючих розчинів, пристрій для нанесення розчину, трубопроводи для подачі рідини і зрошувальні пристрої.

Розроблено алгоритм розрахунку оптимальних режимів змочування поверхні рудних штабелів залежно від погодно-кліматичних умов і вологості матеріалу, що складається. Це дає можливість визначити об'єм рідини для зрошення штабелів руди, враховуючи вологість матеріалу, крупність і погодно-кліматичні умови.

Експлуатація системи пилоподавлення показала високу ефективність роботи: запиленість на зовнішній межі санітарних зон не перевищує гранично-допустиму норму (табл. I).

Таблиця I
Параметри і ефективність системи пилоподавлення

Найменування шахт	Параметри				Площа об'єкти, м ²	Запиленість повітря на зовнішній межі санітарної зони, мг/м ³	Ефективність пилоподавлення, %
	Витрати рідини л/хв	Витрати повітря м ³ /хв	Число форсунок між опорами	Площа об'єкти, м ²			
Саксагань	35-40	4,0-10	стац. I2	13200	1,78	0,49	72,0
ім.Орджонікідзе	25-35	3,0-8,0	пов. 2 т. 8	5500	2,9	0,48	83,0
ім.Леніна	30-35	5,0-8,0	ст. I8	15000	1,8	0,45	75,0
Гзардійська	35-38	4,0-7,0	пов. 2 ст. 6	14500	1,47	0,39	73,5
			обер. 2				

Економічний ефект впровадження системи пилоподавлення на відкритих рудних складах передбачається одержати за рахунок зниження пилових викидів на 70-75%. Розрахунок зниження економічних втрат за рахунок природоохоронних заходів проведено в відповідності з "Временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды" № 254/284/134.

Зниження річних економічних втрат визначається за формулою:

$$R = (Y_n + \Delta D + \Delta П) - (\Delta C + E_n \cdot K_g) \quad (26)$$

де R - чистий економічний ефект в крб.; Y_n - попереджені економічні втрати, одержані внаслідок зниження викидів шкідливих сполук в атмосферу, в крб.; ΔD - народногосподарський ефект, додатковий прибуток від використання реалізації продуктів, одержаних в результаті утилізації відходів або економії первісної сировини, в крб.; $\Delta П$ - господарський ефект підприємства, виражений у вигляді прибутку зниження собівартості випускаючої продукції, в крб.; ΔC - додаткові експлуатаційні витрати на утримування і обслуговування природоохоронних об'єктів, обусловлених здійсненням даного заходу, в крб.; K_g - додаткові капіталовкладення в будівництво цих об'єктів, в крб.; E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень природоохоронного призначення $E_n = 0,15$.

Розрахунок проведено в цінах, діючих на Україні до 1.06.93 року. Розрахунок зниження екологічних втрат за рахунок застосування пристроїв пилоподавлення на відкритих складах шахти "Гвардійська" дорівнює 7,3 млн.крб на рік.

В И С Н О В К И

На основі результатів виконаних досліджень дано нове рішення актуальної науково-технічної задачі по зниженню інтенсивності пиловиділення за рахунок використання пиловз'язуючих засобів.

1. На основі промислових замірів забрудненості повітря встановлено, що відкриті рудні склади являються джерелом постійного пиловиділення. Фактична забрудненість при збереженні гірничої маси на зовнішній межі санітарних зон перевищує гранично допустиму норму в 10 і більше разів.

2. Встановлено вплив фізико-механічних властивостей складованої руди і погодно-кліматичних умов на інтенсивність пиловиділення.

3. Досліджено аеродинаміку повітряних потоків відкритих складів: на окремих ділянках поверхні штабеля, швидкість повітряного потоку в 3,0-3,5 рази перевищує швидкість вітру у підніжжя.

4. Досліджено інтенсивність здування пилу з поверхні руди в залежності від її вологості і швидкості повітряного потоку. Встановлено критичну швидкість здування пилу.

5. Досліджено властивості пиловз'язуючого розчину-пластифікатора форміатно-спиртового, який являється відходом хімічної промисловості. Завдяки його найбільшій ефективності, мінімальних вартості і шкідливості, запропоновано, як пиловз'язуючий розчин.

6. Досліджено ефективність застосування розчину ПФС в залежності від його концентрації і витрат. Рекомендовано економічно-вигідну концентрацію водних розчинів ПФС залежно від температури повітря.

Встановлено когезійний зв'язок пилових частинок поверх-

невого шару рудних штабелів за рахунок зв'язаних властивостей пластифікатора форміатно-спиртового.

7. Розроблено метод розрахунку обертових розпилувачів, що дозволило розрахувати основні їх параметри і висоту установки.

8. Розроблено конструкції розпилюючих пристроїв рідини, призначених для пилоподавлення і зрошення штабелів, на які одержано позитивні рішення державного комітету винахідників і раціоналізаторів.

9. Розроблено систему пилоподавлення для відкритих рудних складів. В результаті її застосування досягається зниження забруднення на зовнішній межі санітарних зон до гранично допустимої норми.

10. Економічний ефект за рахунок зниження екологічних втрат в умовах шахти "Гвардійська" сягає 7,3 млн.крб.

Основні положення дисертації опубліковані в роботах:

1. А.С. № 1796556 СССР, МКИ В65 С11/00. Спуск для сыпучих материалов / А.Е.Лапшин, Г.Д.Слюсаренко, А.К.Гацкий. - Публ. в Б.И. 1993 №7.

2. А.С. № 1796649 СССР, МКИ С 09 К 3/22. Средство для покрытия сыпучих материалов от пыления / А.Е.Лапшин, В.Г.Слюсаренко, В.А.Берестнев, Ф.И.Караманец, А.К.Гацкий. - Публ. в Б.И. 1993 №7.

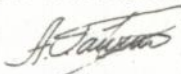
3. Исследование условий пылеобразования и средств закрепления поверхности штабелей руды на открытых складах / А.К.Гацкий. : Криворож. горно-рудн. ин-т, -Кривой Рог, 1992. - 16с. - Деп. в УкрИНТЭИ, 07.05.92. № 586.

4. Определение оптимальных соотношений компонентов пылесвязывающих растворов / А.К.Гацкий: Криворож. горно-руд. ин-т. -Кривой Рог, 1992 - 10с. - Деп. в Укр ИНТЭИ. 08.06.92. № 846.

108035

5. Лапшин А.Е., Гацкий А.К. Обеспыливание технологических процессов на открытых рудных складах // Комплексное и рациональное освоение железорудных месторождений и охрана природы. Тезисы докладов IV областной научно-практической конференции молодых ученых. - Губкин. НИКМА.1990. - с.55-56.
6. Лапшин А.Е., Слюсаренко В.Г., Гацкий А.К. Улучшение экологической обстановки на территориях шахт Кривбасса. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции// "Совершенствование технологии горного производства для снижения негативного воздействия на окружающую природную среду."-Кривой Рог, НИГРИ.1991.
7. Лапшин А.Е., Слюсаренко В.Г., Гацкий А.К. Пути решения эколого-технологических задач при длительном хранении железных руд на открытых площадках. Тезисы докладов межреспубликанской научно-практической конференции.//Пути решения эколого-технологических задач на горных предприятиях. Ташкент. 1991.-с.77-78.
8. Лапшин А.Е., Слюсаренко В.Г., Гацкий А.К. Проблемы урбоекотоліі на території промислового Кривбасу//Проблеми урбоекотоліі і фіто-меліорації. Тези доповідей науково-практичної конференції.- Львів 1991 -с.19.
9. Лапшин А.Е., Гацкий А.К. Защита пылящих поверхностей рудных складов от действия ветровых потоков. Тезисы докладов научно-технического семинара //Совершенствование комплексной открыто-подземной разработки рудных месторождений.-Кривой Рог.1990-с.96-97.
10. Лапшин А.Е., Слюсаренко В.Г., Гацкий А.К. Снижение загрязнения атмосферы пылью при складировании и хранении горной массы на открытых складах. Тезисы докладов.// Проблемы геотехнологии и инженерной экологии. -Киев. 1992.-с.10-11.

Аспирант



А.К.Гацкий

РПІ КГРІ м.Кривий Ріг, вул.ХІІ партз'їзду, ІІ

Зак.№ 84

Об'єм І д.л.

тираж 100екз.Підписано до-друку 15 листоп.1993р.