

УДК 507.7:656.2

**Воробйов Є.О., к.т.н., Ніколенко М.О., к.т.н., Чекальов Д.О., Сухар К.О.**

**АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка**

## **МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАПИЛЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВУГІЛЬНИМ ПИЛОМ**

*Проведено аналіз забруднення повітря вугільним пилом і його впливу на організм людини. Розглянуто методи застосування лінгосульфонатів для нанесення плівки на поверхню вугілля і технічне рішення цього питання. Використання цих методів значно зменшує забруднення навколишнього середовища вугільним пилом.*

### ***Введення***

Однією з важливих проблем охорони навколишнього середовища є попередження забруднення промисловим пилом. Тому необхідно збалансувати розвиток нових технологічних процесів з розробкою технології запобігання запылення навколишнього середовища вугільним пилом.

Великі витрати на захист навколишнього середовища та втрати вугілля в процесі його складування і транспортування потребують розробки і впровадження нових економічних та ефективних технологій по запобіганню запылення повітря.

Негативний вплив вугільного пилу на навколишнє середовище характерний для вугільних регіонів і особливо для Центрального району Донбасу, де зосереджена велика кількість шахт.

### ***Постановка проблеми***

Викиди вугільного пилу під час складування і транспортування вугілля негативно впливають на стан довкілля та здоров'я людей, тому зменшення усіх викидів є актуальною проблемою в сучасних умовах.

З кожним роком у зв'язку з великими глибинами шахт видобуток вугілля зменшується, що сприяє підвищенню його ціни. Проблема зменшення втрат піднятого на поверхню вугілля є важливою для вугільних підприємств.

### ***Мета статті***

Метою статті є розгляд впливу вугільного пилу на навколишнє середовище, аналіз існуючого стану і розробка рекомендацій по зменшенню викидів пилу для їх застосування у промислових цілях.

### ***Аналіз досліджень***

Складування вугілля на поверхні й транспортування його від шахт і збагачувальних фабрик до споживачів здійснюється залізничним транспортом. Для цього використовуються вагони вантажопідйомністю 63 т, з допуском перенавантаження 1,5-3,5 т. За такого завантаження вугілля повністю заповнює об'єм вагона, а також утворюється «шапка» висотою до 700 мм з кутами укосів до 30 градусів.

Під час формування потягів з вугіллям частина його висипається (до 0,1 % з вагона), забруднюючи міжрейкове полотно і навколишнє середовище пилом. Регулярно виконується очищення залізничного полотна від вугілля, внаслідок чого утворюються вздовж полотна його відвали. Так, на станції Дебальцеве за рік накопичується біля 900 тис. т вугілля, яке неможливо використовувати, оскільки воно змішане з піском та щебенем.

В процесі очищення полотна робітники попадають під дію пилу, який вміщує до 8 % двоокису кремнію. Концентрація пилу в повітрі досягає  $120 \text{ мг/м}^3$ , що призводить до ураження органів дихання людей. Крім того, зафіксовано випадки проникнення пилу в пасажирські вагони, концентрація якого досягає  $4 \text{ мг/м}^3$  (ГДК =  $0,5 \text{ мг/м}^3$ ).

Для практичних розрахунків втрат вугілля класу 0-13 мм під час транспортування, з причин видування, може бути використана формула [1].

$$a = pVst \left( \frac{pV^2}{1.084 \gamma d} + 1.7 \cdot 10^2 \frac{j}{g} - 0.327 \cdot \omega - 0.335 \right) \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

де  $a$  — втрати вугілля під час транспортування через видування, кг;

$V$  — швидкість повітря над поверхнею вантажу, м/с;

$p$  — густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  — питома вага частинок вантажу, кН/м<sup>3</sup>;

$s$  — площа поверхні вантажу, м<sup>2</sup>;

$\omega$  — вологість вантажу, %;

$t$  — час руху зі сталою швидкістю, год;

$j$  — прискорення вертикальних коливань, м/сек<sup>2</sup>;

$d$  — діаметр частинок вугілля, м;

$g$  — прискорення вільного падіння, м/сек<sup>2</sup>.

Швидкість повітря залежить від швидкості потягу й визначається із виразу:

$$V = 0.17 \cdot V_n, \quad (2)$$

де  $V_n$  — швидкість потягу, м/сек.

Вертикальне прискорення визначається за формулою:

$$\frac{j}{g} = (5.95 - 0.443 \cdot V_n) \cdot 10^{-3} \cdot V_n. \quad (3)$$

На основі експериментальних даних усереднених результатів досліджень було встановлено, що втрати вугілля за рахунок вивітрювання під час транспортування залежать від середньої швидкості потягу і швидкості повітря, а також від дальності транспортування. За середньої швидкості повітря  $50 \text{ км/год}$  середні втрати вугілля для відповідної відстані складають:

- до  $50 \text{ км}$  —  $0,4 \%$  на вагон;
- до  $500 \text{ км}$  —  $0,9 \%$  на вагон;
- до  $1000 \text{ км}$  —  $1 \%$  на вагон.

Мінвуглепромом СРСР наприкінці 1975 р. встановлено норми втрати на один вагон —  $0,5 \text{ т}$  при дальності транспортування до  $50 \text{ км}$  і  $1 \text{ т}$  при дальності транспортування більше  $500 \text{ км}$ . Вказані норми діють в країнах СНД і в сучасних умовах.

За даними спостережень вугілля втрачається найбільш інтенсивно на перших  $10$  —  $30 \text{ км}$ , найімовірніше внаслідок видування дрібних фракцій.

Враховуючи те, що видобуток вугілля шахтами за рік становить близько  $2 \text{ млн т}$ , то під час його перевезення від шахт до центральних збагачувальних фабрик (ЦЗФ) та теплових електростанцій (ТЕС) втрати вугілля відповідно до норм становлять:

$$B = \frac{Q}{q} \cdot N, \quad (4)$$

де  $Q$  — видобуток вугілля,  $2 \text{ млн т}$ ;  $q$  — вантажопідйомність вагона,  $58 \text{ т}$ ;

$N$  — норма втрати вугілля на вагон під час транспортування,  $0,5 \text{ т}$ .

$$B_1 = \frac{2 \cdot 10^6}{58} \cdot 0,5 = 17,2 \text{ тис.т.}$$

Під час формування потягів на залізничних станціях:

$$B_2 = \frac{2 \cdot 10^6}{58} \cdot 0,058 = 2 \text{ тис.т.},$$

де 0,058 т (0,1 %) — втрати вугілля під час формування потягів на залізничних станціях. Під час перевезення промпродукту від ЦЗФ до користувача:

$$B_3 = \frac{1 \cdot 10^6}{58} \cdot 0,5 = 8,62 \text{ тис.т.},$$

тут  $Q$  — кількість промпродукту за рік, 1 млн т.

Таким чином загальні втрати складають:

$$B = B_1 + B_2 + B_3;$$

$$B = 17,2 + 2 + 8,62 = 27,82 \text{ тис. т/рік.}$$

### **Основний матеріал**

В статті розглядається забруднення навколишнього середовища вугільним пилом, під час його складування на поверхні (рис. 1), а також під час транспортування вагонами залізничного транспорту. Під час транспортування вагонів утворюється шлейф навколо них з різних частинок вугільного пилу, як показано на рис. 2.

У зв'язку з цим, для забезпечення зменшення забруднення вугільним пилом навколишнього середовища, був виконаний аналіз існуючих розчинів для нанесення плівки на поверхню вугілля. Для цього використовувались смоли М-2 та М-3. Однак вони не могли надати достатнього ефекту, а також були небезпечні для організму людини. Найбільше для цього підійшли лігносульфонати, які у великій кількості накопичуються у паперовій промисловості.

На основі виконаних досліджень (4), зменшення втрат вугілля досягається за рахунок утворення на його поверхні захисного шару. Найбільш економічною і ефективною речовиною є 40 % концентрат сульфітно-дріжджової бражки (відходів целюлозно-паперової промисловості) марок КБЖ або КВТ з 10 % розчином вапна.

Сульфідно-дріжджева бражка складається в основному із лігносульфонатів (ЛС). Останні являють собою солі лігносульфонатних кислот, отриманих під час виробництва сульфідної целюлози. ЛС представляють полідисперсну колоїдну систему з широким діапазоном молекулярної маси (2000-100000), ЛС розчиняються у воді, мають ліофільний характер і є поліелектролітами. Розчини ЛС натрію, амонію, кальцію, магнію, сконцентровані випаровуванням у вакуумі, широко застосовуються як диспергатори, клеї. Значну кількість ЛС спалюють. Близько двох млн. тонн ЛС не знаходять свого використання, викидаються в навколишнє середовище, тим самим забруднюючи його.



Рис. 1. Складування вугілля на поверхні



Рис. 2. Шлейф вугільного пилу під час транспортування вугілля

Водні розчини ЛС мають поверхнево-активні властивості. Для високомолекулярних фракцій ЛС характерні найбільш сильні абсорбційні властивості. В'язкість розчинів ЛС залежить від їх концентрації та температури.

Водні розчини ЛС можуть чинити пластифікуючий вплив на вугілля по структурному механізму пластифікації, чому сприяє підвищена в'язкість розчинів в макрооб'ємі, а також

можливість адсорбції з появою фазових шарів. Двохстадійна фізико-хімічна обробка (ФХО) з використанням вапнякової суспензії збільшує в'язкість суміші.

Таким чином, на основі виконаного аналізу і експериментальних даних для зменшення забруднення навколишнього середовища вугільним пилом прийнято рішення про застосування водних розчинів ЛС. Для цього склади вугілля на шахтах зрошуються за допомогою форсунок розчином ЛС.

Обробка розчином ЛС для зменшення видування вугілля з залізничних вагонів повинна проводитись методом форсуночного чи струменевого розпилення після завантаження і ущільнення поверхні концентрату катком. Технологію нанесення захисного покриття на залізничні вагони показано на рис. 3.

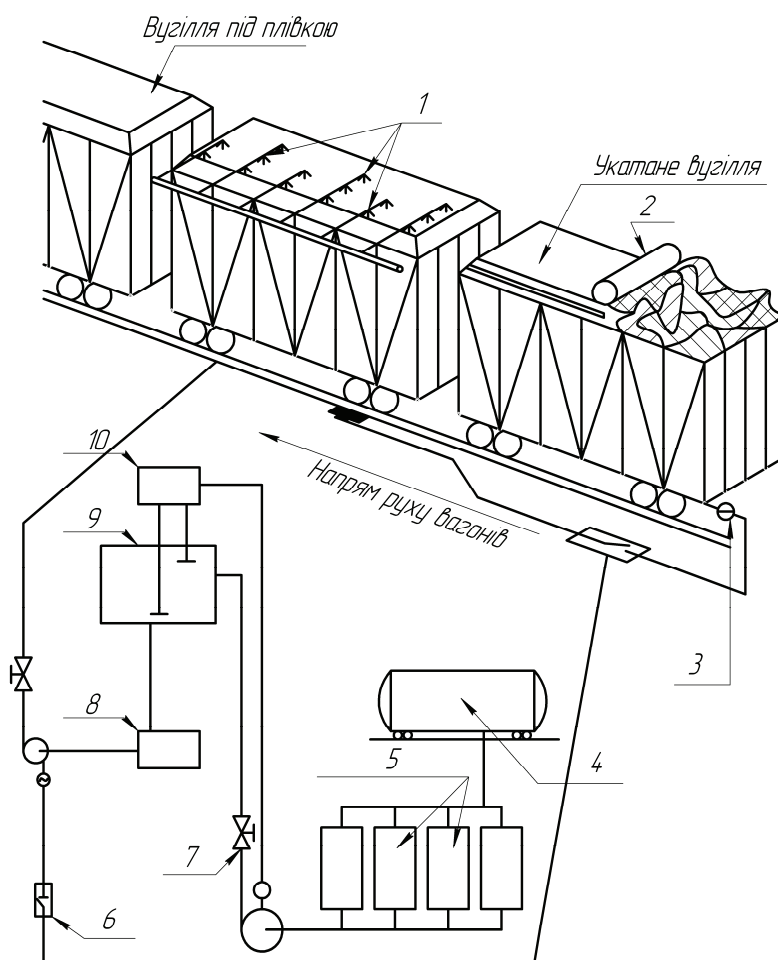


Рис. 3. Схема нанесення захисного покриття

1 — форсунки; 2 — каток; 3 — лебідка; 4 — цистерна; 5 — склад реагентів,  $V = 300 \text{ м}^3$ ; 6 — реле часу; 7 — вентиль; 8 — ємність,  $V = 1\text{--}4 \text{ м}^3$ ; 9 — ємність,  $V = 30 \text{ м}^3$ ; 10 — УКО

З цистерн розчин ЛС зливається у сховище (об'ємом  $200\text{--}300 \text{ м}^3$ ) із наступним перекачуванням насосом у проміжну ємність (об'ємом  $30\text{--}50 \text{ м}^3$ ), із якої заповнюється ємність для нанесення захисного покриття з витратою  $2\text{--}4 \text{ м}^3$ . Рівень розчину ЛС в цій ємності повинен підтримуватися автоматично.

Під час підходу вагона, завантаженого вугіллям, зваженого та ущільненого катком-ущільнювачем, до розбризкуючого приладу, передня пара коліс торкається реле УКО чи кінцевого вимикача і зупиняється строго під форсунками. Одночасно реле часу вмикає і через  $30 \text{ сек.}$  вимикає насос, який подає  $2\text{--}4 \text{ м}^3$  розчину із ємності на форсунки. Форсунки повинні бути у кількості  $20\text{--}30 \text{ шт.}$  Капсули, які утворюються розчином при витіканні з форсунок, перекриваються і повністю покривають поверхню вугілля, бокові та торцеві сторони «шапки»

включно. Для попередження розбризкування розчину по сторонам на планках вздовж бокових стінок вагона встановлюються відбійники з транспортерної стрічки чи іншого матеріалу.

Для попередження переливання розчину за борти вагона завантаження вугілля здійснюється таким чином, щоб основа «шапки» була нижче рівня бортів вагона на 50-60 мм, і додатково на катку встановлюються вздовж бортів вагона реборди для утворення борозен у вугіллі, в які може зливатись розчин з ущільненої поверхні вугілля.

Запобігання увімкненню насоса для подачі розчину на форсунки у випадку натиску другої пари коліс оброблюваного вагона на кінцевий вимикач під час протягу вагонів здійснюється за допомогою реле.

Результати виробничих випробувань розчинів ЛС на шахті ім. Дзержинського ДП «Дзержинськвугілля» свідчать про утворення твердої захисної плівки на поверхні вугілля після ущільнення, яка повністю запобігає видуванню вугілля під час складування та транспортування.

### **Висновки**

1. Виконано розрахунки втрат видобутого вугілля шахтами ЦРД за існуючою технологією транспортування, які становлять 27,8 тис. т на рік.

2. В процесі видування вугілля на складах та із вагонів утворюється пил, концентрація якого в повітрі значно перевищує ГДК, що негативно впливає на здоров'я людей та стан навколишнього середовища.

3. Використання екологічно чистої технології із застосуванням ущільнення вугілля та покриття його поверхні захисною плівкою (розчином ЛС) практично повністю забезпечує збереження вугілля під час транспортування та покращення екологічних параметрів навколишнього середовища.

### **Список літератури**

1. Маков В.П. Выдувание угля и рудных концентратов при железнодорожных перевозках / В.П. Маков и др. // Труды ИЖТ. — Новосибирск, 1970. — №114
2. Кладчихин В. Шлейф над вагоном / В. Кладчихин. — 1982. — № 145.
3. Воробйов Є.О. Запобігання забруднення повітря пилом під час транспортування вугілля / Є.О. Воробйов, М.О. Ніколенко, І.О. Худякова // Вісті АДІ ДВНЗ «ДонНТУ». — Горлівка, 2005. — №1. — С. 34-38.
4. Воробйов Є.О. Захист навколишнього середовища від запилення повітря вугіллям / Є.О. Воробйов, М.О. Ніколенко, Н.В. Блецько // Збірка наукових праць ЛНАУ. — Луганськ, 2007. — № 70 (93). — С. 55-60.

Стаття надійшла до редакції 19.02.10

© Воробйов Є.О., Ніколенко М.О., Чекальов Д.О., Сухар К.О., 2010