

## ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ ПРИ ЙОГО ТРАНСПОРТУВАННІ

*к.т.н., проф. Є.О. Воробйов, Т.І. Некрасова, К.О. Сухар  
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Горлівка, Україна*

Однією з найважливіших проблем при охороні навколишнього середовища є захист його від забруднення промисловим пилом. Тому необхідно збалансувати розвиток нових технологічних процесів з розробкою технології запобігання запилення навколишнього середовища вугільним пилом.

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.

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 значного зменшення запилення повітря.

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

Викиди вугільного пилу при складуванні і транспортуванні 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 ціни вугілля. Проблема зменшення втрат піднятого на поверхню вугілля є важливою для вугільних підприємств.

Складування вугілля на поверхні і 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. При такому завантаженні вугілля повністю заповнює об'єм вагону, а також утворюється «шапка» висотою до 700 мм з кутами укосів до 30 градусів.

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

$$a = p \cdot V \cdot s \cdot t \cdot \left( \frac{p \cdot V^2}{1,084 \cdot \gamma \cdot d} + 1,7 \cdot 10^2 \frac{j}{g} - 0,327 \cdot \omega - 0,355 \right) \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

де  $a$  – втрати вугілля під час транспортування через видування, кг;  
 $V$  – швидкість повітря над поверхнею вантажу м/с;

$\rho$  – 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 і визначається із виразу:

$$V = 0,17 \cdot V_i \quad (2)$$

де  $V_i$  – швидкість потягу, м/сек;  
 Вертикальне прискорення визначається за формулою:

$$\frac{j}{g} = (5,95 - 0,443 \cdot V_i) \cdot 10^{-3} \cdot V_i \quad (3)$$

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. При середній швидкості повітря 50 км/год середні втрати вугілля для відповідної відстані складають:

до 50 км – 0,4% на вагон  
 до 500 км – 0,9% на вагон  
 до 1000 км – 1% на вагон

За даними спостережень вугілля втрачається найбільш інтенсивно на перших 10 – 30 км, найімовірніше внаслідок видування дрібних фракцій.

Враховуючи те, що видобуток вугілля шахтами за рік становить близько 2 млн. т, то при його перевезенні від шахт до центральних збагачувальних фабрик (ЦЗФ) та теплових електростанцій (ТЕС) втрати вугілля відповідно до норм становлять:

$$B_1 = \frac{Q}{q} \cdot N \quad (4)$$

де  $Q$  – видобуток вугілля, 2 млн. т;  
 $q$  – вантажопідйомність вагона, 58 т;  
 $N$  – норма втрати вугілля на вагон під час транспортування, 0,5 т.

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

При формуванні 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.

При перевезенні промпродукту від ЦЗФ до користувача:

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

де  $a_1$  – кількість промпродукту за рік, 1 млн. т.

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

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

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

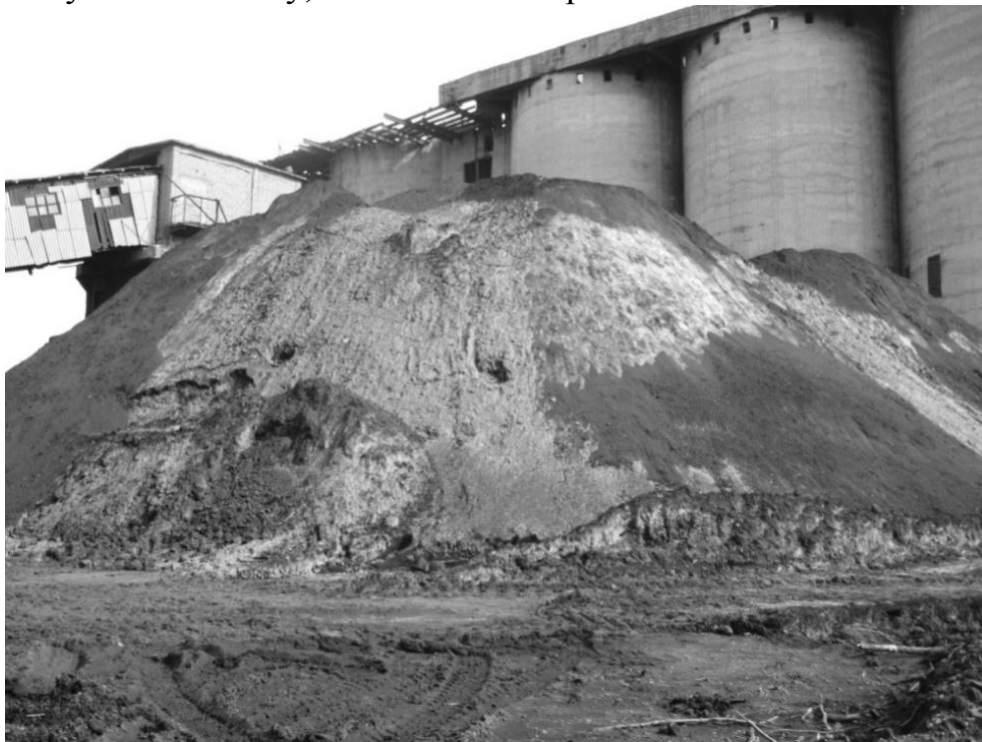


Рисунок 1 – Складування вугілля на поверхні

У зв'язку з цим, для забезпечення зменшення забруднення вугільним

пиллом навколишнього середовища, був виконаний аналіз існуючих розчинів для нанесення плівки на поверхню вугіллям. 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.



Рисунок 2 – Шлейф вугільного пилу під час транспортування вугілля

На основі виконаних досліджень, 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-дріжджова бражка складається в основному із лігносульфонатів (ЛС). Останні уявляють собою солі лігносульфонатних кислот, отриманих при виробництві 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. тон ЛС не знаходять свого використання, викидаються в навколишнє середовище, що викликає його забруднення.

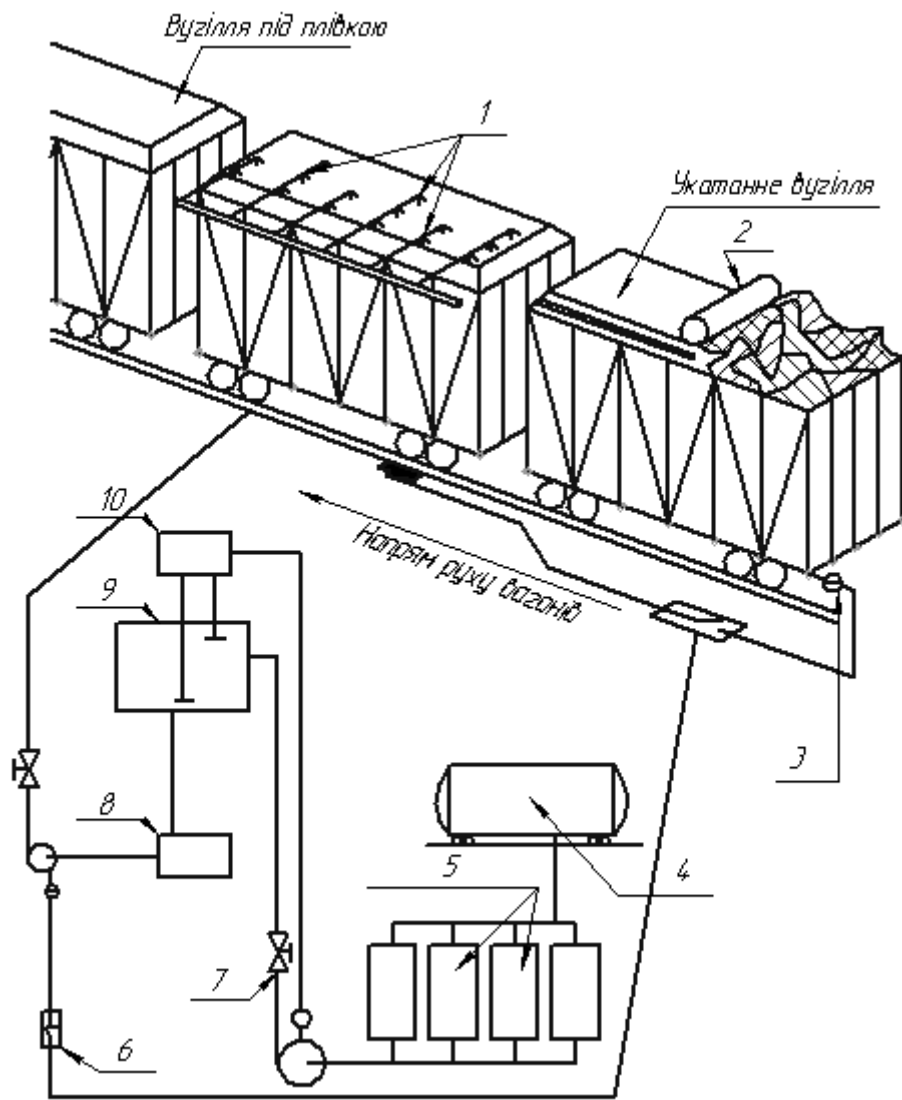


Рисунок 3 – Схема нанесення захисного покриття

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

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

Водні розчини ЛС можуть чинити пластифікуючу дію 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

пиллом прийнято рішення 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. Технологія нанесення захисного покриття на залізничні вагони показана на рис. 3.

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

При підході вагону, 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 включає і через 30 сек. виключає насос, який подає розчин із ємності 2-4 м<sup>3</sup> на форсунки. Форсунки повинні бути у кількості 20-30 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 вагону встановлюються відбійники з транспортної стрічки чи іншого матеріалу.

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. Виконані розрахунки втрат видобутого вугілля шахтами ЦРД при існуючій технології транспортування, які становлять 27,8 тис. т на рік.

2. В процесі видування вугілля на складах і 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 при транспортуванні та покращення екологічних параметрів навколишнього середовища.

## COAL DUST EFFECT ON THE ENVIRONMENT DURING TRANSPORTATION

In this paper coal dust effect on the environment is considered, state analysis is carried out and guidelines on the reduction of dust emission are developed for further industrial application. The reduction of dust emission as well as coal loss is reached by using 40% concentrate of sulfite yeasty wash (pulp-and-paper industry waste) that is the most efficient matter.

COAL, DUST, STOCKING, TRANSPORTATION, RAIL  
TRANSPORT, LIGNOSULFONATES, COAL COMPACTION