

**Є.О. ВОРОБІЙОВ (к.т.н., професор), О.В. ГРАБАР (к.т.н., доцент),
В.В. ЛИХАЧОВА (к.т.н., ст. викладач), Д.О. ЧЕКАЛЬОВ, К.О. СУХАР**
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ СКЛАДУВАННІ І ТРАНСПОРТУВАННІ ВУГІЛЛЯ

Під час складування вугілля на поверхні шахт і транспортуванні його в залізничних вагонах виділяється велика кількість пилу, який забруднює довкілля і шкідливо впливає на здоров'я людей. Окрім формули розрахунку виділення вугільного пилу під час транспортування в залізничних вагонах, приведено дані втрат вугілля шахтами Центрального району Донбасу за один рік. Виконано аналіз існуючих способів нанесення зміцнюючої плівки і розглянуто застосування лігносульфонатів для цієї мети. Приведено технологічну схему автоматизованого нанесення розчину лігносульфонату на поверхню вугілля для утворення захисної плівки з метою попередження його видування.

Вугільний пил, сульфідно-дріжджова бражка, лігносульфонати

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 кокусів до 30 градусів.

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

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

де a – втрати вугілля під час транспортування через видування, кг;
 V – швидкість повітря над поверхнею вантажу м/с;
 ρ – густина повітря, кг/м³;
 γ – питома вага частинок вантажу кН/м³;
 s – площа поверхні вантажу м²;

ω – вологість вантажу, %;
 t – час руху зі сталою швидкістю, год;
 j – прискорення вертикальних коливань, м/сек²;
 d – діаметр частинок вугілля, м;
 g – прискорення вільного падіння, м/сек²;

Швидкість повітря залежить від швидкості і визначається із виразу:

$$V = 0,17 \cdot V_{\Pi} \quad (2)$$

де V_{Π} – швидкість потягу, м/сек;
 Вертикальне прискорення визначається за формулою:

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

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.

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

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

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.

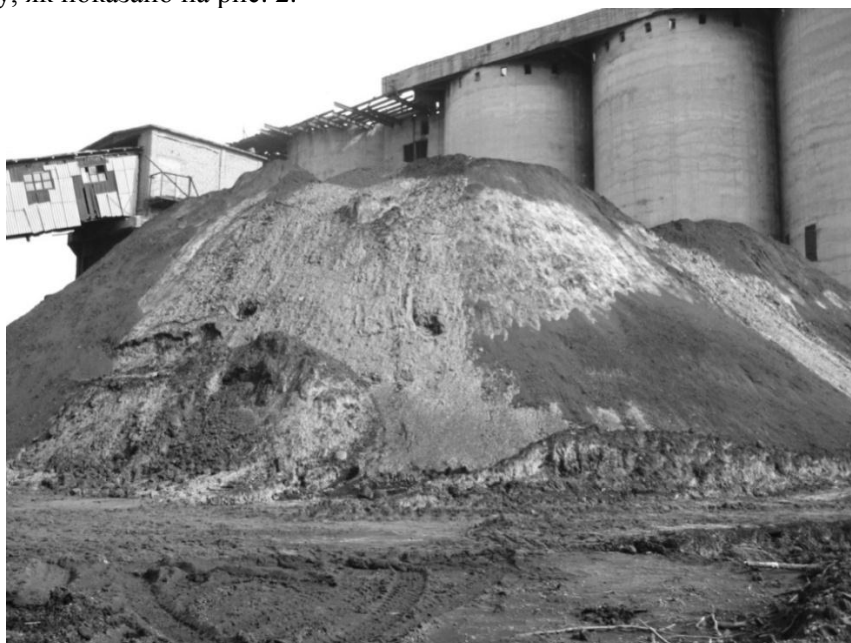


Рисунок 1 – Складування вугілля на поверхні

У зв'язку з цим, для забезпечення зменшення забруднення вугільним пилом 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-дріжджева 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.

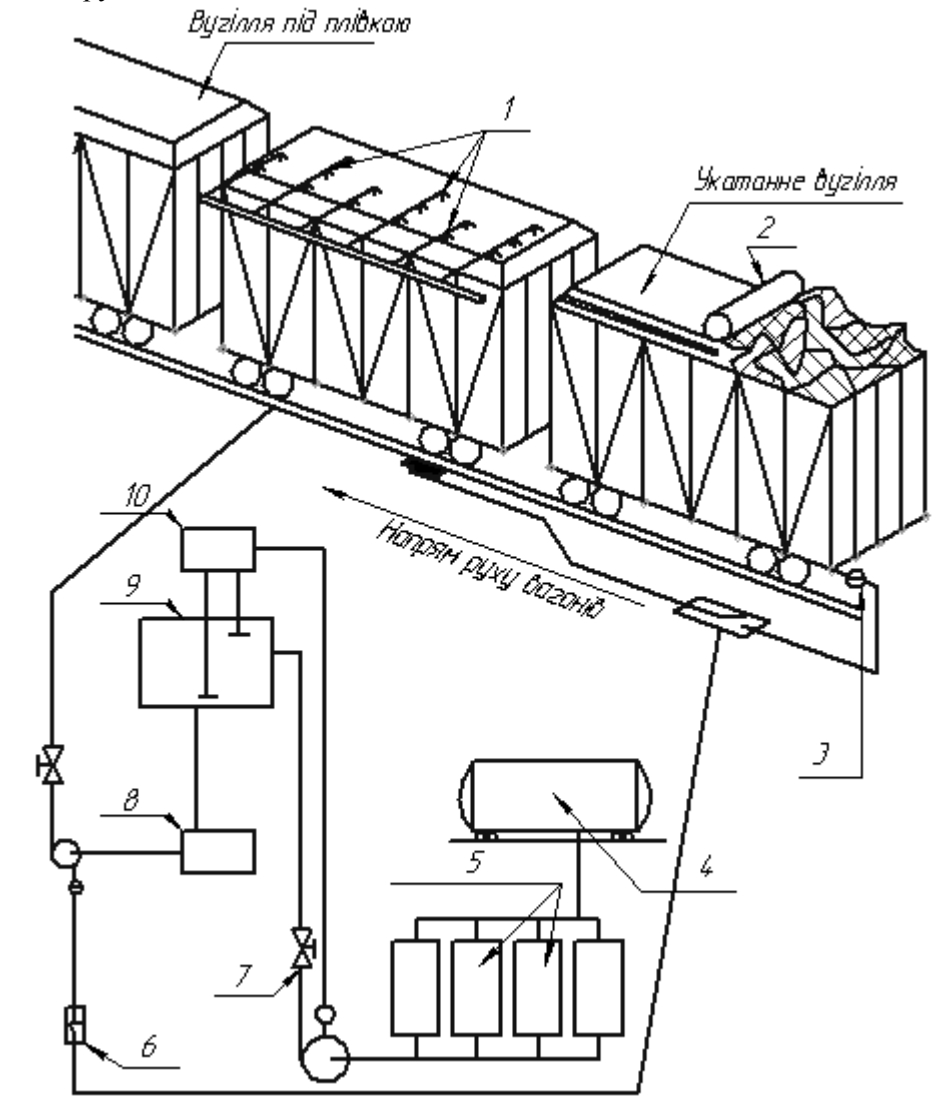


Рисунок 3 – Схема нанесення захисного покриття

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 пилом 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 м³) із наступним перекачуванням насосом у проміжну ємність (об'ємом 30-50 м³), із якої заповнюється ємність для нанесення захисного покриття з витратою 2-4 м³. 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 м³ 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 транспортерної 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.

Бібліографічний список:

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.

Е.А. Воробьев, Е.В. Грабарь, В.В. Лихачева, Д.А. Чекалев, Е.А. Сухарь
Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИИ УГЛЯ

При складировании угля на поверхности шахт и транспортировании его в железнодорожных вагонах выделяется большое количество пыли, которая загрязняет окружающую среду и вредно действует на здоровье людей. Кроме формулы расчёта выделения угольной пыли при транспортировке в железнодорожных вагонах, приведены данные потерь угля шахтами Центрального района Донбасса за один год. Выполнен анализ существующих способов нанесения укрепляющей плёнки и рассмотрено применение лигносульфонатов для этой цели. Приведена технологическая схема автоматизированного нанесения раствора лигносульфоната на поверхность угля для образования защитной плёнки с целью предотвращения его выдувания.

Угольная пыль, сульфидно-дрожжевая бражка, лигносульфонаты

E.O. Vorobyov, O.V. Grabar, V.V. Lykhatchova, D.O. Chekalyov, K.O. Sukhar
Automobile Transport and Highway Institute SHEE of the DonNTU, Gorlivka

PROBLEM SETTLEMENT OF THE ANTHROPOGENIC SAFETY AT THE COAL STORAGE AND TRANSPORTATION

Today a great amount of dust is discharged at coal storage and transportation in railway cars. The dust pollutes environment and has a harmful effect on people's health. Except the given discharge formula at transportation in railway cars, there is the data of coal waste at Donbass Central region mines during a year. The existing techniques analysis of the strengthening film coating is carried out and lignosulphonate application for this purpose is considered. The technological scheme of the lignosulphonate solution automated coating on coal surface for the protective film formation from its blowing is resulted.

Sulfide-yeast wash, coal dust, lignosulphonates, sprayer, gums