

Воробйов Є.О., к.т.н., Ніколенко М.О., к.т.н., Худякова І.О.

АДІ ДонНТУ, м. Горлівка

ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПИЛОМ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ВУГІЛЛЯ

Виконано аналіз втрат вугілля під час транспортування в залізничних вагонах. Представлено результати досліджень втрат вугілля при видуванні в залежності від відстані транспортування. Наведені пропозиції щодо скорочення втрат за рахунок використання ущільнення вугілля та використання полімерних матеріалів в якості захисної плівки.

Постановка проблеми

У сучасних умовах боротьби з пилом в загальному комплексі засобів, спрямованих на покращення умов праці та підвищення безпеки робіт на транспорті, приділяється значна увага. Покращення використання вантажопідйомності вагонів, забезпечення збереження вугілля та охорони повітря від пилу при збільшенні обсягів перевезень є однією із основних проблем на транспорті.

Цінне коксівне вугілля добувається на шахтах Центрального району Донбасу (ЦРД) при розробці тонких крутих пластів на глибинах в один кілометр і більше, внаслідок чого собівартість видобутого вугілля зростає, погіршуються умови праці гірників. Тому проблема збереження піднятого на поверхню вугілля є актуальною.

Аналіз досліджень

Транспортування основної частини вугілля від шахт до центральних збагачувальних фабрик (ЦЗФ): «Узловська», «Горлівська», «Калінінська», «Микитівська», «Дзержинська» і від ЦЗФ до користувачів здійснюється залізничним транспортом.

Для транспортування вугілля використовуються чотирьохосні вагони вантажністю 63 т. Завантаження вагонів з метою їх раціонального використання здійснюється відповідно розроблених Новосибірським інститутом інженерів залізнично-дорожнього транспорту (НІЗТ) норм з допустимим перевантаженням 1,5 – 3,5 т [1].

В результаті такого завантаження вугілля повністю заповнює об'єм вагону, і над верхню вагону додатково утворюється «шапка» висотою до 700 мм з кутами укосів до 30°.

На сортувальних станціях Микитівська і Дебальцеве формуються вугільні состави до 160 вагонів на добу. Під час спуску з «гірки» відбувається зіткнення вагонів, внаслідок чого із них висипається частина вугілля (0,1% з вагону), забруднюючи міжрейкове полотно і навколишнє середовище пилом. Служби залізничного руху регулярно виконують очищення залізничного полотна від вугілля, внаслідок чого вздовж полотна дороги утворюються відвали вугілля. Таким чином, тільки на станції Дебальцеве за рік накопичується 903,5 тис. т вугілля, але зібране вугілля у виробничих цілях використовувати неможливо, оскільки воно змішане з піском та щебенем.

У процесі очищення полотна робітники потрапляють під дію пилу, який вміщує до 8% вугільного двоокису кременю. Концентрація пилу в повітрі сягає 120 мг/м^3 , що призводить до його забруднення, і, як наслідок, до захворювання органів дихання. Крім того, як показали проведені нами дослідження, зафіксовано випадки проникнення пилу у пасажирські вагони, концентрація пилу в яких сягає 4 мг/м^3 (ГДК = $0,5 \text{ мг/м}^3$).

Втрачається вугілля не тільки на сортувальних станціях, але й під час транспортування, якщо його завантаження було здійснене з «шапкою» вище рівня бортів вагону. Це явище

спостерігається візуально: коли поїзд їде з вугіллям дрібних фракцій, за ним часто видно чорну хмару пилу в повітрі.

У зв'язку з ростом швидкостей руху вантажних потягів зросли втрати сипучих вантажів від виносу їх зустрічними потоками повітря та завихреннями.

Для практичних розрахунків втрат вугілля класу 0 – 13 мм під час транспортування з причини видування може бути використана формула, одержана в НІЗТ [1]:

$$Q = p \cdot V \cdot s \cdot t \left(0,10837 \frac{p \cdot V^2}{\gamma \cdot d} + 0,1703 \frac{j}{g} - 0,3271\omega - 0,3546 \right) 10^{-2}, \quad (1)$$

де Q – втрати під час транспортування через видування, кг; V – швидкість повітря над поверхнею вантажу, м/с; p – густина повітря, кг/м³; γ – питома вага частинок вантажу, кН/м³; s – площа поверхні вантажу, м²; t – час руху зі сталою швидкістю, год.; j – прискорення вертикальних коливань, м/сек²; d – діаметр частинок, м; g – прискорення вільного падіння, м/сек²; V_n – швидкість потяга, м/сек.

Швидкість повітря залежить від швидкості потяга і визначається із виразу:

$$V = 0,1712V_n. \quad (2)$$

Вертикальне прискорення визначається за формулою:

$$\frac{j}{g} = (0,005948 - 0,0004443V_n)V_n. \quad (3)$$

На основі експериментальних даних усереднених результатів досліджень встановлено, що втрати вугілля від вивітрювання під час транспортування залежать (середня швидкість потяга 50 км/год, повітря 5,4 м/с) також від дальності і становлять:

- до 50 км – 0,4% втрат на 1 вагон;
- до 500 км – 0,9% втрат на 1 вагон;
- до 1000 км – 1,0% втрат на 1 вагон.

Протоколом Мінвуглепрому СРСР від 27.10.1975 р. встановлено норму втрат на один вагон – 0,5 т при дальності транспортування до 500 км і 1 т при дальності більше 500 км, які діють і в цей час.

За даними спостережень вугілля видувається найбільш інтенсивно на перших 10 – 30 км.

Враховуючи, що видобуток вугілля шахтами ЦРД на рік становить близько 3 млн. т, то при перевезеннях від шахт до ЦЗФ і ТЕС втрати вугілля відповідно до норм становлять:

$$B_1 = \frac{Q}{g} N, \quad (4)$$

де $Q = 3,0$ млн. т – видобуток вугілля; $g = 58$ т – вантажопідйомність вагона; $N = 0,5$ – норма втрат вугілля на 1 вагон під час транспортування,

$$B_1 = \frac{3,0}{58} \cdot 0,5 = 25800 \text{ т.}$$

При формуванні потягів на станціях:

$$B_2 = \frac{3,0}{58} \cdot 0,058 = 2580 \text{ т,}$$

де 0,058 т (> 0,1%) — втрата вугілля під час формування поїздів на станціях.

При перевезенні промпродукту від ЦЗФ до користувача:

$$B_3 = \frac{1,5}{58} \cdot 0,5 = 12900 \text{ т},$$

де $Q_1 = 1,5$ млн. т – кількість промпродукту за рік.

Загальні втрати становлять:

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

$$B = 25800 + 2580 + 12900 = 41280 \text{ т/рік}.$$

Формулювання мети

Метою проведених нами досліджень є розробка пропозицій, спрямованих на скорочення втрат вугілля шляхом використання ефекту підвищення ущільнення завантаження вагонів стаціонарними ущільнювачами статичної дії за допомогою катків, або динамічної дії накладними вібраторами.

З цим пов'язані не тільки втрати вугілля під час транспортування, але й використання ступеня завантаження вагонів. В результаті проведених досліджень науково-дослідним інститутом залізничного транспорту встановлені норми для ущільненого вугілля в вагонах, відповідно яких перевезення ущільненого вугільного промпродукту ($\gamma = 1,3 \text{ т/м}^3$) становить 58 т замість існуючих 55 т, що забезпечує скорочення кількості вагонів, що використовуються.

Виклад основного матеріалу

Широке розповсюдження одержали установки з використанням першого засобу (рис. 1), в тому числі на ЦЗФ ЦРД.

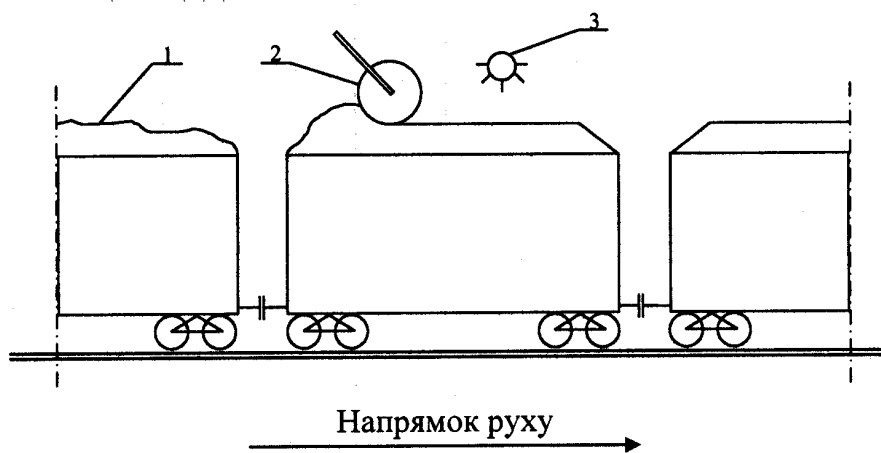


Рис. 1. Схема розташування установок для запобігання втрат вугілля:

1 – “шапка” вугілля; 2 – каток; 3 – форсунка

Розрахункова висота “шапки” вугілля перед ущільненням встановлюється перед бункером, каток-ущільнювач (вага якого вибирається в залежності від розмірів фракцій вугілля), так, для фракцій 0 – 13 мм вага катка – 6,2 т, рухаючись поверхнею “шапки”, ущільнює її до оптимальної висоти 200 – 300 мм.

Як показує досвід, впровадження такої технології на ЦЗФ “Узловська”, “Калінінська” забезпечує покращення ступеня використання вантажопідйомності вагонів, а також скорочення на 15 – 60% втрат вугілля від видування при транспортуванні і на 50 – 60% при формуванні составів на станціях і становлять:

$$B_{\text{вщ}} = B \cdot (0,2 + 0,55), \quad (5)$$

де 0,2 і 0,55 – скорочення втрат вугілля при транспортуванні та формуванні потягів.

$$B_{\text{вщ}} = 41280 \cdot (0,2 + 0,55) \approx 31000 \text{ т.}$$

Разом з тим впровадження цієї технології не забезпечує вирішення проблеми повною мірою.

Залізні дороги, по яких транспортується вугілля, пролягають через густонаселену територію ЦРД, тому пил при втратах вугілля в кількості 34,5 тис. т на рік завдає великої шкоди навколишньому середовищу та мешканцям.

Одним із відомих позитивних засобів захисту вугілля від видудання є нанесення на поверхню палива плівки із в'язучих матеріалів. На збагачувальній фабриці “Абашевська” в Росії діяла розроблена НІЗТ установка для нанесення водно-мазутної емульсії на поверхню палива у вагоні. Використання цієї установки забезпечило збереження палива від видудання [2].

По результатах позитивного досвіду був виданий наказ Міністра Мінвуглепрому СРСР від 27.08.1987 р. № 3-35-46/1289 про розробку комплексної установки для запобігання видудання вугілля з вагону.

Разом з тим в процесі експлуатації встановлено, що водно-масляна емульсія на основі кам'яновугільних масел вміщує значну кількість нафталіну, антрацену та їх похідних, які шкідливо діють на організм людини.

У зв'язку з цим вченими науково-дослідного інституту УкрНДІ “Вуглезбагачення” в лабораторних та промислових умовах для нанесення захисної плівки випробувано побічний продукт хімічного виробництва Рубіжанського хімзаводу “Зоря” – пластифікатор форматно-спиртовий (ПФС), який за технічними умовами ТУ 84-1067-85 відноситься до 4-го класу малонебезпечних сполук по ГОСТ 12.1.007-76.

Таблиця 1

Технічна характеристика ПФС

№ з/п	Показник	Характеристика
1	Стан	Темно-коричнева рідина з осадом у вигляді взвісі
2	Масова доля сухого залишку, %, не менше	35
3	Масова доля золи, %, не більше	22
4	Масова доля форміату натрію, %, не більше	25
5	Масова доля спиртів в перерахунку на пентаефіри, %	5 – 10
6	Концентрація водневих іонів, рН	7 – 9
7	Температура замерзання, °С	-28

Обробка вугілля ПФС повинна виконуватись методом форсункового розпилювання після завантаження та ущільнення вугілля катком (див. рис. 1). Управління катком-ущільнювачем та форсункою здійснюється із приміщення оператора автоматично.

У зв'язку з тим, що пластифікатор ПФС є ефективним засобом, і його використання як захисної плівки практично не потребує допоміжної витрати теплової енергії, є можливість використання його як засобу обробки вугілля від замерзання взимку.

Результати виробничих випробувань ПФС свідчать про утворення твердої та міцної захисної плівки на поверхні вугілля після ущільнення, яка повністю запобігає видуванню вугілля під час транспортування.

Висновки

1. Збитки видобутого вугілля шахтами ЦРД при існуючій технології транспортування становлять 34,5 тис. т на рік.

2. У процесі видування вугілля з вагонів утворюється пил, концентрація якого в повітрі в зоні залізничного полотна значно перевищує ГДК.

3. Використання екологічно чистої технології із застосуванням ущільнення вугілля та покриття поверхні захисною плівкою із ПФС повністю забезпечує збереження вугілля при транспортуванні та покращення екологічних параметрів навколишнього середовища.

Список літератури

1. Шаков В. П. и др. Выдувание угля и рудных концентратов при железнодорожных перевозках: Труды НИИЖТ. – Новосибирск, 1970. – Вып. №114.
2. Кладчихин В. Шлейф над вагоном // Социалистическая индустрия.– 1982.– №145.

© Воробйов Є.О., Ніколенко М.О., Худякова І.О., 2005