

Кругліков Д.Г., аспірант

Науковий керівник: Киричко С.М., кандидат техн. наук, науковий співробітник

Рижова С.О., інженер I категорії

(Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИТІКАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА З ЗАЛІЗНИЧНОЇ ЦИСТЕРНИ ПІД ДІЄЮ СВОЄЇ ВАГИ

Досвід таких країн, як Великобританія та Німеччина, в галузі закриття шахт та перетворення регіонів їх розташування з депресивних до повноцінно придатних для життєдіяльності вказує найбільш раціональний шлях збереження сталого розвитку цих регіонів за рахунок використання наявних потужностей шахт та вуглебагачувальних фабрик для переробки відходів вуглевидобутку та вуглебагачення. Це забезпечує комплексне вирішення проблеми оскільки дозволяє: забезпечити роботою населення, яке раніше працювало на шахтах, та знизити рівень соціальної напруги; використовувати за призначенням обладнання вуглевидобувних та вуглебагачувальних підприємств, що знижує капітальні витрати на створення нового виробництва; підтримувати в працездатному стані об'єкти промислової та транспортної інфраструктури, що створює сприятливі умови впровадження технології не гірничого профілю; отримувати додаткові обсяги енергії та тепла за рахунок переробки відходів, що покращує економічний та екологічний стан. На вітчизняних вуглебагачувальних фабриках відходи вуглебагачення складавали у вигляді гідросуміші з використанням трубопровідного гідротранспорту, отже, до теперішнього часу ці техногенні поклади існують у вигляді водно-вугільної суспензії високої концентрації, яка прикрита шаром освітленої рідини. Використовувати таку суспензію як водовугільне паливо (ВВП) заважає гранулометричний склад твердої фази та її зольність. Тверда фаза цих відходів містить фракції з діаметром частинок, що не пройдуть крізь форсунки котлів для згорання ВВП, а зольність твердої фази в деяких випадках не забезпечує теплових параметрів роботи котлів, що регламентовані. Обидві ці проблеми вирішуються використанням котлів з киплячим шаром, які дозволяють спалювати вугілля високої зольності та не використовують форсунок [1]. Як свідчать дослідження фахівців ІГТМ НАН України в такий тип котлів можуть бути перетворені більшість з існуючих котелень на фабриках й шахтах, а також в містах, селищах та промислових об'єктах. Це значно підсилює перспективу використання ВВП в якості місцевого або альтернативного палива. Розташування можливих споживачів ВВП потребує розгалуженої транспортної мережі, довжини ланок якої та вантажопотоки не є сталими, як і постійна потреба в частині з цих ланок. Тому використання напірного гідравлічного трубопровідного транспорту для постачання ВВП для такої мережі, особливо з врахуванням необхідних капітальних витрат на будівництво, не є очевидно раціональним. Більш перспективним буде використання транспортної інфраструктури вугільних підприємств, до складу якої входять залізничний та автомобільний види транспорту, що дозволить транспортувати ВВП в цистернах, поєднуючи при необхідності процеси переміщення та приготування. Але такі технології потребують обґрунтування методів розрахунку параметрів оскільки ні залізничні цистерни, ані автомобільні не розраховані на перевезення ВВП. Досвід застосування технологій з використанням ВВП свідчить про особливості течії цього середовища, якому притаманні в'язко-пластичні властивості, що висуває додаткові обмеження до параметрів вантажних пристроїв.

Мета цієї публікації дослідити можливість випорожнення залізничної цистерни від ВВП під дією своєї ваги, тобто без створення надлишкового тиску у верхній частині цистерни.

У випадку використання залізничних цистерн [2, 3] відомі залежності для визначення вагової концентрації ВВП, а також долів від вантажопідйомності цистерни, що припадають на вугілля та рідину:

$$C = \frac{\wp}{A}, \quad G_s = \frac{m\wp}{mA + \wp}, \quad G_w = \frac{m(A - \wp)}{mA + \wp}, \quad \wp = 1 - 1,22 \frac{W}{G} \left(\frac{h}{D} \right)^{1,42}, \quad A = \frac{\rho_s - 1}{\rho_s}, \quad (1)$$

де C – вагова концентрація ВВП; G_s – доля від вантажопідйомності цистерни, що припадає на вугілля; G_w – доля від вантажопідйомності цистерни, що припадає на рідину; m – кількість тон вугілля, яка припадає на одну тонну тіл, що мелють; ρ_s – відносна густина вугілля, що використовується для приготування ВВП; G – вантажопідйомність цистерни в тонах; W – об'єм кузова цистерни; h – висота заповнення цистерни по вертикальному діаметру; D – діаметр цистерни.

Формули (1) отримані на основі того, що вагова концентрація ВВП змінюється від 40 до 74 % [1 – 3], а компоненти потрапляють в цистерну по черзі крізь верхній отвір. З використанням формул (1) можна визначити початкове дотичне напруження та ефективну в'язкість ВВП, але неможна оцінити спроможність течії крізь трубопровід, що обрано, під дією стовпа ваги. Розглянувши умови течії середовища Бінгама-Шведова в трубопроводі авторами було отримано наступні обмеження на радіус магістралі в залежності від її довжини, геодезичного перепаду висот та ступеня наповнення цистерни:

$$1,11\Lambda R_w \leq R \leq 10\Lambda R_w, \quad (2)$$

$$R_w = \frac{k_z L}{D} \left(\frac{\Delta Z}{D} \right)^{1,42} \left(\frac{W}{G} \right)^{1,704} \left(\frac{b}{A} \right)^{0,704} e^{\frac{b}{A} x} \frac{1,42a}{\rho_0 g}, \quad \Lambda = \frac{1}{1+y} \frac{y^{1,42}}{e^{y^{1,42}}}, \quad y = \frac{h}{\Delta Z}, \quad x = 1,22 \frac{W}{G} \left(\frac{\Delta Z}{D} \right)^{1,42},$$

де R – радіус трубопроводу для випуску ВВП з цистерни; k_z – коефіцієнт місцевих гідравлічних опорів трубопроводу для випуску ВВП з цистерни; L – довжина трубопроводу для випуску ВВП з цистерни; b – показник степеня в апроксимації залежності початкової напруження зсуву від концентрації ВВП експоненціальною функцією; ρ_0 – густина рідини, що використовується для приготування ВВП; a – коефіцієнт пропорційності в апроксимації залежності початкової напруження зсуву від концентрації ВВП експоненціальною функцією.

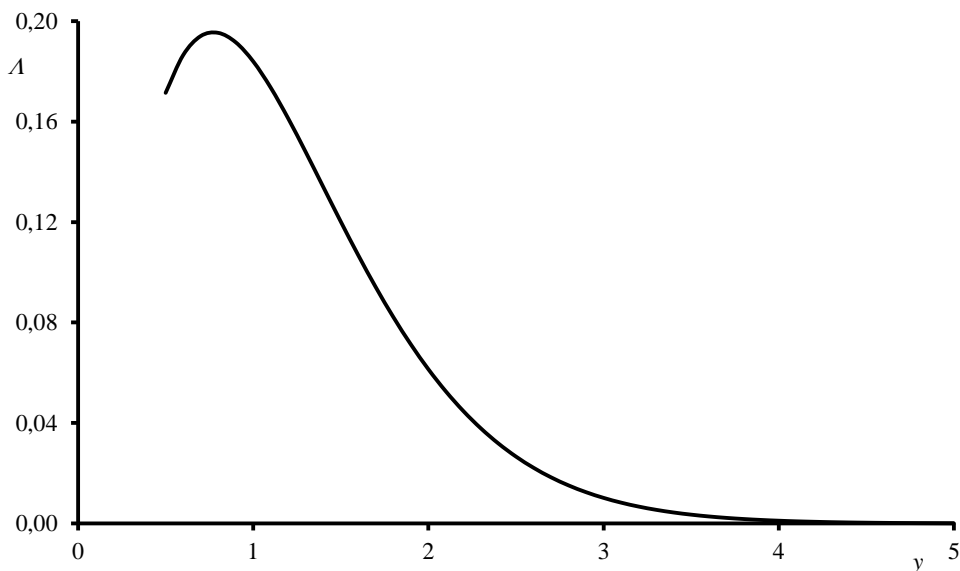


Рисунок 1 – Графік залежності $\Lambda(y)$

Перелік посилань

1. Круть, О.А. Водовугільне паливо. – К.: Наукова думка, 2002. – 172 с.
2. Семененко, Е.В. Использование железнодорожной инфраструктуры для доставки водоугольного топлива / Е.В. Семененко, В.Д. Рубан, К.К. Подоляк, С.А. Рыжова // Збірник тез між нар. наук.-практ. конф. «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», м. Лозовая, 4-8 травня 2015р. – С. 61 – 64.

3. Риждва, С.О. Особливості визначення параметрів водовугільного палива при транспортуванні залізничним транспортом / С.О. Риждва, Д.Г. Кругліков // Молодь: наука та інновації: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 11–12 листопада 2021 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021 – С. 118 - 119.