

УДК 622.647.2

Єгорченко Р.Р., РНД, асист. кафедри транспортних систем та енергомеханічних комплексів

(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МЕТАНОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ ПО ДЕГАЗАЦІЙНИХ ГАЗОПРОВОДАХ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

При тривалій експлуатації стан шахтних дегазаційних трубопроводів, споруджених у підземних гірничих виробках, може суттєво змінюватися. Деформація порід гірського масиву провокує порушення стикових з'єднань труб, утворення прогинів і скупчень в них води, пилу та бруду. З часом посилюється корозія внутрішньої поверхні трубопроводу [1].

Гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови експлуатації стан шахтних дегазаційних трубопроводів постійно змінюються у часі, відповідно змінюється технічний стан трубопроводів, особливо дільничних, тому вважаємо доцільним розглядати шахтний дегазаційний трубопровід і середовище (гірничу виробку), в якому він працює, як взаємодіючу транспортно-технологічну систему «шахтний газопровід – гірнична виробка» («ШГ–ГВ») [2].

Моделювання умов взаємодії елементів транспортно-технологічної системи «шахтний газопровід – гірнична виробка» (ШГ-ГВ) для визначення особливостей руху метаноповітряної суміші в шахтних дегазаційних трубопроводах та напрямів зниження їх гідравлічного опору та підвищення пропускної здатності є актуальною темою на даний час. Тому для досягнення поставленої мети необхідно провести експертну оцінку технічного стану шахтних дегазаційних газопроводів, споруджених в пластових підземних виробках з породами підшви, схильними до здимання, та існуючих підходів щодо визначення показників руху метаноповітряної суміші (МПС).

На даний момент встановлення зміни основних технологічних параметрів транспортування МПС по дегазаційних газопроводах в умовах інтенсифікації гірничих робіт є важливим предметом досліджень та має велике значення при проектуванні, експлуатації та реконструкції вакуумних трубопроводів. У зв'язку з цим нетрадиційна для галузі технічна задача вперше розглядається шляхом моделювання руху МПС у дегазаційному газопроводі складної конфігурації з використанням методів математичного аналізу та програмного комплексу Solid Works Flow Simulation.

Згідно з рекомендаціями [1] волога МПС розглядалась як трикомпонентне середовище, що складається з рудникового повітря, метану й водяного пару, динамічна в'язкість якого визначалася за виразом:

$$\mu = \frac{\gamma_m M_m + \gamma_v M_v + \gamma_n M_n}{\frac{\gamma_m M_m}{\mu_m} + \frac{\gamma_v M_v}{\mu_v} + \frac{\gamma_n M_n}{\mu_n}}, \quad (1)$$

де γ_n , γ_v , γ_m – об'ємні частки водяного пару, повітря і метану, до; M_n , M_m , M_v – молярні маси МПС, метану і повітря, кг/моль; μ_n , μ_v , μ_m – динамічні в'язкості водяного пару, повітря і метану, Па·с.

Моделювана ділянка, викривленої в профілі траси дегазаційного трубопроводу, складалася з 4 ланок труб довжиною 4,0 м, діаметром 320 мм і товщиною стінки 4,0 мм. В деформованому стиковому з'єднанні змодельовані механічні відкладення породного та вугільного пилу, які зменшують гідравлічний переріз трубопроводу (рис. 1).

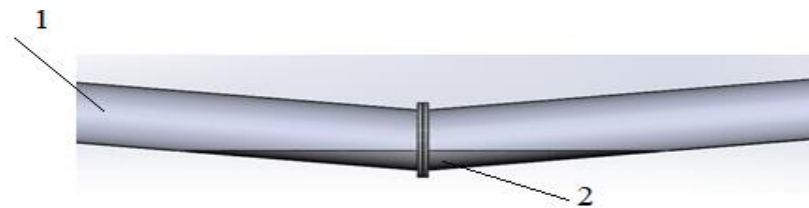


Рисунок 1 – Фрагмент механічних відкладень породного та вугільного пилу в деформованих місцях стикових з'єднань дегазаційного газопроводу:

1 – дегазаційний трубопровід; 2 – механічні відкладення породного та вугільного пилу

На рис. 2 наведено результати моделювання характеру зміни швидкості складових потоку МПС при проходженні деформованих стикових з'єднань труб, де спостерігається збільшення їх швидкості в місцях механічного скупчення породного та вугільного пилу.

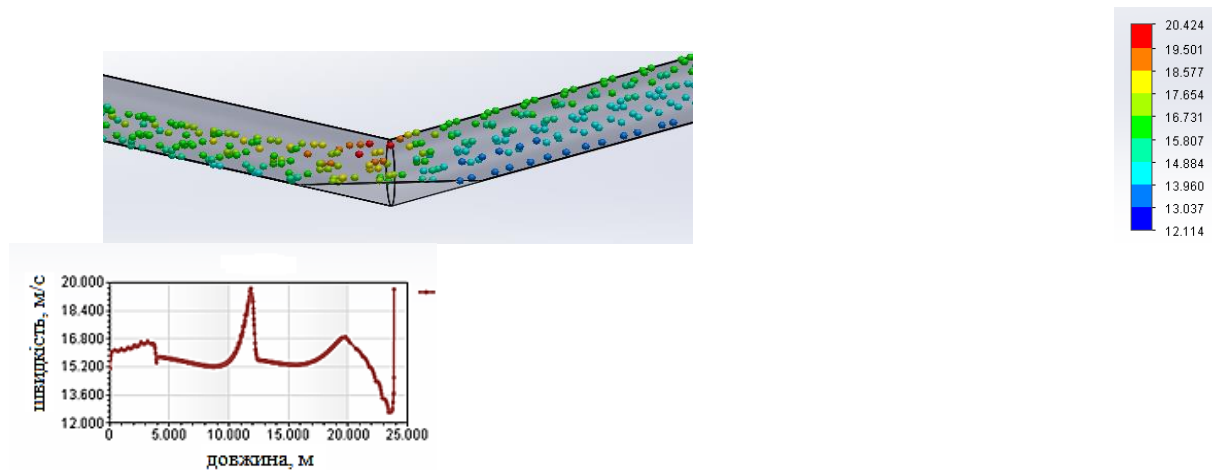


Рисунок 2 – Швидкісні характеристики складових МПС в деформованих ланках шахтних дегазаційних газопроводів

Ділянки шахтних дегазаційних газопроводів, споруджених в підземних виробках з активними проявами гірського тиску, слід відносити до потенційно небезпечних, оскільки вони провокують утворення зон механічних відкладень часток породного та вугільного пилу, які зменшують гідравлічний діаметр трубопроводу та суттєво впливають на параметри каптованої МПС і ефективність роботи дегазаційних систем.

За результатами діагностики технічного стану шахтних газопроводів та досліджень особливостей їх експлуатації в криволінійних гірничих виробках було встановлено, що в місцях фланцевих з'єднань ланцюгів трубопроводу під впливом деформацій гірського масиву утворюються прогини трубопроводу, скупчення води, механічні відкладення вугільного і породного пилу та корозія внутрішніх стінок металевих труб.

Отримані фактичні данні про умови взаємодії елементів системи «шахтний газопровід – гірнична виробка» та результати моделювання її технічного стану із застосуванням програмного комплексу SolidWorks Flow Simulation дозволили встановити особливості транспортування МПС по деформованому шахтному дегазаційному газопроводу.

Експериментально підтверджено, що негативна дія деформацій гірського масиву та механічні руйнування стикових з'єднань труб провокують зниження пропускної

здатності газопроводу і потребують розробки нових технічних рішень щодо його модернізації.

Список використаних джерел:

1. Л.Н. Ширін, Р.Р. Єгорченко, М.І. Сергієнко. Особливості діагностики технічного стану транспортно – технологічної системи «шахтний газопровід – гірничавиробка. *Науково-технічний журнал «ГЕОІНЖЕНЕРІЯ»*, Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, вип.6, 2021. с 28- 37. DOI: <https://doi.org/10.20535/2707-2096.6.2021.241823>
2. Л.Н. Ширін, С.Є. Барташевський, Р.Р. Єгорченко. (2021) Особливості моніторингу та підтримки технічного стану шахтних дегазаційних газопроводів в умовах інтенсифікації гірничих робіт. Збірник наукових праць НГУ. – Дніпро: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», № 67 – 153-164 с. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/67.153>