

УДК 504

**Шарафан Є.О., студент гр. 101м-18з-1****Науковий керівник: Колесник В.Є., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища**

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

### **ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВИКИДІВ ШАХТНОГО МЕТАНУ В АТМОСФЕРУ НА ОСНОВІ ЕФЕКТИВНОГО КОНТРОЛЮ РОЗГЕРМЕТИЗАЦІЇ ДЕГАЗАЦІЙНОГО ТРУБОПРОВОДУ**

Гірничі підприємства істотно забруднюють атмосферу. Так, видобуток вугілля супроводжується виділенням щорічно понад 20 млрд. м<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> і понад 30 млрд. м<sup>3</sup> метану який є парниковим газом, що має в 21 разів більший негативний внесок у парниковий ефект, ніж CO<sub>2</sub>, наносить збиток озоновому шару та частково заміщає кисень в атмосфері. Представниками 28 держав (у т.ч. УССР) ще в 1985 підписана Віденська конвенція по охороні озонового шару. Цей документ передбачає співробітництво країн-учасниць в організації систематичних спостережень за озонним шаром атмосфери й мер протидії його зміні. Причому, згідно з Кіотським протоколом, Україна має відносно «м'які» зобов'язання, відповідно до яких не потрібно знижувати викиди парникових газів до рівня 1990 р., але не можна й перевищувати середні викиди з 2008 по 2012 р. Україна дотримується цих міжнародних зобов'язань й знижує викид метану, захищає озоновий шар і дістає кошти валют від продажу квот на викиди.

В статті розглядається комплексний підхід, у рамках якого за рахунок застосування дегазації пропонується не тільки підвищити навантаження на діючі очисні вибої, обсяги видобутку вугілля, продуктивність праці і його санітарно-гігієнічні умови, але й скоротити викиди метану в атмосферу за рахунок його утилізації, що дозволить поліпшити екологічну обстановку й клімат. Крім того, одержати природний газ у придатній для подальшого використання концентрації. Для цього авторами ставилося завдання зменшити викиди метану в атмосферу шляхом застосування технічних засобів, призначених для мінімізації розрідження метано-повітряної суміші (МПС) при її транспортуванні дегазаційним трубопроводом до когенераційних установок.

Відмічено, що для забезпечення потрібної ефективності дегазації в умовах обраної ділянки шахти з покрівлі необхідно каптирувати метан дегазаційним трубопроводом в обсягах не менше як  $I_{СКВ}=10,87 \text{ м}^3/\text{хв}$ .

Екологічна небезпека такого трубопроводу полягає в тому, що при указаних обсягах дегазації та при певній довжині трубопроводу завжди в шахтних умовах спостерігається процес його розгерметизації, що призводить до розрідження МПС у ньому нижче допустимого нормами вибухонебезпеки метану рівня (концентрація метану  $C_p < 25,0\%$ ).

В результаті, МПС з трубопроводу вимушені викидати в атмосферу. Розгерметизація обумовлена тим, що трубопровід підвішується на ланцюгах, і коли відбувається деформація виробки, ушкоджуються стики трубопроводу. Так само на розгерметизацію трубопроводу впливає корозія (шахтна вода, вологість). Тому підсмоктування повітря у дегазаційний трубопровід мають місце як на стиках дегазаційного трубопроводу, так і по всій його довжині за рахунок корозії труб.

Для оцінки можливих масштабів викидів метану в атмосферу нами проводився розрахунок необхідного діаметра дегазаційного газопроводу. Вміст метану в суміші, що каптирується приймався  $C_p = 40,0\%$ . Тоді, витрата МПС, що каптирується зі шпар у дільничному газопроводі перед його сполученням з магістральним, повинна становити:

$$Q_{см.р} = \frac{I_{скв} \cdot 100}{C_p} = \frac{10,87 \cdot 100}{40,0} = 27,25, \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Діаметри ділянок газопроводу й режим роботи вакуум-насоса повинні бути такими, щоб продуктивність дегазаційної системи була достатньою для забезпечення необхідної ефективності дегазації протягом усього періоду відпрацьовування лави. З урахуванням коефіцієнта запасу ( $k_3=1,1$ ), що враховує погрішність прогнозу виділення метану, витрата МПС на виході з ділянки складе:

$$Q_{см.уч} = Q_{см.р} \cdot k_3 = 27,25 \cdot 1,1 = 30,0, \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Витрата МВС на всмоктувальному патрубку вакуум-насоса з урахуванням нормативних підсмоктувань повітря в магістральний газопровід при його проектній довжині 7430 м дорівнюватиме:

$$Q_{см.внс} = Q_{см.уч} + l_{мп} \cdot 10^{-3} = 30,0 + 7430 \cdot 10^{-3} = 37,5, \text{ м}^3/\text{хв.},$$

Діаметр газопроводу, при якому вакуум-насос забезпечить необхідну витрату МВС, визначається як

$$d = 0,04 \left( \frac{Q_{см.}^2}{\Delta P_{y\delta}} \right)^{0,188},$$

а питомі втрати тиску в газопроводі ( $\Delta P_{y\delta}$ ) визначалися як

$$\Delta P_{y\delta} = \frac{P_{\delta} - P_{вс} - B_y}{\sum l_i}.$$

Тиск на всмоктувальному патрубку вакуум-насоса ( $P_{вс}$ , мм рт. ст.) визначали, як:

$$P_{вс} = k_1 + \frac{k_2 \cdot Q_n}{n_n},$$

де  $k_1$  і  $k_2$  – коефіцієнти для вакуум-насосів продуктивністю 150 м<sup>3</sup>/хв,  $k_1=10$ ;  $k_2=5$ ;  $n$  – кількість паралельно працюючих вакуум-насосів.

Таким чином, тиск на усмоктувальному патрубку вакуум-насоса продуктивністю 150 м<sup>3</sup>/хв складе:  $P_{вс} = 10 + 5 \cdot 37,5 = 198$  мм рт.ст. Питомі втрати тиску в газопроводі дорівнюватимуть:  $\Delta P_{y\delta} = \frac{760 - 198 - 50}{9330} = 0,055$  мм рт.ст./м., а необхідний діаметр дільничного

газопроводу обраної лави становитиме  $d_{мп.уч} = 0,04 \left( \frac{30,0^2}{0,055} \right)^{0,188} = 0,248$  м.

Приймаємо діаметр дільничного газопроводу 273 мм. В результаті, необхідний діаметр магістрального газопроводу складе:  $d_{мп.маг} = 0,04 \cdot \left( \frac{37,5^2}{0,055} \right)^{0,188} = 0,27$  м.

Фактично магістральний газопровід складається із труб діаметром 325 мм довжиною 6430 м і діаметром 426 мм довжиною 1000 м.

Подальший аналіз, проведений з урахуванням кількості стиків у газопроводі, які мають значну вірогідність утворення витоків, та загальної поверхні трубопроводів, котра може піддаватися корозії і також призводить до втрати герметичності, показав, що очікувані підсмоктування повітря у трубопровід досягатимуть 8-14%, тобто близько 4 м<sup>3</sup>/хв. Отже концентрація метану у дегазаційному трубопроводі може знизитися до небезпечних 20-23%. Аварійний викид такої суміші в обсягах близько 15 м<sup>3</sup>/хв газу в атмосферу підвищить ступінь екологічної небезпеки викидів метану.

Для вирішення цієї проблемної ситуації, зокрема, шляхом виявлення місць розгерметизації, нами разом з науковцями кафедри транспорту був розроблений пульверизатор з рідким азотом, що дозволяє достатньо оперативно визначати місця витоків. Під час апробації указанного технічного засобу одночасно проводився контроль за станом

рудничної атмосфери, що здійснювався апаратурою АМТ 3-1 з передаванням телеінформації про вміст метану в повітрі на пульт диспетчера АГЗ шахти, а також портативним метанометром «Сигнал-5».

Підводячи підсумки, зазначимо, що виконані розрахунки дозволили оцінити можливі масштаби викидів метаноповітряної суміші з дегазаційного трубопроводу шахти, а впровадження оперативного визначення місця цих витоків на основі запропонованого пульверизатору з рідким азотом дозволить зменшити можливі викиди метану в атмосферу та підвищити рівень як техногенної, так і екологічної безпеки шахти за фактором метану.