

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ШАХТНОГО МЕТАНУ ПРИ ВИЛУЧЕННІ ПІДЗЕМНОЮ ДЕГАЗАЦІЙНОЮ СИСТЕМОЮ ВУГІЛЬНОЇ ШАХТИ**

Проведена оцінка якості каптируемого шахтного метану. Предложені заходи по підвищенню і стабілізації вмісту метану в суміші для подальшої його утилізації.

## **ESTIMATION OF QUALITY OF MINE METHANE AT WITHDRAWAL BY UNDERGROUND DEGAZING SYSTEM OF COAL MINE**

Estimation of quality mine methane is conducted. Measures on the increase and stabilization of maintenance of methane in a mixture for subsequent his utilization are offered.

Шахтний метан є екологічно чистим енергоносієм, і його утилізація дозволяє значно поліпшити техніко-економічні показники роботи шахт [1]. При існуючих технологіях утилізації ефективно можуть бути використані метано-повітряні суміші, що вилучаються свердловинною дегазацією. Особливістю вилучення є низький вміст метану в суміші і значні його коливання. Закономірності формування газоповітряних сумішей в процесі їх вилучення і транспортування з шахти на поверхню є основою для прогнозу та управління якістю і ефективною утилізації шахтного метану.

Основною складністю рішення проблеми ефективного видобутку та використання шахтного метану, як екологічно чистої енергетичної сировини є значні коливання складу та дебіту метану із-за складності технології його видобутку при різних способах дегазації і умовах розробки. Це пов'язано із специфікою вилучення метану із газонасичених гірничих масивів, які піддаються впливу підземних гірничих (очисних робіт). Традиційні способи каптажу шахтного метану зумовлюють зв'язок дегазаційних свердловин з атмосферою гірничих виробок, що приводить до збіднення газоповітряних сумішей. Виняток складають поверхневі дегазаційні свердловини, у яких спостерігається виділення метану під дією пластового тиску газу. У таких свердловинах підток атмосферного повітря неможливий і концентрація метану у вилученій суміші буде така, як і у газонасиченому масиві, тобто 90-99 %.

На якість метану впливає ряд природних та технологічних факторів. До природних відносяться: літологічний склад вміщуючих порід, від якого залежить метаносність окремих шарів порід і нерівномірність процесів зсуву і розвантаження масиву від гірничого тиску; тектонічна порушеність вуглепородного масиву, від якої напряму залежить газовіддача у дегазаційні свердловини; водонасиченість порід. До технологічних факторів відносяться: зміна параметрів ведення очисних та дегазаційних робіт [2].

Мета роботи – оцінка якості газоповітряної суміші, що формується у підземній дегазаційній системі шахти, для підвищення ефективності утилізації шахтного метану.

В задачу дослідження входило проведення оцінки якості газоповітряної суміші на основі статистичних показників коливання вмісту метану на характерних ділянках дегазаційної мережі вилучення та транспортування.

Дослідження проводились з використанням фактичних поточних вихідних даних про вміст метану у дегазаційних підземних свердловинах і дегазаційному трубопроводі, які одержані технічними службами шахти з використанням стандартних методик технічних засобів і апаратури вимірювань.

Схема підземної дегазаційної мережі шахти та розташування пунктів вимірів вмісту метану у газоповітряній суміші на характерних ділянках мережі приведені на рис. 1. Були проаналізовані поточні шахтні дані за 2 роки роботи типової вугільної шахти Донбасу. Для встановлення характеристик процесу фактичної зміни вмісту метану в газоповітряній суміші були застосовані стандартні методи математичної статистики.

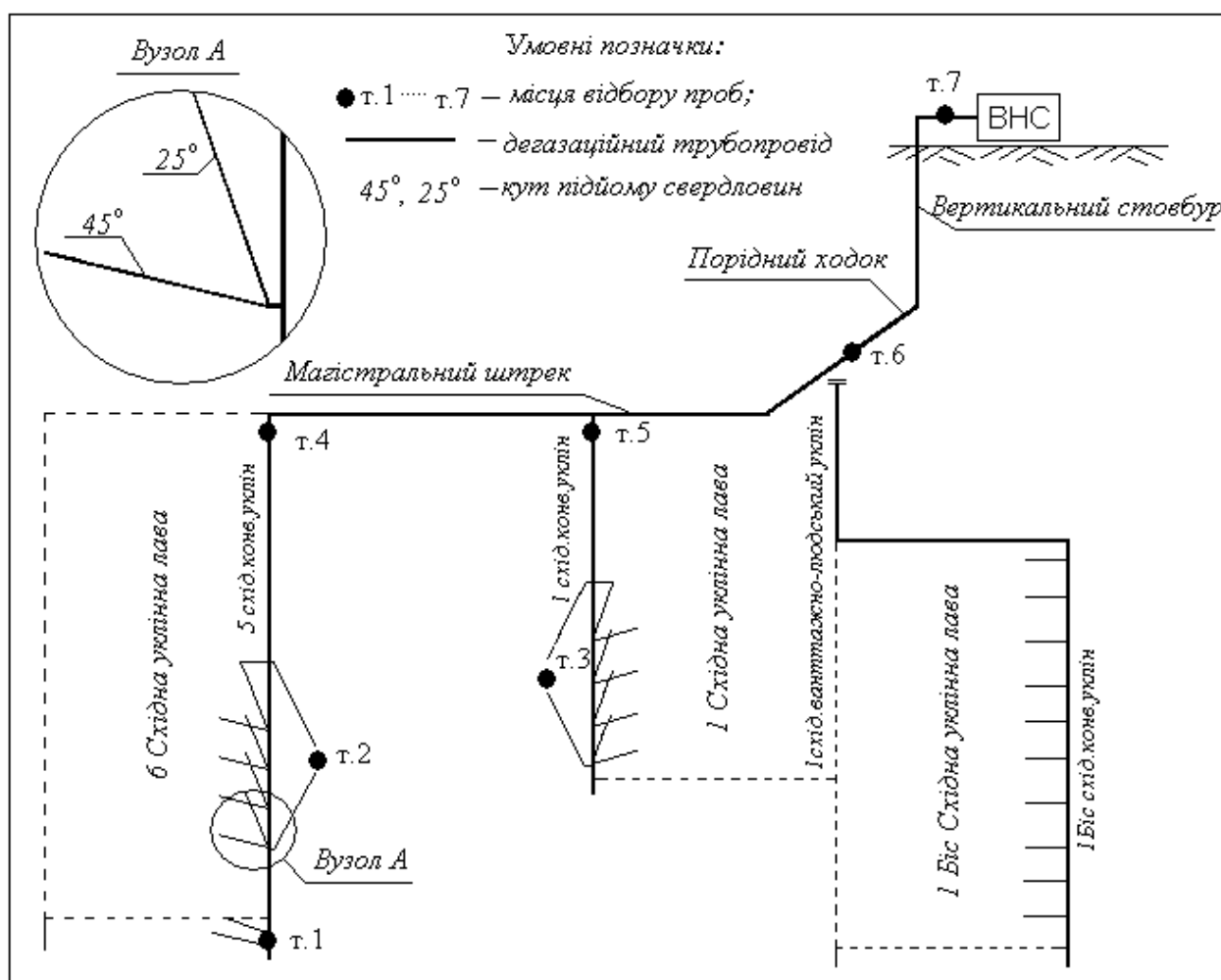


Рис. 1 – Схема підземної дегазаційної мережі вугільної шахти

Результати дослідження динаміки зміни вмісту метану у газоповітряній суміші, яка видається з шахти і потрапляє на ВНС, показали наступне. При середньому значенні дебіту вилученого метану  $12,5 \text{ м}^3/\text{хв.}$  і вмісту метану в суміші 38 % за період спостережень майже третя частина від загальних вилу-

чених обсягів видобувається з концентрацією нижче критичної (25 %) (рис.2).

Середній вміст метану в суміші, яка вилучалась на видобувній ділянці 1 біс Східної уклінної лави, не перевищував 28 %. Для 1 Східної уклінної лави вміст метану підвищився до 31-32 % за рахунок найбільш ефективної схеми дегазації. При сумісній роботі 1-ої та 6-ої Східних уклінних лав вміст метану в суміші, яка видається з шахти склав 39 %. Наведені дані свідчать про значне розбавлення вилученого з масиву шахтного метану у процесі його видобутку і транспортування на поверхню.

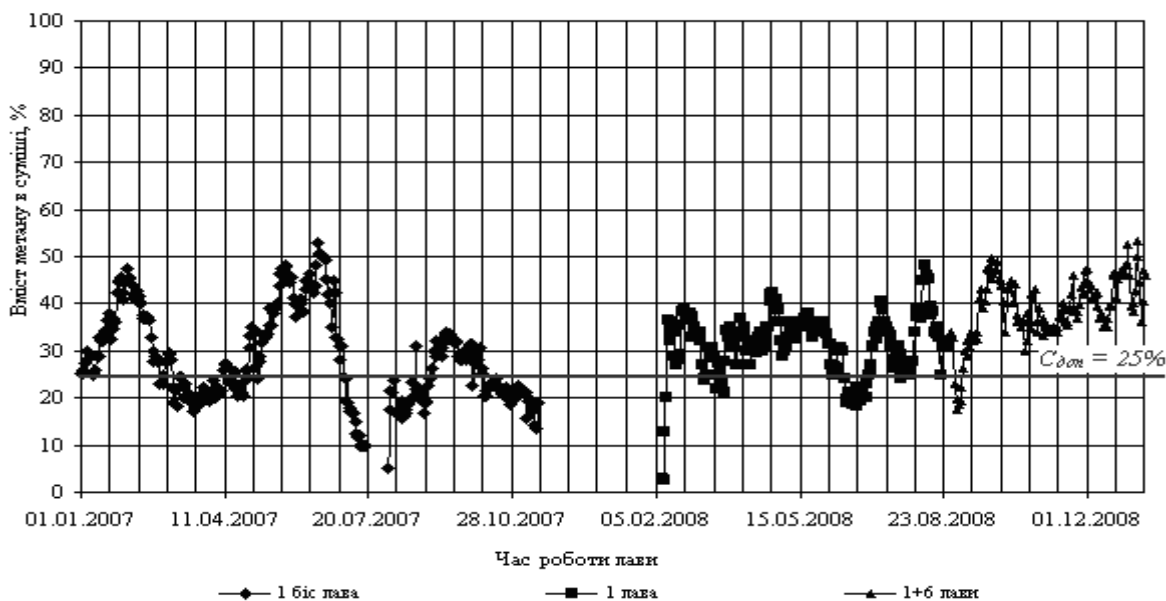


Рис. 2 – Динаміка зміни вмісту метану в суміші, що надходить з шахти на вакуум-насосну станцію

Первинною ланкою дегазаційної мережі, на якій відбувається суттєве розбавлення метану рудниковим повітрям, є стволи дегазаційних свердловин. На підставі фактичних даних встановлено залежність вмісту метану в суміші від параметрів закладення свердловин, тобто від їх кута підйому до горизонту. Так, середній вміст метану в суміші на виході із дегазаційних свердловин з кутами  $20^{\circ}$  для умов 1 і 6 Східних уклінних лав дорівнює 34%, а для кута  $45^{\circ}$  – відповідно 54% та 66% (табл. 1).

Таблиця 1 – Зміна вмісту метану в суміші, яка вилучається у межах видобувних ділянок

Місце відбору проб	Вміст метану в суміші, %		
	1 східна лава	6 східна лава	1 Біс східна лава
Гирло свердловин с кутом підйому: $45^{\circ}$	54	66	48
$20^{\circ}$	34	34	-
Загальне (середньозважене) $45^{\circ}+20^{\circ}$ (т.2,т.3)	46	53	48
У трубопроводі на виході з ділянки,	33	56	-
Зниження вмісту метану	13	4	-

Загальний вміст метану (середньозважене) на виході з серії діючих свердловин на ділянці 1 Східної уклінної лави дорівнює 46 %, на ділянці 6 Східної лави – 60% (рис. 3 – 4), а в трубопроводах на виході з дільниць складає, відповідно, 33 % і 56 %. Загальне зниження вмісту метану у суміші в межах обох дільниць склало 10,8 % (табл. 2).

При транспортуванні газоповітряної суміші від рудникового двору до ВНС вміст метану зменшився на 0,4 % (див. табл. 2). У підсумку видобуток шахтного метану підземною дегазаційною системою постійно супроводжується розбавленням останнього за рахунок підсосів повітря: у дегазаційних свердловинах майже в 2 рази, на шляху транспортування від гирла свердловин до ВНС вміст метану у суміші знижується на 11,2 %.

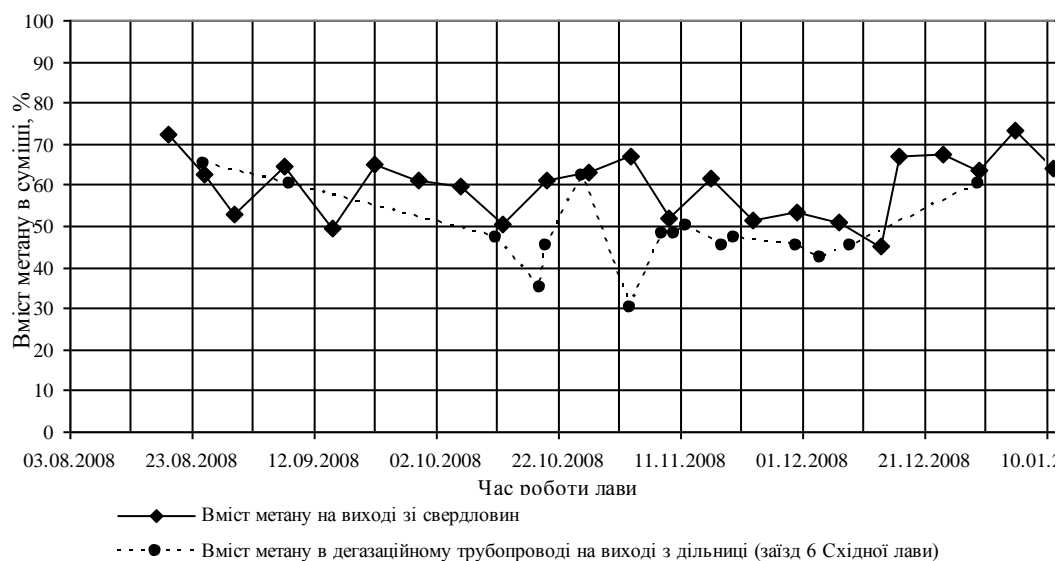


Рис. 3 – Вміст метану в суміші на дільниці 6 Східної уклінної лави

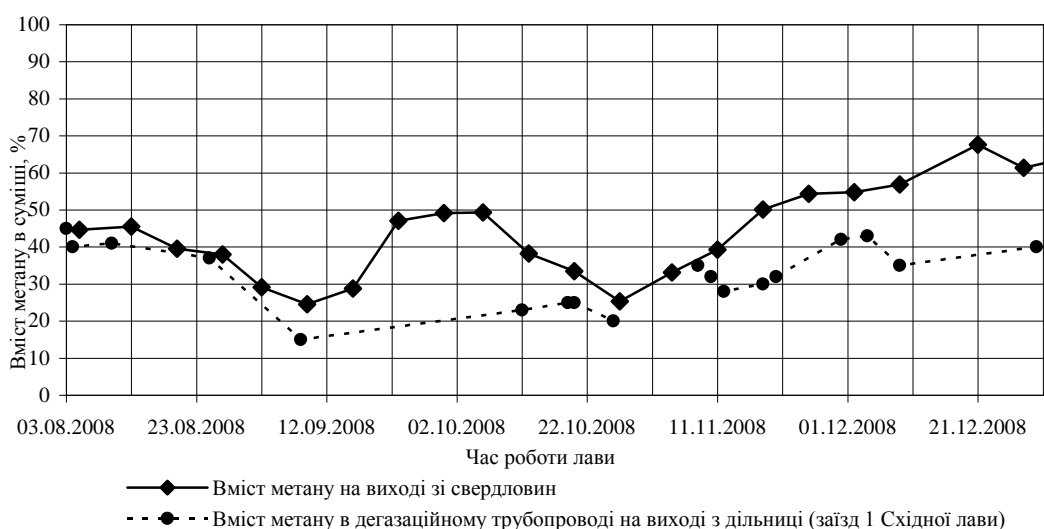


Рис. 4 – Вміст метану в суміші на дільниці 1 Східної уклінної лави

Таблиця 2 – Зміна вмісту метану в дегазаційному трубопроводі

Місце відбору проб	Середній вміст метану в суміші, %	$\Delta C$ , %
Середнє по свердловинам (т.2+т.3)	49,8	
Середнє по породному ходку (т.6)	39	10,8
Середнє на вакуум-насосній станції (т.7)	38,6	0,4

Якість метаноповітряної суміші, з точки зору її ефективної утилізації, залежить, окрім середнього рівня вмісту метану, від ступеню коливань вмісту метану у суміші, а також від питомої ваги у загальному об'ємі вилучення, тієї частини обсягів, яка повністю може бути утилізована без попередньої підготовки, тобто без застосування заходів по підвищенню середнього вмісту і зниженню його коливань.

Метаноповітряна суміш, яка вилучається з виробок шахти підземною дегазаційною системою з вмістом метану 40 %, може бути утилізована у газопоршневих двигунах [3]. При такій концентрації метану у суміші гарантоване збереження вихідної потужності двигунів. Нижче вказаної концентрації можливе зниження потужності на 20-30 % від номінальної.

У зв'язку, з цим для комплексної оцінки якості метаноповітряної суміші нами були використані показники якості, що запропоновані у роботі [2]. Ступінь коливань фактичних значень вмісту метану оцінювався коефіцієнтом стабільності, який дорівнює:

$$k_{cm} = 1 - k_g \quad (1)$$

де  $k_g$  – коефіцієнт варіації фактичного вмісту метану у суміші.

Повнота утилізації шахтного метану оцінювалась коефіцієнтом повної утилізації

$$k_{n.y.} = F(c) - F(c_{don}) \quad (2)$$

де  $F(c)$  – функція розподілу фактичного вмісту метану у газоповітряній суміші, доля одиниці;  $F(c_{don})$  – функція розподілу допустимого вмісту метану у газоповітряній суміші, доля одиниці; ( $c_{don} \geq 25$  %).

В якості прикладу показана функція розподілу фактичного вмісту метану у суміші, яка видавалася із шахти на ВНС при роботі дегазаційних свердловин по видобувній дільниці 1 Східної уклінної лави (рис. 5).

Представлені дані показують, що при середньому вмісті метану 33,7% за період спостереження, 12 % обсягів видобутої газоповітряної суміші постачалося із шахти з вмістом метану нижчим 25 %. Для цього випадку коефіцієнт повної утилізації склав  $k_{n.y.} = 0,88$ . Статистичні показники коливання вмісту метану у суміші на характерних ділянках дегазаційної мережі, а також зна-

чення показників якості метаноповітряної суміші приведені у табл. 3-5.

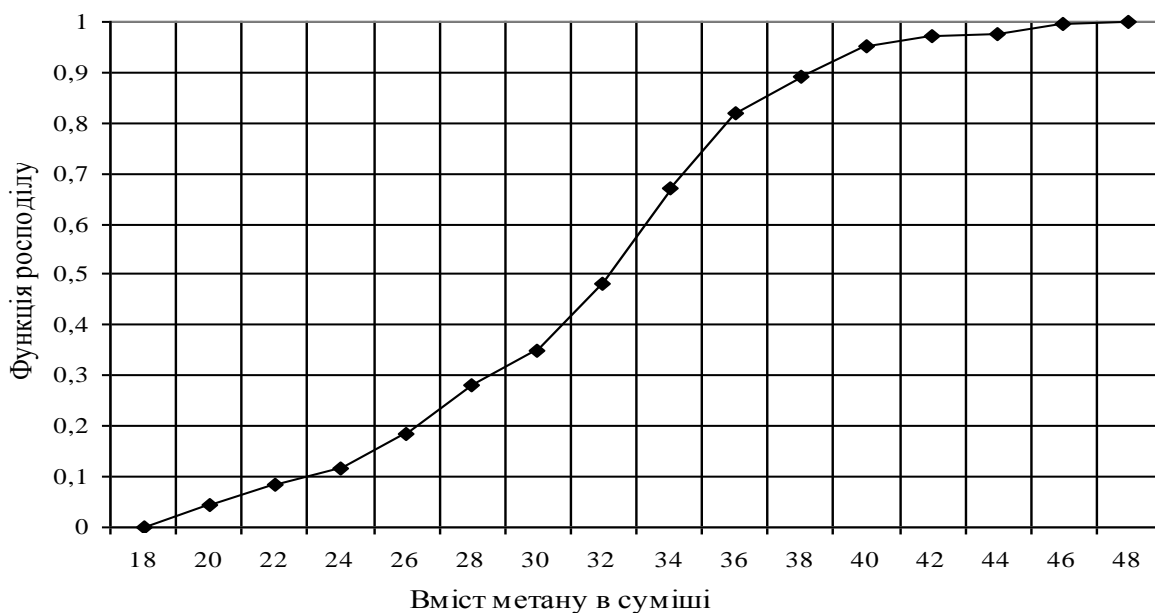


Рис. 5 – Функція розподілу вмісту метану у суміші на ВНС при роботі 1 Східної уклінної лави

Таблиця 3 – Характеристика якості метаноповітряної суміші на виході з шахти (ВНС) при дегазації видобувних дільниць

Об'єкт дегазації	Статистичні характеристики суміші				Критерії якості суміші, коефіцієнт	
	Кількість значень	Середній вміст, %	Стандартне відхилення, %	Коефіцієнт варіації	стабільності	повної утилізації
1 Біс східна уклінна лава	305	28,5	9,7	0,34	0,66	0,55
1 східна уклінна лава	200	31,7	5,8	0,19	0,81	0,88
1+6 східні уклінні лави	135	38,9	6,7	0,17	0,83	0,96

Таблиця 4 – Характеристика якості метаноповітряної суміші на різних ділянках трубопроводу

Об'єкт дегазації	Статистичні характеристики суміші				Критерії якості суміші, коефіцієнт	
	Кількість значень	Середній вміст, %	Стандартне відхилення, %	Коефіцієнт варіації	стабільності	повної утилізації
Заїзд 1 східної уклінної лави	18	32,7	8,6	0,26	0,74	0,83
Заїзд 6 східної уклінної лави	19	55,7	19,6	0,35	0,65	1,00
Породний ходок	6	37,2	8,6	0,23	0,77	1,00

Таблиця 5 – Характеристика якості метаноповітряної суміші в дегазаційних свердловинах

Об'єкт дегазації	Статистичні характеристики суміші				Показники якості суміші, коефіцієнт	
	Кількість значень	Середній вміст, %	Стандартне відхилення, %	Коефіцієнт варіації	стабільності	повної утилізації
1 східна уклінна лава						
Свердловини 20 <sup>0</sup>	31	33,6	11,1	0,33	0,67	0,74
Свердловини 45 <sup>0</sup>	30	53,6	14,3	0,27	0,73	1,00
∑ 20 <sup>0</sup> +45 <sup>0</sup>	31	45,3	12,1	0,27	0,73	0,97
6 східна уклінна лава						
Свердловини 20 <sup>0</sup>	24	33,9	10,7	0,31	0,69	0,79
Свердловини 45 <sup>0</sup>	23	66,8	11,2	0,17	0,83	1,00
∑ 20 <sup>0</sup> +45 <sup>0</sup>	24	59,8	7,6	0,13	0,87	1,00
1 Біс східна уклінна лава						
Свердловини 50 <sup>0</sup>	27	48,0	14,96	0,31	0,69	1,00
1 східна уклінна лава + 6 східна уклінна лава						
∑ 20 <sup>0</sup> +45 <sup>0</sup>	31	49,7	8,5	0,17	0,83	1,00

Аналіз результатів показав, що стабільні і, майже, повністю утилізуються метаноповітряні суміші, які сформувалися у результаті змішування окремих струменів із різних джерел. У процесі видобутку шахтного метану підземною дегазаційною системою необхідно застосовувати заходи по підвищенню вмісту метану і його стабілізації у суміші. Враховуючи, що основне розбавлення метану рудниковим повітрям відбувається у межах видобувних ділянок, необхідно своєчасно відключати аварійні свердловини від дегазаційної мережі або знижувати величину вакууму в них, якісно герметизувати гирло дегазаційних свердловин, або застосовувати нові досконалі конструкції герметизаторів.

У результаті проведеної роботи встановлено, що процес вилучення шахтного метану підземною дегазаційною системою супроводжується постійним і значним його розбавленням. Зниження вмісту метану в газоповітряній суміші від 60% до 20-15% відбувається в самих дегазаційних свердловинах і залежить від параметрів закладки свердловин та умов застосування. У процесі транспортування метаноповітряна суміш розбавляється додатково на 10-12 %. Комплексна оцінка якості суміші показала, що задовільною якістю характеризується суміш, яка формується у результаті змішування. Для підвищення якості метаноповітряної суміші необхідні розробка та запровадження відповідних заходів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Булат А.Ф. Научно-технические основы создания шахтных когенерационных энергетических комплексов / А.Ф. Булат, И.Ф. Чемерис. – К.: Наукова думка, 2006. – 175 с.
2. Денисенко В.П. Критерии качества метановоздушных смесей, извлекаемых дегазационными системами

ми шахт/ В.П. Денисенко, Н.Н. Лепило, Д.С. Чепурной, И.Н. Егоров // Алчевск. – 2008. – Вып. 26. – С. 115-127.

3. Бобин В.А. Современное состояние и перспективы угольной промышленности США / В.А. Бобин. М.: ВИНТИ, 1984. – 48 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Р.А. Фрумкіним 20.08.09*