

УДК 614.838

ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ В ШАХТАХ ВІД МЕТАНУ

Тюльпінюв Д. О., Тюльпінюв О. Д., Маслова О. С.

CLEANING OF AIR IN MINES FROM METHANE

Tyulpinov D. A., Tyulpinov A. D., Maslova O. S.

Розроблено спосіб очищення повітря в шахтах від метану, в якому збільшують оперативність перетворення шахтного метану у диоксид вуглецю. Зниження вмісту метану в шахтному повітрі призводить до зменшення горючих властивостей газової суміші, що покращує безпеку робіт в шахті. Шар каталізатору, при відсутності потоку повітря, постійно підігрівають до робочої температури.

Ключові слова: метан, безпека, шахта, окислення, каталізатор.

Вступ. В процесі видобутку вугілля, особливо з пластів розташованих на великій глибині, з'являються виходи метану, які створюють загрозу пожежі і вибуху в шахті при досягненні критичного вмісту горючого газу. Джерелом запалювання може бути іскра, яка випадково виникла навіть від удару металу об кремній. Забезпечення вибухобезпеки в цих умовах є дуже важливою задачею.

Над вирішенням цієї задачі працюють постійно. Так відомий спосіб боротьби із загазованістю повітря пристроями припливно-витяжної вентиляції [1]. Гранично допустимий вміст метану в шахті не повинен перевищувати 1% від загального об'єму атмосфери в шахті. Недоліком цього способу є те, що він добре працює при однорідній атмосфері в шахті і недостатньо реагує на викиди метану безпосередньо на місці видобутку вугілля і в місцях його скупчення.

Відомий спосіб очищення повітря в шахтах від метану, в якому до повільного процесу заміни всього об'єму повітря в шахті, що містить метан додається швидкий процес видалення з повітря тільки самого метану локально в місцях видобутку вугілля і місцях можливого скупчення метану та інших горючих газів [2,3]. До повільного процесу заміни всього об'єму повітря в шахті, що містить метан, додається процес видалення з повітря тільки самого метану локально в місцях видобутку вугілля і місцях можливого скупчення метану та інших горючих газів шляхом холоднополум'яного або каталітичного окислення в потоці повітря і де він розкладається на менш вибухобезпечні хімічні елементи, чим оперативно зменшується концентрація метану в шахтному повітрі. При цьому загазованість метаном стане 0,5 % об. Недоліком

цього способу є мала оперативність, що зумовлена необхідністю достатньо довгого часу розігріву шару каталізатору до робочої температури, при якій на поверхні каталізатора здійснюється реакція окислення метану.

Метою роботи є задача удосконалення способу очищення повітря в шахтах від метану шляхом зниження вмісту метану в шахтному повітрі, що призведе до зменшення горючих властивостей газової суміші і покращить безпеку робіт в шахті.

Для виконання мети необхідно розробити спосіб збільшення оперативності перетворення шахтного метану у диоксид вуглецю, дослідити процес перетворення метану у диоксид вуглецю в умовах, коли заздалегідь нагрівають шар каталізатору до робочої температури і постійно підтримують температуру шару каталізатора за рахунок постійного незначного нагріву, що компенсує теплові витрати крізь стінки реактора.

Експериментальна частина. Дослідження процесу окислення метану проводили на лабораторній установці (рис.1).

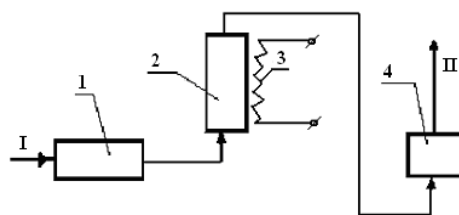


Рис. 1. Схема лабораторної установки:

1 – повітродувка; 2 - реактор з шаром каталізатора; 3 - електричний обігрівач; 4- охолоджуючий кондиціонер. Потіки: I - метаноповітряна суміш; II- гази, що виходять з реактора.

Пропонований спосіб здійснюється в наступній послідовності. Електричним обігрівачем 4 заздалегідь нагрівають шар каталізатора до робочої температури і постійно підтримують температуру шару каталізатора за рахунок постійного незначного нагріву, що компенсує теплові витрати крізь стінки реактора. Метаноповітряну суміш, в разі перевищення вмісту метану в повітрі шахти більш ніж 1 % об., повітродувкою 1, подають в реактор з шаром каталізатора 2, де метан окислюють киснем повітря, яке очищають, на каталізаторі,

селективному по реакції окиснення метану киснем до диоксиду вуглецю і пари води: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Гази II, що виходять з реактора 2 направляють через охолоджуючий кондиціонер 4 в шахтне повітря.

Вивчення впливу технологічних параметрів на процес окиснення метану проводили на лабораторній установці. Досліджувалося окиснення на катализаторі СТК-1.

При пуску реактора заздалегідь шар катализатора розігрівався на потоці повітря до необхідної температури. Після цього потоки повітря і природного газу поступали через змішувач і газорозподільні ґрати в реактор, де на поверхні катализатора відбувалася реакція окиснення метану.

Склад газів, що виходять з реактора, аналізувався за допомогою комп'ютера-газоаналізатора Riken-keiki та розрахунком матеріального балансу. Визначався зміст оксиду вуглецю.

Результати експериментів та їх обговорення.

Вплив температури процесу на емісію оксиду вуглецю вивчався в інтервалі від 250 до 700°C. З отриманої залежності видно (рис. 2), що найбільший ступінь окиснення досягається в інтервалі температур 500 - 650°C. Подальше підвищення температури не призводить до значного зниження концентрації оксиду вуглецю в газах, що відходять, отже, не є економічно доцільним.

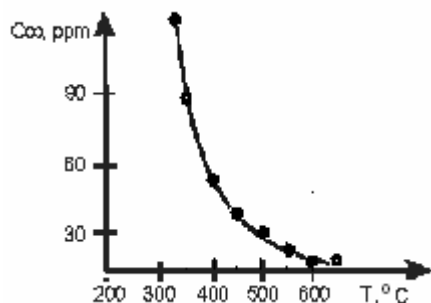


Рис. 2. Залежність концентрації оксиду вуглецю від температури шару катализатора (Т) при об'ємній швидкості (w) 4000 годину⁻¹, лінійної швидкості потоку (V), віднесеної до вільного перетину реактора 0,3 м/с, концентрації метану в початковій суміші 4% об.

Залежність змісту концентрації оксиду вуглецю (C_{co}) від лінійної швидкості (V) носить лінійний характер (рис. 3). Для збереження постійного значення об'ємної швидкості при зміні лінійної швидкості змінювали кількість катализатора у реакторі. При певних значеннях лінійної швидкості зміст оксиду вуглецю знаходиться в межах допустимих концентрацій.

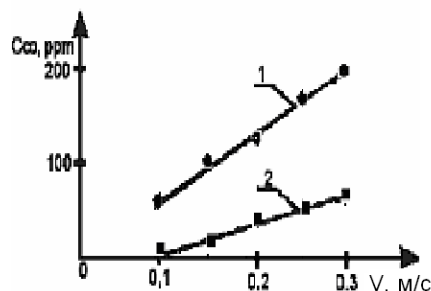


Рис. 3. Залежність концентрації оксиду вуглецю від лінійної швидкості потоку при початковій концентрації метану в суміші 6%: 1 – w = 10000 годину⁻¹; 2 – w = 6000 годину⁻¹.

На ефективність процесу окиснення значний вплив робить об'ємна швидкість газового потоку (рис. 4). Проведені дослідження при зміні температури шару катализатора до температури 600°C і лінійної швидкості 0,2 м/с з різним вмістом метану в початковому потоці. При певних значеннях об'ємних швидкостей можна досягти граничнодопустимих концентрацій оксиду вуглецю в газах, що відходять.

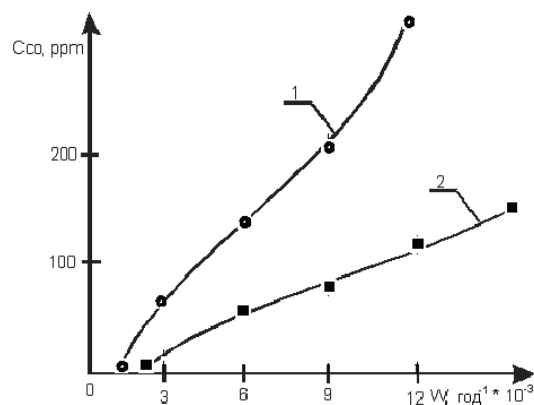


Рис. 4. Залежність концентрації оксиду вуглецю від об'ємної швидкості. Лінійна швидкість потоку дорівнює 0,3 м/с. Концентрація метану: 1 - 8% об.; 2 - 6% об.

В залежності від об'єму катализатора і діаметра пристрою з катализатором час розігріву шару катализатора триватиме від 15 хвилин (при діаметрі шару катализатора 5 см) до 6 годин (реактор шахтного типу діаметром 1 - 3 м).

Висновки. Розроблений спосіб відноситься до техніки безпеки у вугільній промисловості, а саме до способів і пристроїв що забезпечують безпеку працюючих шахтарів безпосередньо в забою і штреках в процесі видобутку вугілля при вірогідності викидів метану, а також може застосовуватися на будь-яких об'єктах, аж до приміщень житлових будинків, де є необхідність ліквідації скупчення горючих газів.

Використання каталітичного методу окиснення метану дає можливість значно збільшити безпеку процесу видобування вугілля. Спосіб очищення

повітря в шахтах від метану полягає в каталітичному окисленні метану в якому шар каталізатора в реакторі, при відсутності потоку повітря, постійно підігрівають до робочої температури.

Література

1. Правила безпеки у вугільних шахтах (НПАОП 10.0-1.01-05) [Електронний ресурс] http://jobsafety.com.ua/ids_op/date_full/1092_360_1.html.
2. Декл. пат. на корисну модель № 36095 Україна, МПК (2006) E21F 3/00. Спосіб очищення повітря в шахтах від метану / В. П. Кисельов, Ю. В. Кисельов (Україна);- № у 2008 06811; заявл. 19.05.2008; опубл. 10.10.2008; бюл. № 19, 2008 р.
3. Декл. пат. на корисну модель № 37686 Україна, МПК (2006) E21F 3/00, E21F 7/00. Спосіб очищення повітря в шахтах від метану / В. П. Кисельов, Ю. В. Кисельов (Україна);- № у 2008 06793; заявл. 19.05.2008; опубл. 10.12.2008; бюл. № 23, 2008 р.

References

1. Pravila bezpeki u vugil'nih shahtah (NPAOP 10.0-1.01-05) [Elektronnij resurs] http://jobsafety.com.ua/ids_op/date_full/1092_360_1.html.
2. Dekl. pat. na korisnu model' № 36095 Ukraïna, MPK (2006) E21F 3/00. Sposib ochishhennja povitrtja v shahtah vid metanu / V. P. Kisel'ov, Ju. V. Kisel'ov (Ukraïna);- № u 2008 06811; zajavl. 19.05.2008; opubl. 10.10.2008; bjul. № 19, 2008 r.
3. Dekl. pat. na korisnu model' № 37686 Ukraïna, MPK (2006) E21F 3/00, E21F 7/00. Sposib ochishhennja povitrtja v shahtah vid metanu / V. P. Kisel'ov, Ju. V. Kisel'ov (Ukraïna);- № u 2008 06793; zajavl. 19.05.2008; opubl. 10.12.2008; bjul. № 23, 2008 r.

Тюльпинов Д. А., Тюльпинов А. Д., Маслова О. С. Очистка воздуха в шахтах от метана

Разработан способ очистки воздуха в шахтах от метана, в котором увеличивают оперативность

превращения шахтного метана в диоксид углерода. Снижение содержания метана в шахтном воздухе приводит к уменьшению горючих свойств газовой смеси, что улучшает безопасность работ в шахте. Слой катализатора, при отсутствии потока воздуха, постоянно подогревают до рабочей температуры.

Ключевые слова: метан, безопасность, шахта, окисление, катализатор.

Tyulpinov D. A., Tyulpinov A. D., Maslova O. S. Cleaning of air in mines from methane

The way of cleaning the air in the mines of methane, this increases the efficiency of conversion of methane to carbon dioxide. The increases of operation ability of method arrive at to those, that preliminary heat the layer of catalyst to the working temperature and constantly support the temperature of layer of catalyst due to the permanent heating. The decline of maintenance of methane in mine air results in diminishing of combustible properties of gas mixture, which improves safety of works in a mine. The developed method can be used on any objects, up to the apartments of dwelling-houses, where the necessity of liquidation of accumulation of combustible gases is.

Keywords: methane, safety, mine, oxidization, catalyst.

Тюльпинов Дмитро Олександрович - к.т.н., науковий співробітник, ТОВ "Науково-проектний інститут хімічних технологій "Хімотехнологія" м. Северодонецьк. tmitek@rambler.ru

Тюльпинов Олександр Дмитрович - к.т.н., доцент, доцент кафедри технології неорганічних речовин та екології, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). tyulpi@rambler.ru

Маслова Ольга Сергіївна - студентка гр. ПЕО-29д, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). olenkasever@vandex.ru

Рецензент: **Суворін О. В.** - д.т.н., доцент

Стаття подана 04.11.2013