

КОМБІНОВАНИЙ СПОСІБ ВИДОБУВАННЯ БІДНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ ПРИ ДЕГАЗАЦІЇ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ ТА ЇХ АДАПТАЦІЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ПЕРЕРОБКИ

Представлені результати розробки технології комплексного використання газу метану попередньої дегазації вугільних пластів, а також біогазів виробничої діяльності людини. Представлена технологічна схема такої установки і області її застосування.

Представлены результаты разработки технологии комплексного использования газа метана предыдущей дегазации угольных пластов, а также биогазов производственной деятельности человека. Представлена технологическая схема такой установки и области ее применения.

Results of development the technology of complex usage the methane from degasation of coal mines together with biogas from industrial human activity are suggested. Technological scheme of such installation and sphere of its application is presented.

Вступ. Покращення стану енергетичного забезпечення нашої держави вимагає провадити переорієнтацію паливно-енергетичного комплексу України на використання нових альтернативних джерел енергії. Одним із таких джерел є метан вугільних родовищ. Нині цей невідновлюваний енергоресурс мало використовується промисловістю, притому, що попутне видобування цього газу на вугільних шахтах складає великі обсяги, а за його запасами наша держава посідає четверте місце у світі.

Згідно даних Національної комісії регулювання електроенергетики України (НКРЕ України) у вугільних родовищах на теренах нашої держави знаходяться значні запаси метану 12–22 трлн м³. Більша частина запасів газу метану знаходиться у сорбованому стані інша (менша) – у розчиненому або вільному. Видобуток метану на шахтах вугільних басейнів України дорівнює 0,9 трлн м³. На більшості з них дегазація вугільних пластів є необхідністю забезпечення безпеки видобутку вугілля. Згідно даних Міністерства енергетики та вугільної промисловості України на 62 вугільних шахтах забезпечується дегазація вугільних пластів, при цьому біля 96 % метану (близько 80 млн м³) викидається у атмосферу і лише 4 % газу утилізується.

Критичний аналіз існуючих досягнень і публікацій. Екологічно чиста утилізація метану обумовлена фізичними властивостями, які дають можливість повністю спалювати його при використанні когеренераційних технологій в замкнутому циклі очищення й переробки продуктів згоряння. Основним з отриманих продуктів є вуглекислий газ. Сучасні технології дозволяють відбирати його і нагнітати у вугільні пласти для подальшого захоронення. При цьому вирішується важлива проблема зниження викиду парникових газів до атмосфери. Досить перспективним вважаються також технології нагнітання азоту N₂ (як інертного газу) у вугільні пласти. Нагнітання згаданих газів сприяє виділенню сорбованого метану із вуглевміщуючої товщі. Особливу зацікавленість до подібних технологій проявляють у США, Австралії, Англії, Німеччині, Китаї, Японії та ін. Саме у цих країнах дослідження з витіснення метану із вугільних пластів та бічних порід за допомогою вуглекислого газу та азоту доведені до промислового впровадження [1, 2].

Створення мобільного енергохімічного комплексу на базі поверхневої модульної дегазаційної установки дає можливість створити підприємство, що забезпечує інтенсивну дегазацію, якісну і комплексну переробку метану вугільних родовищ, різноманітність видобутку кінцевого продукту у вигляді теплової, електричної енергії та хімічної сировини.

Рентабельність та ефективність таких підприємств пов'язана, у першу чергу, зі зростанням ціни на нафту та природний газ. Протягом багатьох років вугілля показувало достатню стабільність на біржових торгах, проте, останніми роками його ціна стабільно зростає. До цього призводять значні витрати на видобуток, збагачення, транспортування і підготовку до технологічного циклу. Крім цього, спостерігається ускладнення гірничо-геологічних умов, зниження якості видобутого вугілля через присікання пустих порід, підвищення відстані між видобувними підприємствами і споживачами сировини, а також іншими проблемами, пов'язаними з підготовкою вугілля до переробки та використання у технологічних циклах.

Одним із найбільших недоліків, що спостерігаються при дегазації вуглепородного масиву на шахтах України, є низький вміст метану у дегазаційних сумішах, що видаються на поверхню за допомогою вакуум-насосів. Лише у поодиноких випадках метан утилізується і використовується як хімічна сировина, паливо для двигунів внутрішнього згорання або енергетична сировина у когенераційних установках. У більшості випадків це газові суміші з низьким вмістом горючих газів. У багатьох випадках їх промислове використання вимагає додаткових заходів безпеки, адже при зниженні концентрації зростає вибухонебезпечність метану. Для вирішення даної проблеми застосовуються різні методи, у тому числі, спеціальні гірничі виробки, які ізолюються від гірського масиву за допомогою тампонування закріпного простору, газгольдерів (що при великих об'ємах метану є майже неможливим), а також додають до газоповітряної суміші природний газ тощо.

Формування мети та задачі дослідження. Метою роботи є розробка технологічної схеми комплексного використання суміші газу метана попередньої дегазації шахт та біогазу виробничої діяльності людини для створення додаткового енергетичного джерела.

Основна частина. Загальновідомо, що у вуглевидобувних регіонах суттєву проблему має газ метан, який по тріщинах вуглепородного масиву потрапляє у жилі та промислові приміщення і створює загрозу для життя і здоров'я людей. Іншим суттєвим джерелом виділення метану в атмосферу (сприяє глобальному потеплінню) є сільське господарство. Сучасний розвиток суспільства, технологій і техніки призводить до росту споживання електричної та теплової енергії.

Вирішення цих проблем потребує:

- знайти спосіб для утилізації метаноповітряних сумішей із низькою концентрацією метану;
- забезпечити переробку сільськогосподарських відходів із отриманням додаткових джерел енергії;
- знайти екологічно безпечний спосіб утилізації метану та сільськогосподарських відходів.

Одним із рішень поставлених завдань є створення маловідходної комплексної технології з видобутку і переробки бідних метанових сумішей.

Для створення технологічного комплексу з земної поверхні буряться вертикальні або похило-горизонтальні свердловини, на поверхню Землі. В усті дегазаційних свердловин встановлюються вакуум-насоси і формується зона розвантаження у вуглепородному масиві, що забезпечує вихід метаноповітряної суміші на поверхневий комплекс. За допомогою обладнання поверхневого комплексу відбувається змішування дегазаційної суміші з біогазом, отриманим шляхом бродіння біомаси у біогазових установках. Далі така суміш подається у силові агрегати для вироблення електроенергії, теплої води та пари. Основним джерелом метану при такій схемі є відпрацьовані вугільні шахти. Перевага таких шахт – це можливість регулювання об'ємів надходження метану та відсутність необхідності відбору метаноповітряної суміші, яка існує під час розробки вугільних пластів, адже основною метою дегазації в таких умовах є забезпечення відповідних правил безпеки умов шахтарської праці.

Наведений спосіб дегазації вуглепородного масиву, збагачення дегазаційних сумішей і їх переробки дає можливість утилізації бідних дегазаційних сумішей, підвищення їх енергетичної цінності з забезпеченням потрібної концентрації метану, що дає можливість:

- отримання тепла, електроенергії та енергетичного газу на місці дегазації вугільного пласта (свити пластів, відробленого простору);
- локалізації викидів газів дегазації, утилізації відходів сільськогосподарського виробництва ;
- забезпечення функціонування метантенків протягом всього року в замкнутому технологічному циклі;
- отримання добрив.

За рахунок цього забезпечується вироблення дешевої електроенергії й тепла на енергогенеруючих установках, паливного газу (метану) й добрив на місці дегазації вуглепородного масиву. Протягом всього року забезпечується ефективність і екологічність процесу дегазації вугільних пластів та переробки відходів сільського господарства.

На рис. 1 представлений загальний вигляд технологічної схеми підвищення енергетичної цінності газів свердловинної дегазації вуглепородного масиву при розробці вугільних пластів [3].

При реалізації способу ділянка вугільного пласта розкривається дегазаційною свердловиною 1 (вертикальна або похило-горизонтальна), для здійснення дегазації до ведення очисних робіт, під час ведення очисних робіт і після проходження ділянки дегазації очисним вибоєм.

За допомогою вакуум-насоса 2, який встановлюється в усті свердловини на поверхні землі, формується зона вилучення шахтного метану з вуглепородного масиву. По свердловині газ дегазації направляється у резервуар 4 для змішування з біогазом який містить 60–90 % метану. Збагачені таким чином газ дегазації (26–44 % CH_4) під тиском 0,6–1,6 МПа направляються на газотурбінну (газопоршневу) установку 5 для вироблення електроенергії. Тепло вихлопних газів газотурбінної (газопоршневої) установки із залишковим тиском 0,4–0,6 МПа направляється до котла 6, де виробляється пара та тепла вода. Пара направляється на паротурбінну установку 7 для отримання електроенергії, тепла вода по трубопроводу 8 подається до кожуху 14 біогазової установки 3. При періодичному змішуванні за допомогою гвинта мішалки 11 помеленої біомаси

12 (відходи годівлі рогатої худоби й свійських птахів, відходи асенізації, продукти переробки соняшника й буряка, мелена солома, фураж, листя, тощо) відбуваються процеси бродіння. Двигун отримує електрострум, який надходить по проводу 9 і виробляється на газотурбінній установці 5.

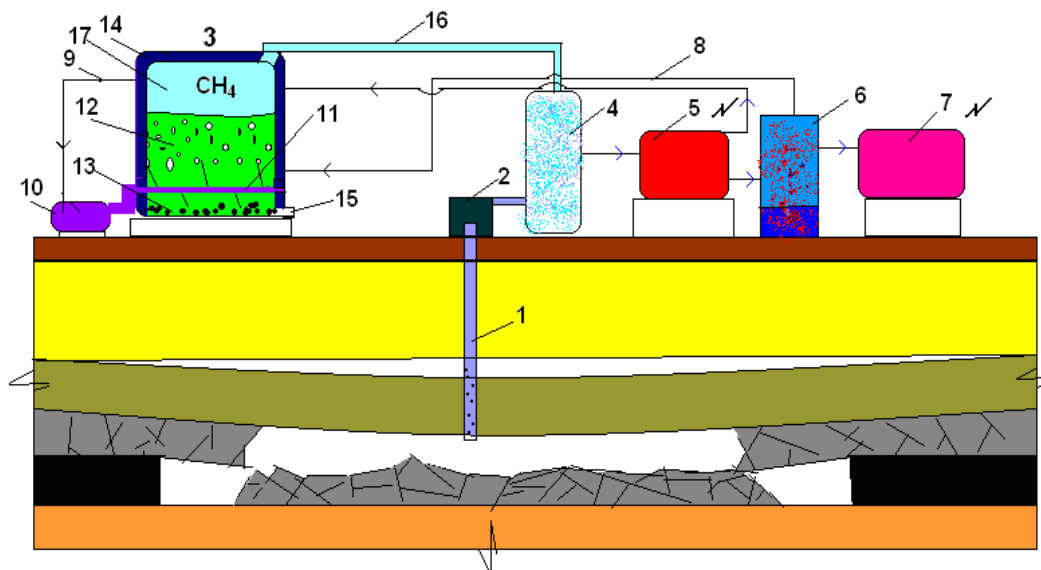


Рис. 1. Спосіб дегазації вуглепородного масиву при розробці вугільних пластів (на відпрацьованих шахтних полях): 1 – дегазаційна свердловина; 2 – вакуум-насос; 3 – біогазова установка; 4 – резервуар для змішування газів дегазації та біогазу; 5 – газотурбінна установка; 6 – котел; 7 – паротурбінна установка; 8 – трубопровід гарячої води ($T = 40-60\text{ }^{\circ}\text{C}$); 9 – провід електроструму до двигуна гвинта мішалки біомаси; 10 – двигун гвинта мішалки біомаси; 11 – гвинт мішалки біомаси; 12 – біомаса; 13 – продукти біорозпаду (добриво); 14 – кожух з теплою водою; 15 – отвір для випуску продуктів біорозпаду (добриво); 16 – газопровід; 17 – газгольдер

Під дією тепла у біогазовій установці 3 відбуваються процеси бродіння біомаси, що забезпечує розмноження та ріст бактерій (метано-агентів) з отриманням біогазу, значну частину якого складають метан (CH_4 – 50–90%) і вуглекислий газ (CO_2) та продукти біорозпаду 13 органічної маси, що являють собою знезаражене добриво, одна тонна якого еквівалентна 4 тоннам азотно-фосфатних добрив, що виробляються у промисловості.

Біогаз накопичується у верхній частині (газгольдері 17) біогазової установки 3 з продуктивністю $0,3-0,9\text{ м}^3$ на 1 кг органічної сировини, а продукти біорозпаду 13 виводяться за допомогою гвинта мішалки біомаси 11 через отвір для випуску продуктів біорозпаду (добриво) 15.

Термін процесу переробки біомаси у біогаз та добрива з коефіцієнтом корисної дії 0,9 становитиме 8–20 діб, прискорення процесу можливо до однієї доби за рахунок інтенсивного перемішування, підтримання постійної температури для бродіння, використання якісної фітомаси. Теплота згоряння отриманої газової суміші складатиме $11,43-20,2\text{ МДж/м}^3$. Потужність енергетичного комплексу по електроенергії складе $4572-10486\text{ кВт}$, по теплу $3,9-9\text{ Гкал}$, при вартості 1 кВт $0,21-0,32\text{ грн}$. Також можливе використання одержаної газової суміші замість природного газу залежно від потреб споживачів та сезонних коливань пікових навантажень на мережу газопостачання.

Запропонована технологічна схема дозволяє розширити область застосувань та ефективного використання технології дегазації вугільних пластів, локалізувати негативну дію процесу дегазації вугільних пластів на довкілля, забезпечити ефективну, комплексну переробку відходів у паливний газ та знезаражене добриво, зробити процес переробки суміші газів дегазації та біогазу у замкнутому технологічному циклі на компактному й мобільному біодегазаційному енергетичному комплексі.

Концептуальний розвиток технології дегазації вугільних пластів та утилізації метану являє собою комплекс завдань які необхідно вирішити щонайближчим часом:

- комбінування попередньої дегазації вугільних пластів, під час ведення гірничих робіт і після їх закінчення з застосуванням направлено буріння дегазаційних свердловин;
- дегазація відпрацьованих шахтних полів, що поліпшить екологічну ситуацію та підвищить безпеку у жилих та промислових приміщеннях, де є небезпека виділення метну;
- моделювання напружено-деформованого стану порід з урахуванням простору і часу ведення очисних робіт для визначення місць скупчення метану, в порожнинах, над виробленим простором з метою закладення дегазаційних свердловин;
- максимально комплексне використання метану вугільних родовищ, у тому числі у суміші з природним газом та метаном, що утворюється у біогазових установках;
- кондиціонування шахтного повітря за рахунок спалювання метану вугільних шахт;
- розвантаження масиву та підвищення тиску у газоємних породах та вугільних пластах для покращення газовіддачі для інтенсифікації процесів десорбції та дифузії метану за рахунок ефективного підбору бінарних газів, включаючи вуглекислий газ (CO_2) і азот (N_2).

Висновки. Комбінування різних способів видобутку метану з застосуванням технологічних схем замкнутого циклу дає можливість адаптувати бідні дегазаційні суміші до технологічного циклу з переробки відходів сільського господарства, отримання з них біогазу, добрив, електричної, теплової енергії за когенераційною схемою та газових моторних палив, що забезпечує комплексність використання вторинних ресурсів, екологічність і ефективність процесу дегазації вугільних пластів.

Список літератури

1. Сторишко В.Е, Кирик Г.В, Стадник А.Д. Новые технологии и оборудование для увеличения метаноотдачи угольных пластов // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. - Дніпропетровськ, 2008. – С. 40–46.
2. Szlązak N., Tor A., Jakubów A., Gatnar K. Methane as a Source of Energy in an Air-Conditioning System in “Pniówek” Coal Mine // International Mining Forum 2004. – P. 83-98
3. Патент на корисну модель №50709 МПК (UA). Спосіб дегазації вуглепородного масиву при розробці вугільних пластів / В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, М.М. Табаченко, В.Ю. Медяник, Ю.В. Сорбат. - Опубл. 25.06.2010. Бюл. № 12.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бузилом В.І.
Надійшла до редакції 27.03.2012*