

УДК 621.863

ЖУКОВА Н.І., канд. техн. наук,

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

СМОЛЯР В.Г., інженер,

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

ЯВОРСЬКИЙ В.С., магістр,

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ ЯК ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ ВТОРИННИМ ПАЛИВОМ

Існує велика група вугілля, яку за складом і властивостями доцільно використовувати як сировину до отримання вторинного палива та негорючих продуктів. За наявних технологій і методів видобутку певні види вугілля є нерентабельними до освоєння. У статті запропоновану нову енергозберігаючу технологію газифікації вугілля.

Ключові слова: *вугілля, підземна газифікація, газогенератор, корисні копалини, енергетика.*

Существует большая группа угля, которую по составу и свойствам целесообразнее использовать как сырье для получения вторичного топлива и негорючих продуктов. Технология подземной газификации позволяет привлечь к разработке угольные запасы, которые в условиях современности не могут быть рентабельно освоены традиционными методами добычи.

Ключевые слова: *уголь, подземная газификация, газогенератор, полезные ископаемые, энергетика.*

There is a large group of coal, which according to composition and properties it is expedient to use as raw material for reception of secondary fuel and non-fuel products. The technology of underground gasification allows involving in the development of coal reserves, which in modern conditions cannot be profitable to master the traditional methods of coal mining.

Keywords: *coal, underground gasification, gas generator, minerals, power engineering.*

Особливі умови залягання вугільних пластів потребують нових способів розробки запасів [1]. Одним з дієвих способів є підземна газифікація. Через труднощі забезпечення України природним газом ця проблема набуває особливої актуальності. В Україні понад 40,1 млрд. т запасів вугілля придатні до підземної газифікації. Нині за допомогою цієї технології можна відпрацювати близько 20 млрд. т балансових, 3,8 млрд. т забалансових запасів кам'яного вугілля та 1,1 млрд. т балансових і 0,2 млрд. т забалансових запасів бурого вугілля.

У світі існує тенденція до поширення технології підземної газифікації вугілля (ПГВ). Світовими лідерами у галузі впровадження проектів щодо газифікації та їх

реалізації є Австралія, Англія, США, Індія та Китай. Ці проекти постійно вдосконалюють, впроваджуючи нові технологічні схеми та заходи у сфері управління.

Інвестиційні проекти ПГВ в сучасних умовах розглядають в двох основних апробованих у промисловій практиці варіантах. До першого відносяться підприємства ПГВ, продуктом яких є газ з теплотою спалювання понад 5,0 МДж/м³, придатний до виробництва теплової енергії. До другого – енергохімічний комплекс «ПГВ-ТЕС», у схемі якого використовують техніко-технологічні рішення, що підвищують коефіцієнт корисної дії (ККД) через використання парогазових установок. Застосування комплексу передбачає переробку вихідних продуктів газифікації, що покращує екологічний стан довкілля через зменшення техногенного навантаження.

Впровадження в практику проектування гірничих підприємств на базі технології ПГВ дає змогу залучити до розробки вугільні запаси, які в умовах сучасності не можуть бути рентабельно освоєні традиційними методами видобутку [1].

Аналіз сучасного стану технології свердловинної підземної газифікації вугілля в зонах геологічних порушень гірського масиву з великим амплітудами зміщення виявив негативні явища, що впливають на матеріально-тепловий баланс процесу газифікації, погіршуючи енергетичні показники генераторного газу та підготовку газогенераторів.

На основі аналізу експериментальних даних температур, деформацій, якісних та кількісних показників отриманого паливного генераторного газу встановлено час виходу підземного газогенератора на ефективний режим вигазовування.

Економічна оцінка, проведена на основі розрахунку коефіцієнта економічної ефективності, підтверджує доцільність застосування технології свердловинної підземної газифікації під час вигазовуванні вугілля в зонах геологічної порушеності гірського масиву за довжини газогенераторів не менш як 200 м для покриття витрат на отримання товарної продукції [2].

Одним із можливих способів покращення технології ПГВ є інтенсифікація процесу свердловинної ПГВ малопотужних пластів вугілля [3]. Слід зазначити, що свердловинна підземна газифікація вугілля (СПГВ) дає можливість відпрацьовувати залишені тонкі вугільні пласти, в тому числі в складних гірничо-геологічних умовах. Світовий досвід показує, що видобування таких запасів традиційним способом є недоцільним через високу собівартість, негативне екологічне навантаження на навколишнє середовище та підвищений ризик для шахтарів.

Інтенсифікація газифікації малопотужних пластів відбувається завдяки одночасному впровадженню в роботу різнорівневих газогенераторів. Суть цієї технології полягає в тому, що розроблені технологічні схеми відпрацювання вугільних пластів, в яких зосереджені диз'юнктивні та плікративні геологічні порушення, дають можливість вигазовувати вугілля, використовуючи вертикально-похило-горизонтальні свердловини за рахунок переходу геологічного порушення поза зоною впливу підвищеного гірничого тиску. Такий спосіб проведення траси свердловин дозволить утримувати дуттєву та газовідвідну свердловини в породах з мінімальними деформаціями. Стабільність газифікації вугілля, під час переходу малоамплітудного геологічного порушення, забезпечується достатньою герметизацією підземного газогенератора та попередньою закладкою зони підвищеної тріщинуватості.

Технологія підземної газифікації є ефективною у відпрацюванні тонких та вельми тонких вугільних пластів на малих і середніх глибинах залягання із забезпеченням ефективного управління процесом газифікації на новому якісному і кількісному рівнях.

Технологічні схеми переходу геологічних порушень підземними газогенераторами та сумісного відпрацювання свити вугільних пластів дають можливість більш компактно виконувати роботи із газифікації при підвищеній продуктивності самої станції та збільшенні мобільності її окремих модулів [3].

Наявний досвід має певні практичні та теоретичні напрацювання. Розвиток в Україні технологій ПГВ є однією з потенціальних можливостей отримання дефіцитного й недорогого газоподібного палива. Існують дві технологічні схеми підземної газифікації вугілля:

- подача дуття з боку вигазованого простору цілика при відводі газу через вигазований простір;

- подача дуття з боку вигазованого простору, відведення газу з боку цілика вугілля через випереджаючі свердловини для його термічної підготовки.

У разі використання повітряного дуття отримують газ низької калорійності з теплотворною здатністю порядку 4 МДж/м³. Даний продукт придатний для використання в газотурбінних установках або котельнях і ТЕЦ.

Метод ПГВ з керованим переносом точки подачі дуття вирішує завдання контрольованого реагування окислювача з вогневим забоем пласта, але реалізація цього методу не передбачає гідравлічно пов'язаної системи між свердловинами. При цьому експлуатація свердловин газогенераторів не забезпечує повноти вигазовування вугільного пласта [4].

У Франції роботи з ПГВ відбувалися на пластах потужністю до 2 м з глибиною залягання до 2 км (запаси вугілля складали 2 млрд. т). Планувалося отримати 150 млрд. м³ газу під час переробки 1 млрд. т вугілля. Експериментальні дослідження з ПГВ також проводились в Бельгії та Іспанії. У Бельгії реалізовано спільний бельгійсько-німецький проект ПГВ на глибинах залягання вугільних пластів понад 1000 м під тиском до 3 МПа. Техніко-економічна оцінка запропонованих у проекті рішень підтвердила економічну доцільність газифікації 40–80 тис. т вугілля на одну пару свердловин.

Вивчення, освоєння та вдосконалення технології ПГВ на менших глибинах здійснюється в ряді європейських країн (Бельгія, Франція, Німеччина, Англія, Нідерланди, Іспанія). Для експериментальних досліджень було вибрано район з типовими для Західної Європи вугільними пластами в Іспанії. Головною відмінністю натурних досліджень ПГВ в Іспанії є підвищений до 5,3 МПа тиск в газогенераторі. Отриманий в результаті газифікації газ легко очищується від вугільної кислоти й сірководню. Це дозволяє одночасно вирішити дві проблеми: підвищення теплоти згорання газу до 14 МДж/м³ і вловлювання сірководню. Це означає, що газифікація вугілля з великим вмістом сірки та вуглекислоти є достатньо доцільною і за економічними, і за екологічними критеріями.

Останнім часом дослідницькі роботи з ПГВ активно відбуваються в Китаї та Австралії. У Китаї переважала шахтна підготовка підземних газогенераторів до

газифікації, глибина закладення яких перевищувала 100 м. Усього було закладено 10 ділянок ПГВ.

Великий інтерес становить комерційний проект підприємства «ПГВ-ТЕС» в Австралії. Згідно з проектом газ ПГВ використовують у комбінованому парогазовому циклі зі сумарною електричною потужністю 67 МВт. Продуктивність підземного генератора – 100 тис. м³/год за теплоти згорання до 6 МДж/м³. Робочий тиск пароповітряної суміші становить 1 МПа.

Роботи з ПГВ також проводяться в країнах близького зарубіжжя, зокрема – в Казахстані. Проблемою енергетичної галузі Казахстану є критичний рівень забезпечення паливом Південної енергетичної зони, що не відповідає вимогам енергетичної безпеки і незалежності, а також екологічної прийнятності. Вугілля, яке складно видобувати традиційними способами, під час застосування ПГВ можна залучити в паливно-енергетичний баланс регіону. Це може стати новим напрямом в енергетиці Казахстану і надасть змогу вирішити енергетичну проблему країни.

В Україні за участю зарубіжних науковців здійснюється реалізація спільного проекту «HUGE: воднево орієнтована підземна газифікація для Європи». Розроблені сучасні схеми підземних газогенераторів дають можливості розширити застосування підземної газифікації на малих і середніх глибинах залягання вугілля.

Здійснення проектів з переведення шахт України у розряд газовидобувних дасть можливість зменшити бюджетні витрати на закриття неперспективних шахт приблизно на 50...60 %, знизити соціальне навантаження під час закриття шахт, створюючи додатково 40...50 робочих місць на одну свердловину та розвинути інфраструктуру відповідних регіонів.

Завдання отримання в довгостроковій перспективі штучного газу і його постачання споживачам можна вирішити застосуванням багатосвердловинного видобутку. Технології ПГВ, розроблені та адаптовані до геологічних умов Львівсько-Волинського басейну, Олександрійського буровугільного родовища, Західного Донбасу тощо), є ефективними і мають великі перспективи у зв'язку зі зростанням потреб України в паливних ресурсах.

Впровадження нових технологій газифікації вугілля дозволить певною мірою вирішити проблему стабілізації паливно-енергетичного балансу країни та створення резерву часу для розвитку вугільної промисловості [5]. Розвиток цього напрямку дозволить забезпечити газом райони, віддалені від родовищ природного газу та магістральних газопроводів.

Висновок. Однією з актуальних проблем сьогодення, яка потребує вирішення, є автоматизація технологічних процесів ПГВ. Можливості сучасних систем автоматизації дозволяють здійснювати контроль та моніторинг технологічних процесів ПГВ і, як наслідок, покращити економічні та екологічні показники, зменшити техногенне навантаження на довкілля.

Україна має великий науково-виробничий потенціал, що створює реальну можливість вирішити паливно-енергетичну проблему шляхом застосування ПГВ. Це дозволить вивести країну з розряду енергодефіцитних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Саїк П. Розвиток та впровадження технології підземної газифікації вугілля / П. Саїк, В. Лозинський // Школа підземної розробки / П. Саїк, В. Лозинський. – Бердянськ, 2016. – С. 63–64.
2. Лозинський В.Г. Обґрунтування параметрів технології свердловинної підземної газифікації вугілля в зонах геологічної порушеності гірського масиву: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.02 / Лозинський Василь Григорович – Дніпропетровськ, 2015. – 20 с.
3. Лозинський В. Інтенсифікація процесу свердловинної підземної газифікації вугілля малопотужних вугільних пластів / В. Лозинський, П. Саїк. // Школа підземної розробки / В. Лозинський, П. Саїк. – Бердянськ, 2016. – С. 39–40.
4. Перов М.О. Перспективи підземної газифікації вугілля при відпрацюванні його залишкових запасів на шахтах України / М.О.Перов, В.М.Макаров, І.Ю.Новицький, О.П. Жуков // Проблеми загальної енергетики. – 2012. - №2. – С.58 – 64.
5. Смоляр В.Г. Перспективи видобутку бурого вугілля в Україні з подальшою його газифікацією / В.Г.Смоляр // VIII Міжнар. наук.-техн. конф. «Енергетика. Екологія. Людина». Секція 6 (С6) «Ресурсозбереження і екологічна безпека технологічних процесів промислового і цивільного будівництва». – К.: НТУУ «КПІ». – 28.04.2016. – С. 66-69.