

УДК 504.06: 622.278

**ПЕРСПЕКТИВИ ТА НЕДОЛІКИ
СВЕРДЛОВИННОЇ ПІДЗЕМНОЇ
ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ***Д.О. Кошка**Національний гірничий університет, Дніпропетровськ*

Проведено аналіз передумов застосування свердловинної підземної газифікації вугілля, а саме загальне зростання цін на енергоносії, внаслідок виснаження запасів останніх. Особливо це стає актуальним для країн, що володіють великими запасами вугілля. Доведено, що, незважаючи на перспективний характер технологій свердловинної підземної газифікації вугілля, їх сучасні варіанти мають потребу в серйозних доробках, у тому числі тих, які дозволять знизити їхню екологічну небезпеку.

Проведен анализ предпосылок применения скважинной подземной газификации угля, а именно общий рост цен на энергоносители, вследствие истощения запасов последних. Особенно это становится актуальным для стран, которые владеют большими запасами угля. Доказано, что, несмотря на перспективный характер технологий скважинной подземной газификации угля, их современные варианты требуют серьезных доработок, в том числе тех, которые позволят снизить их экологическую опасность.

Вступ

В умовах світової економічної кризи та переходу на світові ціни на газ, Українська промисловість зіштовхнулася із проблемою енергетичного голоду та зниження рентабельності багатьох галузей виробництва. Все це через застарілі, ще радянські, технології котрі були розраховані на великі обсяги дешевого газу. В умовах стагнації економіки це не дуже помітно, але по закінченні кризи нам знадобляться величезні об'єми дешевої та чистої енергії. Нетрадиційні відновлювані джерела енергій у найближчий час не зможуть у достатній мірі замінити дефіцитні види палива, а ціни на традиційні нафту та газ у зв'язку з їх вичерпанням тільки зростатимуть. Так згідно даним щорічної доповіді компанії British Petroleum «Енергія світу-2005», нафтові запаси Росії можуть вичерпатися вже через 21 рік, запаси США виснажаться через 11 років, Норвегії - 8,2 роки й

Великої Британії - 6 років [1].

В майбутньому вугілля стане основним джерелом енергії, що у найближчій перспективі зможе задовольнити світові потреби не тільки у енергетиці, але й у хімічній промисловості [2]. Вже зараз саме вугілля забезпечує вироблення близько 40 % світової електроенергії і є основним енергоносієм у світовому виробництві сталі [3]. Більше того, Міжнародне енергетичне агентство (IEA) прогнозує, що до 2030 р. споживання вугілля зросте ще майже на 60 %.

Однак такий стрибок у використанні даного виду палива може мати серйозні екологічні наслідки. Справа в тому, що підприємства вугільної промисловості відносяться до тих виробництв, які в процесі діяльності піддають техногенному перетворенню різні об'єкти навколишнього середовища [3].

Загальна частина

Одним з головних напрямків вирішення екологічних проблем у паливно-енергетичному комплексі є розробка екологічно чистих технологій та процесів. Не можна відкладати розвиток технологій через економічні проблеми, адже використання органічного палива у найближчі 30 років, за будь якими реалістичними сценаріями, тільки зростатиме. Постає пи-

тання переходу на альтернативні енергоносії. Одним з реальних варіантів рішення цієї проблеми є свердловинна підземна газифікація вугілля (СПГВ). Сьогодні підземну газифікацію вугілля (ПГВ) варто розглядати як технологію ближньої й середньої перспективи, що вже зараз може конкурувати з природним газом та нафтою, через їх здорожчання. Ця технологія є нетрадиційним способом розробки вугільних родовищ, яка не тільки

© Кошка Д.О., 2009

дозволяє відпрацьовувати пласти зі складними гірничо-геологічними умовами залягання, але й поєднує видобуток, збагачення й переробку вугілля.

Для України перехід на вугільний газ особливо актуальний, оскільки вона входить у десятку країн з найбільшими запасами вугілля (34 млрд. т. [4]) котрих, при поточних нормах споживання, вистачить на кілька сотень років. Тому перехід на СПГВ зможе забезпечити її енергетичну безпеку.

Сутність процесу ПГВ полягає в бурінні з поверхні двох свердловин, їх з'єднанні, розпалюванні й подачі в зону горіння кисневого або пароповітряного дуття через одну зі свердловин з видачею на поверхню горючого газу через другу. Газоутворення в каналі відбувається за рахунок хімічної взаємодії вільного або пов'язаного з вуглецем кисню й термічного розкладання вугілля. У результаті газифікації утворюється синтез-газ, основними горючими елементами котрого є окис вуглецю й водень, а також невелика кількість метану.

Склад цієї суміші газів є орієнтовним, оскільки він значною мірою залежить від якості й виду вихідної сировини, використовуваної технології, співвідношення кількості повітря або суміші водяної пари й кисню, кількості вихідної сировини, а також призначення одержуваного газу.

Уперше ідея ПГУ була запропонована Д.І. Менделєєвим. Вже у 1812 р. у США працювали 237 невеликих заводів з газифікації вугілля. Однак передові позиції в сфері впровадження свердловинної підземної газифікації вугілля належали Радянському Союзу, де з 30-х років ХХ ст. почався активний розвиток даного напрямку. До 1950 р. тут вже було побудовано кілька станцій «Підземгаз» на різних вугільних басейнах.

Нажаль, після початку розробки газових родовищ, з величезними запасами дешевого газоподібного енергоносія, інтерес до ПГВ почав згасати.

У зв'язку з енергетичною кризою, 80-ті рр. ознаменувалися сплеском інтересу до підземної газифікації вугілля за кордоном. Саме тоді практично всі великі вуглевидобувні країни купили в Радянського союзу ліцензію на технологію ПГВ та провели масштабні дослідно-промислові дослідження з виявлення ефективності радянської технології СПГВ. Результатом цих досліджень був вис-

новок, відповідно до якого дана технологія є працездатною й досить ефективною. Саме тому вона буде неминуче затребувана в період скорочення світових запасів природного газу й нафти, і супутньому даному процесу збільшенню ринкових цін останніх. Сьогодні на тлі всесвітньої енергетичної кризи такий час вже настав. Тому розвиток підземної газифікації вугілля розглядається як можливість одержання дефіцитного газоподібного палива.

Останнім часом інтенсивні роботи з дослідження й впровадження СПГВ проводяться в багатьох країнах світу, у тому числі в Австралії й Китаї. У Китаї, наприклад, до теперішнього часу вже побудовано 10 промислових станцій ПГВ, які виробляють 150-240 тис. м³ газу в день.

В Україні ж дотепер не створено жодної промислової енергетичної установки з газифікацією вугілля повного циклу. Хоча саме для нашої країни технологія СПГВ має стратегічне значення, оскільки для підземної газифікації вугілля можуть бути використані більше 78 % запасів кам'яного вугілля і майже 34 % бурого вугілля.

Така картина склалася в нашій країні всупереч тому, що технології СПГВ мають ряд переваг у порівнянні із традиційними способами розробки вугільних родовищ:

- вартість будівництва станції підземної газифікації значно нижча за будівництво шахт та розривів;
- продуктивність праці така сама як при відкритій розробці, та у 4 рази вища аніж на шахті;
- залучаються у використання некондиційні запаси вугілля;
- собівартість кінцевої продукції однакова з відкритою розробкою, та у 2 рази менша аніж при шахтній розробці;
- всі операції виконуються з поверхні, за рахунок чого забезпечується безпека праці робітників, екологічність і економічність видобутку;
- небезпечні процеси транспортування, розвантаження вугілля замінюються на більш безпечно транспортування очищеного горючого газу в місця його безпосереднього використання;
- істотно зменшуються вилучення й деформації земель;
- виключається виділення пилу та ки-

слотного стоку з поверхні зовнішніх відвалів, їх вилучування й горіння;

- одержуються екологічно чисті кінцеві продукти;
- висока швидкість їх згорання газу, завдяки наявності водню;
- виключається скидання стічних вод, порушень технологій водовідведення;
- істотне зниження кількості екологічно небезпечних відходів;
- мінеральний залишок, можна застосовувати як шлаки при будівництві доріг.

Досить перспективним є використання продуктів газифікації вугілля й у хімічній промисловості. Тут вони можуть служити не тільки енергоносіями, але й вихідною сировиною для синтезу аміаку й вуглеводнів. Справа в тому, що продукти їхнього згорання не містять оксидів вуглецю, твердих часток і сірчистого ангідриду при незначній концентрації окислів азоту.

Характеризуючи далі СПГВ, не можна не зупинитися на тім, що фактори, що негативно позначаються на шахтній розробці глибокозалягаючих пластів (збільшення гірничого тиску, температури, зменшення вологості порід, збільшення щільності вміщуючих порід), впливає на протікання технологічного процесу газифікації в частині зменшення витоків газу й дуття, поліпшення кінетики газоутворення, ступеня використання промислових запасів вугілля й підвищення хімічного ККД процесу. Саме тому при здійсненні процесу ПГВ на глибоких горизонтах можливо вести газифікацію при високому тиску, що істотно підвищує теплоту згорання синтез-газу, а також дозволяє здійснювати безкомпресорне транспортування на відстань до 250 км. від місця виробництва

Наразі вже доведено, що будівництво й експлуатація промислових станцій підземної газифікації вугілля вимагає менше капітальних витрат, аніж стандартні технології розробки, завдяки одержанням більш дешевого газоподібного енергоносія. Більше того, техніко-економічний аналіз діяльності Ангреньської станції показав, що спалювання 300 млн. м³ газу ПГВ за рік заощаджує 27 тис. т. мазуту при поліпшенні екологічних показників Ангреньської ТЕС зі зниженням її плати за викиди в атмосферу на 70 тис. доларів.

Більше того, для одержання теплової й електричної енергії з газів ПГВ не потрібно додаткової підготовки. Висока швидкість їх згорання дає можливість застосування даних продуктів як в промисловості, так і в побуті.

Разом з тим, розглянута процедура ПГВ має ряд недоліків технологічного, а також екологічного характеру:

- висока температура процесу;
- підвищення температури підземних вод;
- утворення хімічних речовин, які можуть забруднювати водоносні горизонти;
- гази підземної газифікації без очистки не придатні в якості побутового палива;
- при розгерметизації поверхневого газогенератора можливі прориви газу на поверхню;
- можливі провали поверхні;
- низька теплота згорання газу;
- наявність витоків продуктів газифікації;
- порівняно високі втрати вугілля;
- екологічна нестійкість процесу й великий обсяг підготовчих робіт;
- традиційні технології ПГВ майже не дозволяють керувати процесом.

Температура гірських порід, що досягає 1600 С° й вище, призводить до спікання вміщуючих порід, і втраті ними первісних властивостей, тепловий вплив є причиною підвищення температури підземних вод при активізації їхнього хімічного забруднення, термічний фактор при неглибокому заляганні вугілля може стати причиною радикальної деградації або знищення ґрунтового покриву в районі їхньої локалізації. Крім цього, має місце: низька теплота згорання газу, наявність витоків продуктів газифікації, порівняно високі втрати вугілля, екологічна нестійкість процесу й великий обсяг підготовчих робіт, котрі складають 30-35 % собівартості газу.

Обвалення та деформації порід, які містять підземний газогенератор, сприяють проникненню продуктів газифікації у вищі горизонти, де сорбційна здатність порід низька або відсутня.

Інтенсивному впливу піддаються води горизонтів, що знаходяться в межах зони обвалення порід покрівлі, де через тріщини і розшарування відбувається міграція високо-температурних продуктів газифікації. Реа-

гуючи з генераторними газами, утворюється новий тип підземних вод, збагачених органікою, гідрокарбонами, сполуками аміаку, залізом та іншими речовинами.

Найбільшою токсичністю серед газів підземної газифікації є оксид вуглецю (CO) і сірководень (H₂S). Зміст їх в газах ПГУ: CO – 15-18 %, H₂S - 0,4-2,6 %. Гази підземної газифікації без очищення не придатні в якості побутового палива. Витоки при експлуатації газогенератора і транспортуванні небезпечні. Але у порівнянні з рідкими і твердими видами палива газ меншою мірою забруднює атмосферу.

Мігруючи по порушенням в добре проникних породах, газ несе з собою

забруднюючі компоненти, які можуть поширитися у водоносних горизонтах на значні відстані. Крім того, традиційні технології ПГВ мають ряд недоліків у конструкції підземної частини газогенератора, що приводить до його розгерметизації й втрат до 10-20 % дуття, що подається на газифікацію й 14-36 % продуктивного газу.

Все це є причиною низького ККД процесу й виходу газів зі зниженою теплотворною здатністю. Для безпечної експлуатації підземного газогенератора необхідно забезпечити герметичність підземної і наземної частини конструкції, а також дотримання технологічної дисципліни при проведенні процесу газифікації вугілля.

Висновок

У зв'язку з ростом цін на енергоносії, внаслідок виснаження запасів останніх, застосування СПГВ знову стає актуальним. Особливо це стосується країн, що володіють великими запасами вугілля. Однак, незва-

жаючи на перспективний характер цих технологій, їх сучасні варіанти мають потребу в серйозних доробках, у тому числі тих, які дозволять знизити їхню екологічну небезпеку.

Перелік посилань

1. Щорічний доклад компанії British Petroleum «Енергія світу-2005». (http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/switzerland/corporate_switzerland/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/s/statistical_review_of_world_energy_2005.pdf).
2. Лаврус В. С. Джерела енергії // Наука і техніка». – 1997. - № 10. - (<http://n-t.ru/ii/ie/>).
3. Нікіфоров О. Н. Нові технології вугільної генерації екологічніші за АЕС и ГЕС // НГ-Енергія. 12.09.2006 (http://www.ng.ru/energy/2006-09-12/11_newtech.html#).
4. «Шелл Інтернешнл Б.В.» Король вугілля стає чистим // Світ Шелл. - 31.08.2007.

***D.O. Koshka* THE PROSPECTS AND WEAKNESSES
BOREHOLE UNDERGROUND COAL
GASIFICATION**

National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine

The analysis of the preconditions of the utilization of underground coal gasification was done, namely overall energy prices increase due to subsoil depletion. It is especially important for countries with large reserves of coal. It is proved that, despite availability of the technology of subsurface underground coal gasification, their modern variants are needed of serious improvements, including those that will reduce their environmental risks.

*Надійшла до редколегії 08 липня 2009 р.
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук М.А.Ємцем*