

УДК 622.279.5

**Дименко Є.С.,** учень 3 курсу, слухач Малої академії наук України  
(Першотравенський гірничий ліцей, м. Першотравенськ, Мала академія наук України,  
м. Дніпро, Україна)

**Науковий керівник: Саїк П.Б.,** к.т.н., доцент кафедри підземної розробки родовищ  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

### ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ

Сьогодні світова потреба в енергоносіях та хімічній сировині безперервно збільшується, що обумовлюється стрімким розвитком науково-технічного прогресу. Тому вирішення проблеми з впровадження енергохімічних комплексів на базі радикальних технологій стає все більш актуальною задачею наукової спільноти та спеціалістів у галузі паливно-енергетичного комплексу. Необхідно постійно удосконалювати міжгалузеві знання та підходи щодо розвитку та впровадження інноваційних технологій з отримання енергетичних та хімічних продуктів.

Одним із способів вирішення вказаної є свердловинна підземна газифікація вугілля (СПГВ), з подальшим видобуванням та використанням продуктів газифікації [1]. Основним горючим компонентом підземної газифікації є генераторний газ, який містить у своєму складі такі горючі гази як CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> [2].

Відмінною особливістю технології СПГВ є можливість зниження викидів в атмосферу вуглекислого газу за рахунок замкнутого циклу переробки запасів вугілля на місці його залягання у замкнутому підземному просторі. Такі технології за кордоном отримали назву «чисті вугільні технології» (Clean Coal Technology) [3, 4].

За кордоном експериментальні та промислові роботи з підземної газифікації вугілля з використанням отриманого газу ведуться в США, країнах Євросоюзу, КНР, КНДР, Австралії, Монголії, Японії, Південній Африці, Росії та ін. В цілому досвід застосування технології підземної газифікації показав, що ця технологія дозволяє отримувати енергетичний газ та газ для хімічного синтезу в промислових масштабах, замінюючи собою природний газ [5-7].

Енергетичний газ СПГВ за своїми теплотехнічними якостями може використовуватися в топках котелень та електростанцій для заміни вугілля та інших видів палива. Варіація дуттьовими сумішами при роботі підземних газогенераторів забезпечує отримання енергетичного газу зі стійким складом горючих газів з нижчою теплою спалювання понад 9 МДж/м<sup>3</sup> [8]. Газ такого складу по своїх теплотехнічних характеристиках перевершує будь-яке вугілля, а використання його як палива на електростанції для отримання електроенергії незначно поступається природному газу. Наприклад ККД теплоелектростанції (ТЕС), що працює на вугіллі, природному газі становить 30 – 35%. Для порівняння ККД ТЕС на генераторному газі отриманого при повітряному дутті становить 22 – 25% [9].

При використанні газів для виробництва електроенергії їх теплота згорання в розглянутих межах 3,5 та 35,7 МДж/м<sup>3</sup> не є показником, який визначає ККД електростанції. Це пов'язано з тим, що в енергоустановках спалюється газ разом з повітрям і чим вище теплота згорання газу, тим більше витрачається повітря. Тому теплота згорання горючих сумішей різної калорійності не відрізняється значно від теплоти згорання газів. Наприклад, для суміші газу ПГВ з повітрям вона складе 2,1 МДж/м<sup>3</sup>, а для природного газу – 3,0 МДж/м<sup>3</sup> [10].

Одночасно з виробництвом енергетичного (генераторного) газу можливе отримання великої кількості цінних хімічних продуктів, які можуть знайти застосування як сировина для хімічної промисловості. Серед різних хімічних сполук, що містяться в газовому конденсаті, необхідно, перш за все відзначити групу фенолів і аміаку. Це дозволить використовувати конденсат як азотне добриво.

Хімічні речовини одержувані з конденсату газу СПГВ можуть відпускатися хімічним підприємствам у вигляді такої сировини як кам'яновугільна смола, бензол,

аміачна вода, феноли, ацетилен, піридинові основи, а при процесі переробки забезпечується можливість отримання сірки, ПАВ, розчинників, саж, барвників, полімерів та ін.

Одним з перспективних напрямків використання газу ПГУ при парокисневому дуття є отримання цінного хімічного продукту – метанолу. Для синтезу метанолу необхідно підтримувати певне співвідношення  $H_2:CO$  або  $H_2:(CO + CO_2)$  залежно від типу каталізаторів [11]. Основними стадіями цього синтезу є: компресія газу, синтезу метанолу, його перегонка (дистиляція). Метанол є сировиною не тільки для хімічного синтезу, але може бути використаний як паливо в класичних двигунах внутрішнього спалювання та спеціальних паливних елементах для отримання електроенергії. Промислові дослідження підтвердили придатність метанолу як добавку до звичайного палива, а також як самостійного пального.

Проаналізувавши можливість отримання низки енергетичних та хімічних продуктів при газифікації вугілля можна зробити висновок, що важливим напрямком щодо вирішення енергетичних та екологічних проблем є впровадження комбінованих енергохімічних комплексів на базі свердловинної підземної газифікації вугілля. При використанні газу СПГУ на промислових і комунальних підприємствах покращується екологічна обстановка, санітарні умови праці, підвищуються ефективність та економічні показники даних підприємств.

### Перелік посилань

1. Lavis, S., & Courtney, R. (2013). Underground coal gasification. *The Coal Handbook: Towards Cleaner Production*, 226-239.
2. Bell, D. A., Towler, B. F., & Fan, M. (2011). Underground Coal Gasification. *Coal Gasification and Its Applications*, 101–111. doi:10.1016/b978-0-8155-2049-8.10005-1
3. Лозинський, В.Г., & Саїк, П.Б. (2012). Інтенсифікація процесу свердловинної підземної газифікації вугілля малопотужних вугільних пластів. В *Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Наукова весна"* (pp. 39-40). Дніпропетровськ: Національний Гірничий Університет.
4. Lozynskyi, V., & Saik, P. (2015). Experimental studies of crossing the disjunctive geological faults with underground gasifier. In *XXII Międzynarodową Konferencję Naukowo-Techniczną Górnicze "Zagrożenia Naturalne 2015"* (pp. 16-17). Targanice k/Żywca: Central Mining Institute.
5. Саїк, П., & Лозинський, В. (2016). Розвиток та впровадження технології підземної газифікації вугілля. В *Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції "Школа підземної розробки"* (pp. 17-18). Бердянськ: Національний Гірничий Університет.
6. Shafirovich, E., & Varma, A. (2009). Underground coal gasification: a brief review of current status. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48(17), 7865-7875. doi:10.1021/ie801569t
7. Лозинський, В. Г., Саїк, П. Б., Паваленко, О. В., & Кошка, Д. О. (2010). Аналіз сучасного стану і перспективи промислового застосування свердловинної підземної газифікації вугілля в Україні. В *Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції "Школа підземної розробки"* (pp. 351-363). Дніпропетровськ: Національний Гірничий Університет..
8. Саїк, П., & Лозинський, В. (2016). Генераторний газ як альтернатива природному газу. В *Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції "Газогідратні технології у гірництві, нафтогазовій справі, геотехніці та енергетиці"* (с. 34-35). Дніпро: Національний гірничий університет.
9. Blinderman, M. S. (2006). The Exergy Underground Coal Gasification Technology as a Source of Superior Fuel for Power Generation. *ASME 2006 Power Conference*. doi:10.1115/power2006-88064
10. Фальштинський, В. С. (2009). *Удосконалення технології свердловинної підземної газифікації вугілля*. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет.
11. Bhutto, A. W., Vazmi, A. A., & Zahedi, G. (2013). Underground coal gasification: From fundamentals to applications. *Progress in Energy and Combustion Science*, 39(1), 189-214.