

УДК 622.278

Янкін Д.В., аспірант кафедри гірничої інженерії та освіти**Науковий керівник: Саїк П.Б. доцент кафедри гірничої інженерії та освіти***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)***СИНТЕЗ-ГАЗ – ПРОДУКТ ВОДНЕВООРІЄНТОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ**

На сьогодні найбільш затребуваним ресурсами є нафта та природний газ. В найближчому майбутньому їх видобуток досягне свого максимуму та почне поступово знижуватися. В зв'язку з цим почне зростати значення інших енергетичних органічних джерел – вугілля, біомаси, біогазу тощо. Передбачається, що при технології термохімічної обробки вугілля та біомаси, в основі якої є піроліз або газифікація можна буде отримати практично всі найважливіші продукти нафтохімії. Піроліз вугілля здійснюється шляхом його нагрівання без доступу повітря при підвищеній температурі. В процесі піролізу вугілля виділяються газоподібні органічні продукти та смоли, що у своєму складі містить феноли та інші цінні речовини. Продуктами газифікації вугілля також є газоподібні продукти та смоли. При цьому при газифікації вугілля залежно від типу подачі реагентів у газогенератор отримують різні співвідношення між горючими та баластними газами.

Водневоорієнтована технологія газифікації вугілля має на меті використання синтез-газу для виробництва водню. Основними компонентами синтез-газу є водень (H_2) та оксид вуглецю (CO), а також деякі домішки, такі як діоксид вуглецю (CO_2) та метан (CH_4). Водень, отриманий з синтез-газу, може бути використаний як енергоносіє або сировина для виробництва різноманітних хімічних речовин, таких як амоніак, метанол, а також як альтернативне пальне водневих паливних елементів або водневих двигунів [1]. Зазвичай синтез-газ отримують при газифікації вугілля шляхом його взаємодії з водяною парою: $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$. Температурний режим становить 400 – 650 °C [2]. Ця реакція є ендотермічною, тобто реакція при якій відбувається поглинання тепла. При застосуванні паро-кисневого дуття протікає разом із ендотермічною реакцією протікає також екзотермічна реакція (виділення тепла) горіння вуглецю $C + 0,5CO_2 \rightarrow CO + Q$. Підвищена концентрації водяної пари та зниження концентрації кисню у дуттьовій суміші призводить до підвищення вмісту CH_4 та H_2 і зниження вмісту CO і CO_2 . Зазвичай склад синтез-газу, за аналізом напрацювань вітчизняних та закордонних вчених, може бути приблизно таким: H_2 – 25 – 60 %; CO – 15 – 35 %; CO_2 – 5 – 15 %; CH_4 – 5 – 18 % обсягу [3, 4].

Процес термохімічного виробництва синтез-газу з вугілля проходить в пристроях з різними конструктивними особливостями, що називаються газогенераторами. У залежності від методу газоутворення газогенератори поділяються на три типи: газогенератори прямого процесу газифікації; газогенератори оберненого процесу газифікації; газогенератори поперечного процесу газифікації [5, 6]. Послідовність робіт з отримання синтез-газу можна описати наступним алгоритмом: завантаження сировини \rightarrow піроліз (газифікація) сировини \rightarrow отримання синтез-газу \rightarrow видалення зольного залишку. Аналіз зазначеного алгоритму вказує на необхідність у сировині для завантаження та місці для утилізації відходів.

Необхідні об'єми сировини забезпечуються шляхом підземного механізованого видобутку вугілля. На жаль, в Україні потенціал росту видобутку вугілля відсутній, що пов'язано з вичерпанням запасів продуктивних площ та погіршенням гірничо-геологічних умов видобутку. Значна частина запасів вугілля зосереджена у забалансових запасах. Наприклад, на шахті ім. Героїв Космосу забалансові запаси вугілля зосереджені на 7 вугільних пластах c_{12} , c_7^B , c_6^B , c_6^H , c_4^2 , c_2 , та c_0^1 на площі у 95,8 тис m^2 з глибиною залягання 420 – 630 м [7]. Водночас при газифікації вугілля утворюється значна кількість відходів у вигляді золи, яку необхідно складувати у відведених місцях, що в свою чергу

призводить до забруднення довкілля. Наявні проблеми зумовлюють до вдосконалення технічних та технологічних рішень для ефективного отримання синтез-газу. Одним із ефективних способів, що дозволяє отримувати синтез-газ є підземна газифікація вугілля, зокрема технологія водневоорієнтованої газифікації. Цей процес відбувається у підземному просторі, що не вимагає видобутку вугілля та подальшої утилізації зольного залишку. Проведені дослідження в області підземної газифікації підтверджують ефективність ведення процесу, зокрема, за рахунок зміни режимів подачі дугтьових потоків у площину вогневого вибою підземного газогенератора. Водночас ефективність процесу отримання синтез-газу можна визначити за допомогою різних критеріїв, які включають в себе якість синтез-газу, виходи супутніх продуктів, енергетичну ефективність та екологічні аспекти. Якість синтез-газу визначається його складом, зокрема вмістом водню, монооксиду вуглецю та інших газів. Високий вміст водню може свідчити про високу ефективність процесу, оскільки водень є важливим сировинним матеріалом для багатьох хімічних процесів та синтезу палива. Супутніми продуктами при отриманні синтез-газу є виробництво теплової енергії та хімічних продуктів. Ефективність процесу також оцінюється з точки зору його впливу на навколишнє середовище, що включає викиди парникових газів, викиди забруднюючих речовин та інші екологічні аспекти, які можуть бути зв'язані з процесом газифікації.

Синтез-газ має широке застосування в хімічній промисловості та як екологічно чисте джерело тепла та енергії. При спалюванні синтез-газу можна отримати досить велику кількість тепла, яке можна використовувати для самих різних цілей. Крім того, в якості сировини для метилового спирту і синтетичного рідкого палива використовується синтез-газ, які за своїми характеристиками нічим не поступаються традиційним паливам.

Вдячність. Представлені результати отримано у рамках виконання науково-дослідної роботи ГП-512 «Когазифікація вуглецевмісної сировини при вигазовуванні надтонких вугільних пластів з орієнтацією на отримання водню» (№держреєстрації 0123U100985).

Список використаних джерел:

1. Дмитро, Я., & Демидов, М. (2023). Орієнтація технології підземної газифікації вугілля на отримання водню. В матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Українська школа гірничої інженерії», Східниця, Україна, 02-07 жовтня 2023 р., 63-64.
2. Gasification of Coal. (2020). Synthesis Gas, 125–147. Portico. <https://doi.org/10.1002/9781119707875.ch4>
3. Otto, C., & Kempka, T. (2020). Synthesis Gas Composition Prediction for Underground Coal Gasification Using a Thermochemical Equilibrium Modeling Approach. *Energies*, 13(5), 1171. <https://doi.org/10.3390/en13051171>
4. Gautam, G., Adhikari, S., & Bhavnani, S. (2010). Estimation of Biomass Synthesis Gas Composition using Equilibrium Modeling. *Energy & Fuels*, 24(4), 2692–2698. <https://doi.org/10.1021/ef901477c>
5. Лось, Л. В., & Цивенкова, Н. М. (2004). Проблема енергоносіїв та її вирішення в сільському господарстві України біоенергетичними газогенераторами. *Вісник ДАУ*, 2, 3-21. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/7356>
6. Клюс, С.В. (2015). Експериментальні дослідження процесів енерготехнологічного перетворення біомаси в реакторах щільного шару палива. *Відновлювана енергетика*, (3), 85-92.
7. Saik, P., Lozynskyi, V., Malachkevych, D., & Cherniaieva, O. (2022). To the issue of underground gasification of low-thickness unconditioned coal reserves. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, 71, 91–103. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/71.091>