

а) равенство давления насыщения пластовых вод и пластового давления (необходимое условие для выделения газа в свободном состоянии);

б) пластовые давления близки к гидростатическим или незначительно превышают их;

в) при испытании ИП КИИ-65 приток пластового флюида имеет постоянный или возрастающий характер, причем рост давления в открытый период испытания может не наблюдаться. Возможен возврат фильтрата бурового раствора, проникшего в коллектор в процессе бурения и промывки ствола скважины;

г) фактический газовый фактор превышает значение максимально возможного насыщения пластовой воды метаном.

Высокая газонасыщенность и неравномерное распределение природных газов в углевмещающей толще нижнего карбона обусловлены следующими факторами: особенности геологического строения Западного Донбасса, метаморфизм углей, их вещественный состав и глубина залегания, тектоническое строение района, литологический состав вмещающих пород, гидрогеологические и геотермические условия.

В недрах Западного Донбасса геологические условия благоприятны как для формирования ловушек свободных УВГ, так и для проведения предварительной и попутной дегазации угольных пластов и вмещающих пород при эксплуатации угольных месторождений.

УДК 662.764(477)

А.В. Полівцев,
ІГГГК НАН України та НАК “Нафтогаз України”, м. Львів

АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИБОРУ ВУГЛЕНОСНИХ ПЛОЩ, ПРИДАТНИХ ДО ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ

Показано, що методи аналізу вугіль, що використовуються при обґрунтуванні підземної газифікації, не враховують привнесення в зону газифікації значних кількостей покривних порід. Пропонується попередньо моделювати газифікацію на вугільно-породних сумішах, адекватних складу вугленосних розрізів, а придатність площ оцінювати порівнянням характеристик, наприклад повноти згоряння вугіль, виходу і теплоти згоряння синтез-газу.

THE ANALYSIS OF METHODS OF SELECTION OF COAL-BEARING AREAS, WHICH ARE SUITABLE FOR UNDERGROUND GASIFICATION

It has been shown, that methods of coals analysis, which used for substantiation of underground gasification, do not account for the input of significant quantities of covering rocks into the gasification zone. The preliminary modeling of the gasification on coal-rock mixes, which adequate to content of coal-bearing sections is proposed. The suitability of areas should be estimated by comparing of characteristics, such as the completeness of coal combustion, the output and the heat of synthesis-gas combustion.

Вибір вугленосних площ для газифікації вугілля зазвичай здійснюється за результатами вивчення будови і складу вугільних пластів та вміщуючої товщі бурінням і комплексом геолого-геофізичних, геохімічних та інших методів. Придатність вугілля і вугленосної площі до газифікації визначають за сукупністю сприятливих гірничо-геологічних умов а також якості вугілля за даними технічного і елементного аналізу [1, 2]. Особлива увага приділяється тектонічній тріщинуватості і обводненню підземних газогенераторів. Такий комплекс досліджень проводиться незалежно від місцезнаходження вугільних родовищ. Однак, він не дає однозначних критеріїв придатності конкретних площ для газифікації, коли необхідно вибрати “найкращу” з кількох ділянок.

Окремо для різних вугільних басейнів визначення придатності вугілля для газифікації здійснюється на основі відбору проб вугілля і його технічного аналізу з визначенням механічної міцності, вмісту сірки, смоли, золи, виходу летких речовин, здатності до спікання та інших параметрів. Вимоги до вугілля, придатного для газифікації, нормовані [3]. Однак, тут теж розроблені стандарти в цілому для вугільних регіонів, а не відносно набору конкретних площ, причому стандартизовані методики аналізу і параметри обґрунтовують доцільність спалювання лише у наземних газогенераторах.

Одним з суттєвих недоліків технології підземної газифікації вугілля є неможливість одержання інтегруючої кількісної залежності експлуатаційних параметрів від геологічних і гідрогеологічних умов, які можуть протилежно впливати на хід газифікації. Під час газифікації змінюються розміри і конфігурація реакційної підземної зони, ступінь тріщинуватості та обвалювання покривних порід, газопроникність робочих каналів, що впливає на вихід та якість синтез-газу [4].

Досвід розкриття відпрацьованих газогенераторів дозволив визначити вплив деяких природних факторів на підземну газифікацію, прийоми і послідовність їх оцінки. Геологічні характеристики порівнюються з теплотою згоряння газу з ділянок працюючих газогенераторів і режимами дуття. Визначають статистичні залежності між геологічними та технологічними показниками і на їх основі оптимальні умови ведення газифікації [5]. Недоліком такого підходу є низька достовірність визначення характеру і сили впливу окремих факторів на теплоту згоряння вугілля і вихід газу на основі матеріалів,

які одержані з вже діючих підземних газогенераторів. В реальних умовах експлуатаційні параметри (наприклад, розхід дуття і його склад) постійно коригуються для підтримування роботи газогенераторів в мінливих гірничо-геологічних умовах. Так, в експериментах на Підмосковній та Лисичанській станціях “Підземгаз” [5] вдалося визначити межі оптимальності лише для впливу підтоків вод і товщин вугільного пласта та вологості газу. Однак, це не є вирішальним для планування ефективної роботи газогенераторів на певних ділянках, адже необхідність попереднього осушування гірничих відводів газогенераторів відома, як і кращий перебіг газифікації у більш потужних пластах вугілля [6].

Недостатньо обгрунтованим є використання показників якості саме вугілля з метою оцінки придатності до підземної газифікації. Оцінюється використання вугілля для ефективного спалювання здебільшого у наземних газогенераторах для одержання якісного напівкоксу, коксу, сировини для вуглехімічної переробки тощо. У той же час окремі показники, які позитивно характеризують вугілля для використання у наземній вуглехімії, необ’єктивні щодо його придатності до підземної газифікації. Наприклад, ряд технологічних аналізів передбачає використання суміші вугілля з інертним наповнювачем (кварцовим піском) або збіднюючими домішками вугілля інших марок, кількість яких є фіксованою [7]. Існує метод кількісного визначення здатності вугілля до спікання шляхом встановлення кількості піску, який спікається у суміші з 1 г подрібненого вугілля при нагріванні без доступу кисню [8]. Приміром, індекс Рога [9] встановлюють вимірами міцності коксового залишку після швидкого нагрівання суміші з 5 г збіднюючої домішки антрациту і 1 г вугілля крупністю до 0.2 мм в умовах постійного тиску.

Тобто лабораторний технічний аналіз передбачає уніфікацію умов проведення, щоб одержати необхідні параметри на єдиній порівняльній основі для різних марок вугілля і окремих вугільних взірців різного речовинного складу. Оцінка якості коксу, вихід летких, температура плавлення золи, товщина пластичного шару, механічна міцність, вміст вологи і інші показники технічного аналізу спрямовані на визначення придатності використання вугілля у певних (регламентованих) цілях, наприклад, у наземних газогенераторах.

Зрозуміло, що визначення придатності вугілля з певних площ до підземної газифікації існуючими методами технічного аналізу не вирішує проблеми через те, що порівняльні показники одержують для горючої маси вугілля без урахування поступлення в зону газифікації мінеральних і органічних домішок з покривної надвугільної товщі. Їх вплив на газифікацію залежить від літологічних особливостей покривної товщі (вміст карбонатів, глинистість, піскуватість, тонка шаруватість, тонштейни і т. ін.). Для реальних вугільно-породних сумішей в зоні газифікації вихід летких сполук, теплота згорання, здатність до спікання, теплопровідність, теплота розкладу,

зольність, вміст токсичних елементів та інші характеристики значно відрізняються від результатів наземних стандартних аналізів якості вугілля.

До того ж, методи обробки деяких лабораторних аналізів підсилюють розбіжності. Так, вимагається введення поправки в аналізи при наявності у вугіллі значних вмістів окремих сполук, наприклад, карбонатів $>6\%$ і ін. [2]. Вихід летких [2] залежить від мінеральних домішок, які під час розкладу виділяють воду (глинисті мінерали, гіпс), вуглекислий газ (карбонати), сірководень і оксиди сірки (пірит, марказит тощо). Стандарти з визначення зольності передбачають попередню демінералізацію вугілля, якщо вміст внутрішньої золи перевищує 10% . Плавкість золи залежить від її складу, тому значні вмісти окремих оксидів можуть понижувати температуру плавлення золи (K_2O , Na_2O , FeO , Fe_2O_3), інші є тугоплавкими (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO), але в певних співвідношеннях температура плавлення золи може бути нижчою за температури плавлення окремих компонентів [2, 10]. Ускладнений мінералогічний склад залишкової золи, представленої сумішшю вигорілого вугілля і обвалених порід, практично не піддається термостехіометричному моделюванню і прогнозуванню.

Причиною недостатньої точності визначення придатності певних вугленосних ділянок для підземної газифікації усталеними методиками технічного аналізу вугілля є також те, що не враховується каталізаційна та інгібіторна дія мінеральних домішок, які поступають в зону газифікації у вигляді летких сполук з вміщуючих порід та зовнішньої техногенної “золи” обвалених порід покрівлі. Наприклад, каталізаторами газифікації слугують літій, натрій, калій, цезій, залізо, нікель, кобальт і інші елементи у різних формах знаходження, особливо карбонати лужних металів. Інгібіторна роль в процесах окислення вугілля доведена для $CaCl_2$, $NaCl$, $Ca(OH)_2$, Na_2SiO_3 і інших сполук [8, 10].

Таким чином, обвалювання порід, їх часткове механічне змішування з вугіллям, що газифікується, та поступлення додаткових порцій летких речовин в канали газифікації змінюють хід процесу. В певних пропорціях суміш може покращувати фільтраційні властивості каналів і збільшувати реакційну поверхню, але поступлення надлишку негорючої маси знижує теплоту згоряння і роз'єднує мікроосередки горіння. Це зменшує теплоту згоряння та підсилює шлакоутворення, що підтверджено завірочним бурінням на Ангренській (Узбекистан) та інших станціях підземної газифікації, а також нашими петрохімічними дослідженнями.

Резюмуючи, відмітимо, що оптимізація закладання підземних газогенераторів обмежена суб'єктивністю використання технічних параметрів, більш придатних для наземних газогенераторів, а також недоврахуванням підземних умов, а саме попадання в реакційну зону вугільно-породних сумішей, які впливають на склад і калорійність газу.

Для оцінки придатності вугленосних розрізів конкретних площ до підземної газифікації ми пропонуємо виконувати попереднє моделювання процесу газифікації вугільно-породних сумішей, тотожних за петрохімічними характеристиками конкретним вугленосним розрізам. При цьому суміші необхідно готувати відповідно до ступеню обвалювання покрівлі на різних етапах процесу газифікації шляхом змішування вугілля з негорючими матеріалами в кількості, наприклад, від 0 до 60 %. На поверхні слід промодельовувати процес газифікації, а придатність вугленосних площ до газифікації визначити за результатами моделювання по різних площах шляхом порівняння характеристик. Таким чином, вирішення задачі досягається тим, що параметри, які визначають ефективність термічної переробки вугілля, наближають до умов підземної газифікації на конкретних площах.

Методику можна реалізувати наступним чином. В частинах вугленосного басейну, які виділяють для проведення підземної газифікації, проводять вивчення геологічної будови, якості вугілля, літології надвугільної товщі з метою урахування особливостей петрографічного складу вугілля і зольного залишку, впливу легких продуктів та складу обвалених порід в межах майбутніх зон підсушування, сухої перегонки, відновлення та горіння у підземному газогенераторі.

Для площ, які діагностують, складають колекцію вугільно-породних сумішей з матеріалу, наприклад, кернів свердловин або із штуфних та інших проб, приміром, з ближніх шахт і кар'єрів. Взірці відбираються так, щоб суміші мали петрохімічний склад, тотожний вугільним та покривним породам і достатньо враховували мінливість літології і якості вугілля по площі і глибині.

У вугільно-породних сумішах відношення горючої маси до вмісту теригенних, карбонатних та інших домішок повинно складати від 100 % (чисте беззольне вугілля) до 40 % (1 частина вугілля, 1.5 частини порід покрівлі). Це відношення приблизно відповідає граничній кількості негорючого матеріалу, який може бути привнесений в реакційну зону підземного газогенератора, і забезпечує врахування ступеню обваленості покрівлі на різних етапах процесу газифікації.

Кількість вугільно-породних сумішей для однієї точки площі (свердловини та ін.) має складати більше 2, що забезпечує надійність інтерполяції нелінійних даних про ефективність газифікації моделюючих сумішей для різного ступеню обваленості порід. Густану випробування площ визначають статистичними методами залежно від особливостей технологічних схем газифікації та мінливості геологічних умов.

При моделюванні в наземних умовах визначають технічні показники ефективності термічної переробки вугільно-породних сумішей, що забезпечує наближення модельних умов до природних і більшу достовірність даних. Моделювання проводять, наприклад, відомими лабораторними методами, які за-

стосовують з метою оцінки придатності вугілля для одержання коксу і газогенераторного газу. При наявності значної кількості матеріалу з кар'єрів та шахт моделювання газифікації сумішей можна здійснити в наземних газогенераторах. За результатами моделювання визначають контури ділянок, для яких одержано оптимальні параметри газифікації, наприклад, найбільша теплота згоряння, вихід синтез-газу і повнота вигорання вугілля. Після цього визначають площі, найбільш придатні для газифікації, шляхом порівняння прогнозних показників досліджуваних площ.

Такий вибір вугленосних площ для підземної газифікації рекомендується застосовувати на стадії проектування станцій і при обґрунтуванні місць розташування нових підземних газогенераторів. Він може бути використаний для обґрунтування вторинної термічної переробки відходів вуглезбагачення та сміттєзвалищ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кирюков В. В.. Руководство по исследованию вещественного состава и свойств ископаемых углей. Ч. 1. – Ленинград: ЛГИ, 1965. – 107 с.
2. Гинзбург А. И., Лапо А. В., Летушова И. А. Рациональный комплекс петрофизических и химических методов исследования углей и горючих сланцев. – Ленинград: Недра, 1976. – 168 с.
3. Требования промышленности к качеству минерального сырья. Справочник для геологов. Вып. 66. Уголь. – Москва: Госгеолтехиздат, 1960. – 112 с.
4. Шиллинг Г.-Д., Бонн Б., Краус У. Газификация угля. – М.:Недра, 1986. – 175 с.
5. Силин-Бекчурин А. И., Богородицкий К. Ф., Кононов В. И. Роль подземных вод и других природных факторов в процессе подземной газификации углей (на примере Подмосковной и Лисичанской станций “Подземгаз”). – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 128 с.
6. Подземная газификация угольных пластов / Е. В. Крейнин, Н. А. Федоров, К. Н. Звягинцев и др.– Москва: Недра, 1982. – 150 с.
7. Миронов К. В. Справочник геолога-угольщика. – Москва: Недра, 1982. – 363 с.
8. Химия и переработка угля / В. Г Липович, Г. А. Калабин, И. В. Калечиц и др. – Москва: Химия, 1988. – 336 с.
9. Скляр М. Г., Тютюнников Ю. Б. Химия твердых горючих ископаемых. Лабораторный практикум. – Киев: Вища школа, 1985. – 248 с.
10. Нестеренко Л. В., Бирюков Ю. В., Лебедев В. А. Основы химии и физики горючих ископаемых. – Киев: Вища школа, 1987. – 359 с.