

УДК 553.98

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ДОНБАСУ В АСПЕКТІ СВІТОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ ТЕХНОЛОГІЙ

Гулій В. М., Лепігов Г. Д.
(УкрДГРІ, м. Київ, Україна)

Озорной Г. І.

(Карлтонський університет, м. Оттава, Канада)

В статье показана важная роль топливно-энергетических ресурсов Донбасса, в частности, как основа обеспечения теплом и электроэнергией промышленности и бытового сектора. Охарактеризованы традиционные источники ресурсов и роль новых, используемых в мире. Описаны возможные пути решения проблем за счет внедрения технологий газификации высокосолевого угля, создания энергетически-металлургических комплексов с безотходной технологией. Для обеспечения безопасных условий подземной добычи угля и использования потенциала метана угленосных толщ приведена геолого-геохимическая модель формирования и путей миграции метана в угленосных толщах.

Important role of fuel-energetic resources of the Donbass is shown in this article. Traditional and new kinds of resources are characterized here. Possible ways to solve problems of the region include the new technologies using creation of energetic-metallurgical complexes with full utilization of raw materials. To create safe and productive conditions for underground mining a new geological-geochemical model of methane origin and its migration is described here.

ВСТУП

Сучасний стан світової економіки, фінансової і ресурсної системи заставляє більш обґрунтовано підійти до багатьох паливно-енергетичних проблем взагалі [1], і в Україні, зокрема. За звичного розміреного ходу докризових подій їх вирішення відсувалось на дальній план, хоча значні зміни вимагались уже давно. Стійкі тенденції зростання цін на нафту і природний газ, що в більшості випадків супроводжувались збільшенням об'ємів видобутку цих ресурсів, показували неминучість тих митей, коли за паливно-енергетичні ресурси (ПЕР) потрібно буде платити великі гроші, а також, що значно страшніше, створення ситуації, коли природні вуглеводневі ресурси будуть виснажені навіть у найбагатших сьогоднішніх монополістів.

Така ситуація з ПЕР була і є предметом турботи багатьох країн, що відображається у тих кроках, які робляться для покращення ситуації. Про майбутні плани і можливі шляхи виходу із майбутньої глобальної сировинної кризи можна дізнатись із стратегій розвитку економіки і енергетики, що розроблені низкою індустріально розвинених країн [13, 14, 17]. При цьому можна побачити тенденції збільшення у майбутньому відновних джерел енергії та застосування таких викопних ПЕР, які не були популярними до сьогодні [7, 8, 11]. Якщо не зосереджуватись на теоретичних можливості впровадження в енергетику близького майбутнього керованого термоядерного синтезу, то слід сказати, що реальні програми розвитку енергетики багатьох країн, які хочуть забезпечити свою енергетичну, а отже і економічну та політичну незалежність, передбачають розвиток видобутку традиційних ПЕР в об'ємах пропорційних сучасним потребам. Використовуючи час до наближення виснаження цих джерел, планується створення потужної бази для виробництва електроенергії за рахунок вітру, сонця, створення біопалива, переробки відходів харчової промисловості та сільського господарства. Не менш важливими є нетрадиційні джерела ПЕР, видобуток яких в одних країнах передбачається відчутно збільшувати, а в інших починати запроваджувати. Із теоретичних і лабораторних стадій вивчення можливостей застосування паливних елементів і розвитку водневої ене-

ргії на сьогодні відзначається стійкий і масштабний етап їх практичного втілення в найрізноманітніші сфери промисловості і техніки. Найкращим свідченням цього є поява моделей електромобілів відомих світових марок із водневими комірками. Видається, що перераховані тенденції світового розвитку в енергетиці та використанні ПЕР повинні стати орієнтирами в розвитку промисловості і енергетики в Україні.

ОСНОВНІ СТРАТЕГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СФЕРИ В УКРАЇНІ

На сьогодні найбільш масштабним нормативно-законодавчим документом, що вказує на стратегічні напрямки розвитку енергетики в Україні є Енергетична Стратегія України до 2030 року, орієнтована передусім на збільшення виробництва тепла та електроенергії за рахунок будівництва та введення в експлуатацію нових блоків атомних електростанцій за істотної ролі вугілля в структурі ПЕР країни. Невелика роль відводиться відновним та нетрадиційним джерелам енергії, доля яких суттєво не впливатиме на загальний баланс ресурсів.

Однак, аналіз наявної ресурсної бази країни показує [2, 4, 5], що очікувати кардинальних змін в забезпеченні традиційними вуглеводневими енергетичними джерелами не слід в найближчій перспективі. Навіть підтримка їх вилучення на сучасному рівні вимагає значних матеріальних ресурсів, збільшення яких також мало імовірно. Постійне постачання значних об'ємів вуглеводнів як плати за транзит нафти і природного газу, як показують останні події, може бути суттєво зменшено, а то і зовсім припинене.

Європейська спільнота оголосившись від гіпнотичних монопольних постачань природного газу «Газпромом» інтенсивно приймає реальні кроки по зміні транспортних схем імпорту ПЕР, які, в сукупності з подібними зусиллями Росії, зведуть нанівець власне монопольне значення транспортних можливостей України. Можливо зусилля і активність «Газпрому» щодо створення північних і південних обхідних України газопроводів і залишаться показовими, але імовірність в подальшому зменшення і при-

пинення транспортування вуглеводнів просто через їх виснаження неминуче в майбутньому.

За такої ситуації найбільш логічним виходом є об'єктивна оцінка можливого більш повного і масштабного використання вітчизняних ПЕР та впровадження нових технологій їх повної переробки з нарощуванням об'ємів залучення невикористаних на сьогодні ресурсів. Різні оцінки [2, 3, 5] існуючого стану мінерально-сировинної бази ПЕР країни однозначно вказують, що за запасами лише вугілля як традиційне паливо може стати базою для створення незалежного від зовнішніх коливань ринку джерела постачання тепла та електроенергії. Саме вугілля, за умови організації належних безаварійних процесів його підземного видобування, та більш високозольні джерела природного твердого палива (буре вугілля, горючі сланці, торф, тощо), як показують світові тенденції розвитку передових енергетичних технологій, слід визначити як основою для повного забезпечення країни в ПЕР на період створення надсучасних енергетичних джерел, що базуються на водневих технологіях.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ПЕР

Основні ресурси кам'яного вугілля в Україні зосереджені у Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах. За різними підрахунками їх повинно вистачити на сотні років експлуатації при сучасних рівнях видобутку, але існує низка різних проблем, що спиняє, а та і унеможлиблює повноцінне використання цього джерела ПЕР. Найбільшою мірою це стосується Донбасу, через значні глибини підземної розробки вугілля, зменшення потужностей його робочих пластів, часті несистемні викиди метану та пилу, що супроводжуються аваріями з людськими жертвами.

Подібні зміни гірничотехнічних умов експлуатації вугільних родовищ з глибиною не є специфікою лише Донбасу, а притаманні більшості подібних об'єктів світу. На сьогодні розроблені не лише теоретичні аспекти, а й практичні методи боротьби з перерахованими явищами. Висока теплотворна здатність метану, яка вища ніж вугілля, а також подібність до природного газу сприяли появі ідеї використання газу, що відкачувався з гірничих

виробіток для практичних потреб. Уже в 40 і 50 роки на шахтах Бельгії, Франції, Англії, Німеччини здійснюючи вимушену вентиляцію виробіток з використанням вилученого газу в мільйонних об'ємах. Продаючи цей газ власники шахт отримували мільйонні (у валюті цих часів) додаткові зиски, а умови видобутку вугілля при цьому ставали безпечними. У вугленосних басейнах США вийшли за межі власне вугільних шахт і проводячи випереджувальну дегазацію окремих блоків вугленосних товщ створили потужну індустрію практичного використання метану, доводячи об'єми його вилучення до 50 млрд. м³. В цьому полягає розбіжність оцінок потенціалу Донбасу щодо метану, ресурси якого американські спеціалісти визначають в 25 трлн. м³, тоді як вітчизняні вказують на величини, які на порядок менші.

Можна було б перераховувати і інші приклади практичного підходу до використання метану вугленосних товщ і забезпечення сприятливих умов розробки вугільних родовищ у Канаді, Китаї, Австралії, але важливіше, на наш погляд, зосередити увагу на загальних закономірностях використовуваних цих передових технологій [3, 8, 15, 16]. Зокрема, висока ступінь дегазації вугленосних товщ в США і Канаді досягається за рахунок буріння великої кількості свердловин (поверхневих чи підземних). Для підвищення віддачі метану цими товщами чи вугільними пластами зроблено цілий комплекс засобів, які дозволяють приступати до майбутньої підземної розробки уже в підготовлених умовах. І під час розробки не припиняє свою дію цей комплекс, започаткований заздалегідь. Цим пояснюється невисока кількість аварій, які часто трапляються в інших регіонах.

Донбас в економіці України відіграє вельми важливу роль - це основна енергетична база, і складова частина металургійного комплексу, але в останні роки, ще і постійне джерело тревог і турбот державних діячів через збільшення аварій в вугільних шахтах. Вибухи і пожежі, які супроводжуються загибеллю людей, досягли загрозливих масштабів. Міри по дегазації шахт, загалом потрібні і необхідні, передбачуються в багато чисельних цільових програмах. Можна врахувати висновки низки державних комісій, де говориться про основну причину аварій - недотримання шахтарями техніки безпеки і недостатню профілактичну дегазацію,

але залишається ще одна, можливо вирішальна причина притоку газу в виробки – міграція його із глибинних джерел. Цим джерелом може бути родовище (або група родовищ) газу в низах вугленосної товщі.

Аналіз випадків, коли незважаючи на такі зусилля по дегазації все ж таки трапляються несподівані викиди і вибухи метаноповітряних сумішей, показують, що відбувається приток глибинного метану, який накопичується в окремих локальних пастках при його міграції на різних рівнях вугленосної товщі, з послідовними викидами і вибухами при активізації тектонічних рухів. Це змусило нас по новому підійти до проблеми походження метану і створити основи нової геологічної моделі передумов концентрації глибинного метану у вугленосних товщах [9, 10] та на цій основі запропонувати інший шлях до його використання та створення безпечних умов експлуатації вугільних родовищ.

ОСНОВИ ГЕОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕДУМОВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ГЛИБИННОГО МЕТАНУ У ВУГЛЕНОСНИХ ТОВЦАХ

В своїх побудовах ми скористались кількома вихідними геологічними та геохімічними особливостями вугленосних товщ, вугільних покладів та газових родовищ. Як і для родовищ металевих корисних копалин, що супроводжуються в більшості випадків ореолами розсіяння в навколишніх гірських породах утвореними одночасно з формуванням покладів (рудних, нафтових, газових). Це переважно зони підвищених (рідше понижених) вмістів хімічних елементів в природних утвореннях, генетично пов'язаних з родовищами. Розрізняють первинні і вторинні ореоли, які утворюються при трансформації родовищ [9, 10].

Комплекс геологічних, геофізичних та геохімічних даних показує, що у вугленосну товщу постійно надходить метан, який має глибинну природу. Очевидно, що локалізований такий метановий резервуар під вугленосною товщею і за своїми первинними об'ємами відповідає масштабам окремого гігантського родовища природного газу. В силу тектонічної активності, а також порушення суцільності окремих горизонтів товщі при експлуатації ві-

дкриваються шляхи для міграції глибинного метану з його перерозподілом на більш високих гіпсометричних рівнях. Таким чином, завдання полягає в можливостях діагностики таких резервуарів з метою використання метану, як з повноцінних родовищ, і поступової ліквідації такого джерела небезпеки для подальшої експлуатації вугільного родовища.

Гігантські родовища газу (запаси сотні млрд. – трильйони м³) представляють собою серію потужних багатоповерхових покладів, які супроводжуються потужними складно побудованими ореолами розсіяння. Утворення цих ореолів включає первинну переробку вміщуючих порід при формуванні родовища, їх перетворення при наступних упродовженнях газу із глибини, розсіяння і вторинну концентрацію вуглеводнів і супутніх їм елементів. Пошуки гігантських родовищ газу неможливо проводити без розуміння процесів утворення їх ореолів розсіяння. В той же час неможливо собі представити будову ореолів без розуміння процесів концентрації вуглеводнів, які зараз значною мірою базуються на гіпотезах.

Основні теоретичні уявлення про формування газового ореолу зводяться до кількох положень. Вуглеводні в промислових концентраціях мають абіогенний генезис. Скупчення вугілля в верхах розрізу гігантських родовищ – це складова частина ореолу. Утворення промислових концентрацій вуглеводнів відбувається в результаті їх пульсаційного різночасового упродовження із глибинних осередків. Допускається регенерація запасів раніше утворених покладів. Ореол має зональну будову.

Первинний ореол родовища (рис. 1) складений трьома зонами (знизу вгору): зоною газу метанового складу, із підзоною (у верхній частині зони) концентрації газу (при підвищеному тиску і температурі); зоною вугілля, з локальними концентраціями газу і нафти в пастках; зоною бітумів [9].

Послідуючі за формуванням первинного ореолу пульсації (впродовження) мас вуглеводнів приводять до утворення вторинних ореолів розсіяння (рис. 2). Породи первинного ореолу піддаються подальшій (іноді в декілька стадій) переробці – хімічній і фізичній (під впливом високих температур і тиску). В загальному вигляді видається [9, 10], що переробляється потужна вугленосна

товща, яка на деяких площах включає в себе вугільні родовища. Тоді своєрідний „язик” впровадження вуглеводнів буде мати власну зональну будову: а) нижня, глибинна частина – газ метанового складу з важкими ізотопами С, Нg, Не, Н – близький за складом до газу підзони концентрації. б) середня частина – „легка” нафта, нафтогазові скупчення; в) верхня частина – перехід до тяжкої нафти в зоні бітумів. Ореол „язика” представлений в цьому випадку ртутоносним вугіллям. В результаті в зоні бітумів первинного ореолу виникають родовища ртуті і бітумів складного складу, часто з прямими ознаками нафти.

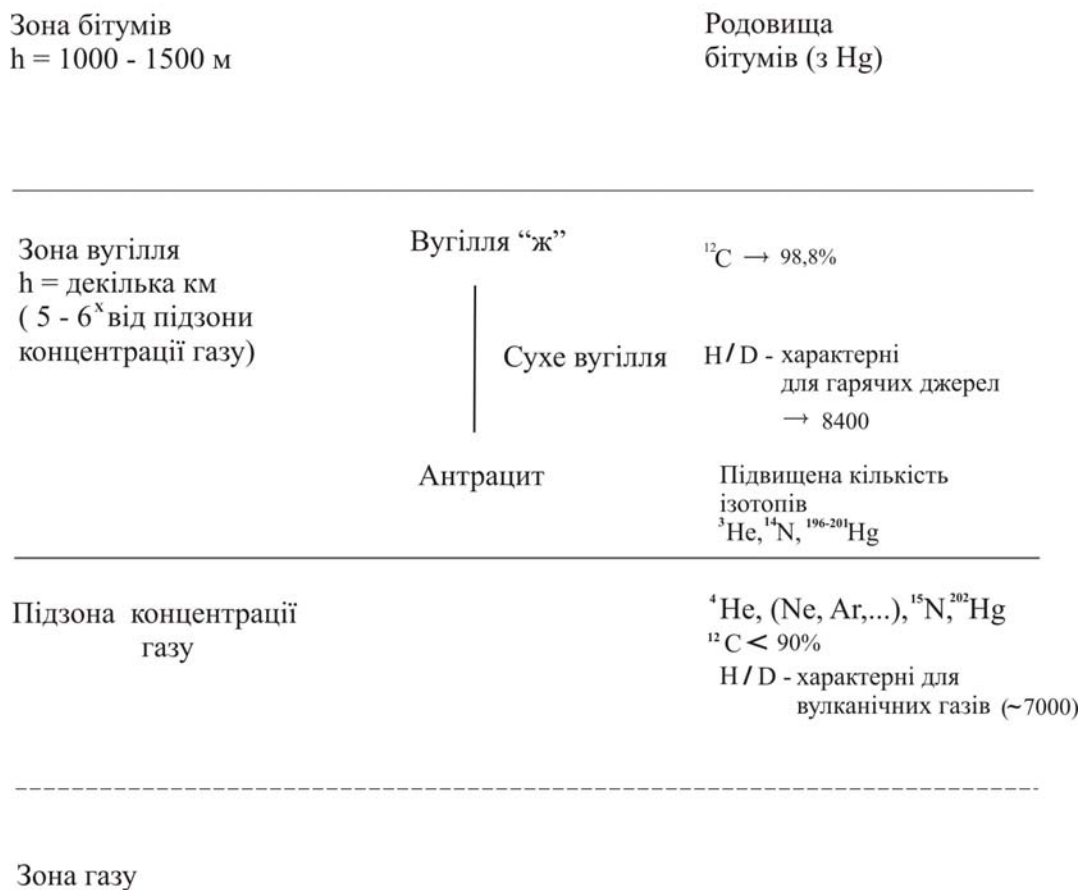


Рис. 1. Схема будови первинного ореолу газових родовищ з його характерними рисами

Первинний ореол визначає границі зони концентрації газу в межах газоутворюючого осередку. Час утворення вторинного ореолу – мезокайнозой з вірогідним максимумом в неогені (а на думку деяких дослідників в кінці пліоцена – голоцені). Таким чи-

ном, на площі розвитку вугленосної товщі передбачається існування декількох пульсаційних занурень (газових колон) з покладами вуглеводнів і вторинними ореолами. Доказом цього є багаточисельні прояви нафти, твердих бітумів і викидів газу на різних глибинах, існування аномалій, проявів і родовищ ртуті, а також ділянок з аномальними температурними градієнтами.

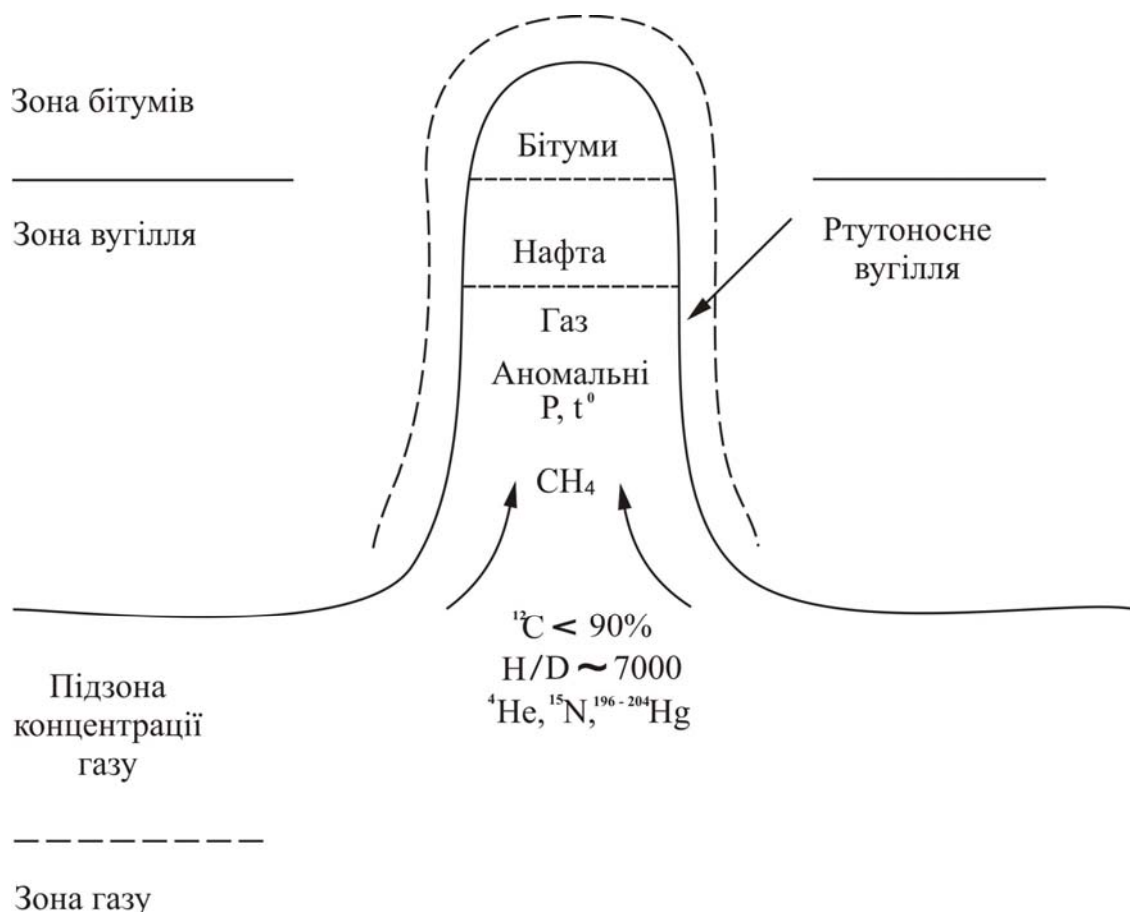


Рис. 2. Схема будови вторинного ореолу (газової колони) газового родовища з геохімічними індикаторами

Велика кількість пісковиків в розрізі вугленосної товщі може сприяти розвитку пасток в складках і купольних структурах. Газова колона при цьому буде зональною – в низах концентруються газові поклади, в середній частині – газоконденсатні, в верхах – газонафтові. Відповідно буде змінюватися і склад вуглеводнів – від метанового до нафтенового і оксибітумного в зоні окиснення. При вивченні локальних ділянок з урахуванням даних геохімії, мінералогії, ізотопії газів і порід ореола, фізико-хімічної

властивості вугілля, сейсмо- і електророзвідки, структурних, гідрогеологічних, гірничо-геологічних та ін. умов, можна буде виділити перспективні площі, де проявлені газові колони, визначити глибину залягання вірогідних покладів. Основою при цьому є комплекс пошукових ознак газових колон у вугленосних товщах.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЗОЛЬНИХ ПЕР

Забезпечивши безаварійні умови підземної розробки вугільних родовищ важливо оцінити можливості застосування низькокондиційного вугілля, яке важко розробляти звичними способами, а також проблеми використання в цілому високо зольних ПЕР. Існуючі вимоги до такого виду палива полягають у обмеженні зольності вугілля для теплоелектростанцій та екологічних проблемах, що викликає сама експлуатація таких родовищ. Ще в 20 столітті широко проводились дослідження можливостей впровадження прогресивних технологій у цій сфері, але дешевий імпортований природний газ і нафта затушували ці проблеми, що особливо відобразилось на стані справ в Україні.

При спалюванні вугілля на теплових електростанціях сильно забруднюється атмосфера, але якщо провести попередню газифікацію вугілля, то можна позбутись на цій стадії домішки, що забруднюють атмосферу, налагодивши при цьому попутне вилучення низки цінних компонентів. Використання в подальшому отриманого газу забезпечує чисту енергію оскільки при згорянні він дає воду і двооксид вуглецю, як і при використанні традиційного природного газу. Така загальна схема процесу використання високо зольного палива дає можливість включити значно ширший круг ресурсів, що на сьогодні залишаються поза промисловою увагою та примножують гігантські об'єми відвалів. Сучасними прикладами реалізації таких схем є електростанція в Каліфорнії, де газифікаційна установка перероблює тисячу т вугілля в добу, продукуючи газ який змішується з водяною парою і подається в камери згорання турбогенератора. Потужність станції складає 120 мегаватт, а рівень шкідливих викидів в атмосферу в десять разів нижчий допустимого. Ще більшу потужність має подібна станція в Іспанії поблизу Мадрида.

Низькосортне вугілля, гази, що отримуються при виробництві сажі, нафтовий та пековий кокс – як відходи переробки нафти та мазуту, газово-пилові викиди заводів, міське сміття – всі це в новій горілочній установці "ЭНИН" перетворюється в тепло. Перераховане вище низькокалорійне паливо вимагає високої температури горіння, що забезпечується спеціальною розеткоподібною формою горілки. Такі установки розраховані на різну потужність, але найбільш ефективні для промислової енергетики невеликих масштабів. Це переважно невеликі теплоенергоцентралі, побудованих при підприємствах, забезпечуючи їх електроенергією і теплом, з максимальним використанням відходів цих же підприємств. Ступінь їх використання в такому процесі сягає 99%, забезпечуючи ліквідацію відходів та суттєвою економією традиційного палива.

Одним із найбільш масштабних була оцінка використання високозольного пального шляхом його підземної і поверхневої газифікації в спеціальних установках). Вже на початок Другої світової війни в Німеччині було налагоджено технологічний процес виробництва рідкого палива на 12 заводах на основі методу прямої гідрогенізації вугілля [7, 8, 12]. Термічний коефіцієнт корисної дії сягав 40 %. При цьому 1т рідких горючих і зріджених газів з сумарним тепловмістом 10 Гкал отримували з 3,6 т вугілля. Подібні успіхи на вдосконалених установках отримані і в Південно-Африканській республіці часів апартеїду.

В сучасних умовах кінцевою метою експериментальних та промислових установок по переробці високо зольного пального є отримання водню з вугілля і метану. Це сприяє впровадженню таких технологій у найрізноманітніші сфери техніки, побуту і промисловості. Зокрема прикладом є зусилля корпорацій Mazda та Mitsubishi і інших в розробках автомобілів та автобусів з електромотором, де використовуються паливні елементи. Створені нові економічні каталізатори, в присутності яких значно легше проходить електроліз води, а отже і забезпечення отримання водню для використання в паливних елементах.

В умовах енергетичної і фінансової кризи вигода газифікації високозольного вугілля є очевидною, оскільки: радикально зменшується залежність електростанцій від застосування імпортова-

ного природного газу; значно збільшуються можливості використання електростанціями високозольного палива; зникає необхідність переводити тверді палива в пиловидну фракцію; перехід на нову технологію вимагає мінімальних зусиль в перебудові існуючих технологічних ліній металургійного та паливно-енергетичного процесів; газифікація твердого пального переводить виробництво на теплових електростанціях в категорію "чистого" виробництва; є можливості повної утилізації відходів і використання їх в будівельній індустрії, виробництві мінеральних добрив і інше, без побудови допоміжних виробничих ліній.

Разом з тим, в сучасних методах газифікації вугілля необхідно його перемелювати та забезпечити високі температури (1500 - 1600° С) і тиски (25 бар), а отримуваний газ необхідно очищувати та охолоджувати [2, 6]. Використовувана схема газифікації вугілля має лише одне цільове призначення, а тому необхідне впровадження таких технологій, які б не залежали від якості палива та дозволяли проводити його повну переробку. До таких відноситься технологія газифікації вугілля в відновному середовищі. Основа її базується на принципах здійснення твердофазових вуглецьвідновних процесів [2, 6]. При відновленні оксидів до елементів транспортується в основному кисень, а при відновленні оксидів в сферу взаємного транспорту залучаються відновлюваний елемент і вуглець [6]. Для початкового здійснення будь-якого "твердофазового" вуглецьвідновного технологічного процесу водень в складі шихти звичайно є. Але процес відновлення, який почався в зв'язку з втратою шихтовим матеріалом водню і водневмістних летких речовин при нагріванні з часом затухає. Для підвищення ефективності процесу (з прийнятними швидкостями і достатньою повнотою при понижених температурах) необхідно вводити в реакційну зону додаткову кількість водню. Найбільш економним шляхом водень може бути поданий в реакційну зону у вигляді води, метану (природного газу) або чистого водню. З енергетичної точки зору в якості джерела водню в "твердофазовому" вуглецьвідновному технологічному процесі вигідніше використовувати метан, аніж воду. Метан в цих процесах доцільно використовувати і з точки зору економії твердого вуглецевого відновника.

На першому етапі потрібно навчитись випалювати вуглець із сланців чи іншого виду високо зольного органічного палива з метою його газифікації і одержання із маси, що залишилася будівельних матеріалів з високими в'язучими характеристиками для виготовлення залізобетонних виробів і других будівельних матеріалів без використання цементу. Така можливість реалізовується завдяки тому, що при газифікації високо зольної породи і виділенні відновних газів вона перетворюється в в'язучий будівельний матеріал, який за своїми властивостями близький до цементного клінкеру. Звичайно ж, склад такого матеріалу буде визначатись мінеральним складом високо зольної породи чи матеріалу відвалів.

Легкі продукти переробки вихідного матеріалу є вихідними компонентами для органічного синтезу. Зрозуміло, що змінивши склад субстрату, який піддається газифікації ми отримаємо зовсім інші продукти – у випадку використання залізних руд навіть невисокої якості за прямого відновлення їх до металічного заліза буде отримано іншу ланку циклу газифікації – продукування металу – отримання будівельних матеріалів, за рахунок випалювання у відновних умовах маси супутніх оксидів кальцію, магнію, кремнію, алюмінію. Це є основою створення металургійно-будівельних комплексів з безвідходним виробництвом і попутною утилізацією тепла. Таким шляхом можна отримувати відновлення вихідної руди до металу без доменної печі. Оскільки цей технологічний процес невибагливий до твердого органічного палива як відновника, то спектр його складу охоплює всі наявні на сьогодні в Україні види високозольної мінеральної сировини (буре вугілля, сланці, тощо), використання якої гальмується через високі вимоги до її якості існуючими технологіями спалюванні викопних ресурсів.

Пройшовши відновлювальне випалювання за температур 1000-1350° С, тобто таких температур при яких для будівельних цілей випалюється вапняк або виробляється цемент, перераховані вище оксиди самі по собі і різних поєднаннях набувають в'язучих характеристик, що дозволяють із отриманих матеріалів виготовляти без цементні будівельні вироби. Таким чином, газифікація твердих палив, з однієї сторони, є основою енергетичних

об'єктів, а з іншої – трансформується на об'єкти будівельної індустрії. Технологічний процес газифікації твердих палив при суміщенні з металургійним процесом відновлення залізних, або взагалі поліметалевих руд досягає максимально можливої ефективності. Досягнення цього, як зрозуміло, вирішує і цілу низку екологічних, економічних та соціальних проблем.

ВИСНОВКИ

Як показали проведені дослідження, на сьогодні єдиним реальним джерелом забезпечення потреб в ПЕР в Україні є власні джерела, що унеможливають зовнішній вплив на економіку, фінанси і політику за умови прихильного відношення до них зі сторони законодавчої та виконавчої вищої влади країни. Наведені вище можливості раціонального та ефективного використання власних ресурсів [7, 8, 11] є лише частиною великого потенціалу Донбасу як регіону для вирішення енергетичних, соціальних та екологічних проблем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вольфберг Д. Б. Состояние и перспективы развития энергетики мира // Теплоэнергетика. 1998. № 9. С. 28-34.
2. Гулій В. М., Дігонський В. В., Гурський Д. С., Бобров О. Б. Значення нових технологій у зміцненні й розвитку мінерально-сировинної бази України// Мінеральні ресурси України. 2002. № 4. С. 6 - 10.
3. Гулій В., Озорной Г. Ера метану: газовий потенціал України в світлі світового досвіду// Аспекти самоврядування. 2007. № 2 (40). С. 37 - 41.
4. Гулій В. М., Озорной Г. І., Дігонський В. В. Власні ресурси та нові технології в забезпеченні енергетичної незалежності України // Чорноморська безпека. 2007. № 2 (6). С. 88 – 92.
5. Гулій В. М., Озорной Г. І., Дігонський В. В. Енергетична незалежність як основа національної і економічної безпеки України: орієнтація на власні ресурси та нові технології в світлі світових тенденцій XXI століття//Вісник НГСУ, № 4, 2007. С. 23 – 25.

6. Дигонский В. В., Дигонский А. В., Хренов В. И. О роли водорода в твердофазных углеводородостановительных технологических процессах. СПб.: "Экотехнология". 1993. 38 с.
7. Корчевой Ю. П., Майстренко А. Ю., Пацков В. П., Роман Б. Б., Куличенко В. В. Системный анализ процессов термохимической переработки угля в установках с циркулирующим кипящим слоем // Энергетика и электрификация. 1995. № 1. С. 41-45.
8. Крапчин И. П., Кудинов Ю. С. Уголь сегодня, завтра (технология, экология, экономика). М.: "Новый век". 2001. 265 с.
9. Лепігов Г. Д., Орлів С. І., Гулій В. М. Гігантське газове родовище в Донбасі (теоретичні передумови існування) // Мін. ресурси України, 2008. № 3. С. 32 – 33.
10. Лепігов Г. Д., Орлів С. І., Гулій В. М. Концентрація вуглеводнів в Донбасі в світлі абіогенної теорії їх генезису // Геолог України, № 3, 2008. С. 73 – 79.
11. Розенгарт Ю. И., Якобсон Б. И., Мурадова З. А. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии и их использование. Киев: Вища школа. 1988. 358 с.
12. Хрусталева Г. К., Андрианова Т. П., Медведева Г. В., Квочкина Л. В., Уланов Н. Н. Геология, методы поисков, разведка и оценка месторождений топливно-энергетического сырья. Обзор. информ. вып. 1. "Геоинформмарк". Геологические аспекты производства жидких топлив из углей. М. 2001.
13. Elliot R. Canada's Remote Communities Seek Energy Efficiency // GEOS. 1990. N1. P. 16-22.
14. Energy for the 21st century // Episodes. 1998. V.21.N4. P. 279-283.
15. Molina A., Mondragon F. Reactivity of coal gasification with steam and CO₂. Fuel. 1998. V. 77. N 15. P. 1831-1839.
16. Pakdel H., Roy C., Kalkreuth W. Oil production by vacuum pyrolysis of Canadian oil shales and fate of the biological markers // Fuel. 1998. V. 78. N 3. P. 365-375
17. Penner S. S. United States energy supplies for the 21st century // Energy. 1998. Vol.23. № 2. P. 71-78.