

О.А. КРУТЬ¹, В.С. БІЛЕЦЬКИЙ²

¹ Інститут вугільних енерготехнологій Національної академії наук України
вул. Андріївська, 19, Київ, 04070, Україна

² Донецький національний технічний університет
вул. Артема, 58, Донецьк, 83000, Україна

ВОДОВУГІЛЬНЕ ПАЛИВО: СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

В огляді наведено аналіз проблеми створення і використання водовугільного палива як джерела енергії, альтернативного нафтопродуктам і природному газу. Простежено історію розвитку світових досліджень у цій галузі, розглянуто основні технології одержання водовугільного палива, які використовують у різних країнах. Показано сучасний стан досліджень і перспективи використання водовугільного палива в Україні.

Ключові слова: енергозабезпечення, альтернативні джерела енергії, водовугільне паливо.

ВСТУП

Енергозабезпечення — одна з найгостріших проблем світової і вітчизняної економіки. Сьогодні крім використання традиційних паливних корисних копалин (природного газу, нафти, вугілля, торфу, горючих сланців) триває активний пошук нетрадиційних природних паливних ресурсів, зокрема метану вугільних родовищ, гідратів горючих газів, сланцевого газу тощо, а також розроблення і впровадження в експлуатацію нових енергетичних технологій. Серед альтернативних видів палива особливо вирізняється водовугільне паливо.

Водовугільне паливо (ВВП) — композиційне штучне рідке паливо на основі вугілля та води, за своєю суттю воно є різновидом висококонцентрованої водовугільної суспензії. В основу процесу його приготування покладено механохімічну активацію, в ході якої руйнується структура вугілля як природної «гірничої» маси. Під час подрібнення вугілля

збільшується його активна поверхня, а мінеральні домішки видаляються. Подрібнене вугілля і вихідну воду, яка в цьому процесі також зазнає ряду перетворень, змішують, додають реагенти-пластифікатори, в результаті чого утворюється специфічна дисперсна система, що має технологічно прийнятну калорійність, текучість і стабільність.

Масова концентрація ВВП — 60–80% вугілля, з розміром часточок не більш як 250 мкм. Для одержання потрібної фракції вугілля використовують спеціальні подрібнювачі. Кращі результати отримано при одержанні бімодального розподілу часточок за розмірами з певним співвідношенням крупної (100–250 мкм) і дрібної (< 40 мкм) фракцій, що дає можливість без погіршення реологічних властивостей ВВП отримати ефект «максимального пакування» і значно підвищити концентрацію суспензії. Оскільки така суспензія досить швидко розшаровується з осадженням вугільних часточок, до неї зазвичай додають пластифікатор, масова частка якого у ВВП становить близько 1%. З метою підготовки ВВП відповідно до

вимог споживачів до нього можна додавати різні добавки і присадки, такі як інгібітори корозії, десульфуризатори, денітрифікатори, регулятори плавлення золи тощо.

Водовугільне паливо можна приготувати майже з усіх марок вугілля, а також із відходів вуглезбагачення, проте найкращою сировинною базою вважають малометаморфізоване вугілля. В'язкість кондиційних паливних водовугільних суспензій, як правило, перебуває в межах 0,5–1,2 Па·с, седиментаційна стабільність — до 30 діб [1, 2].

Транспортування такого палива, в тому числі й на далекі відстані, здійснюють за допомогою гідротранспортних систем, а також у місткостях — автомобільних та залізничних цистернах, спеціальних морських суднах-танкерах [3].

Водовугільне паливо можна застосовувати як заміник природного газу і мазуту в котлоагрегатах. Порівняно з традиційним спаленням пилоподібного вугілля (зокрема, на ТЕС) використання ВВП в теплоенергетиці дозволяє зменшити викиди в атмосферу оксидів азоту, сірки і чадного газу, а також забезпечує повноту вигорання органічної маси до 99%, що значно поліпшує екологічну ситуацію довкілля [4]. На користь застосування ВВП в теплоенергетиці свідчать такі його переваги, як можливість найповнішого використання інфраструктури енергетичних котлоагрегатів при мінімальній реконструкції паливних пристроїв та систем паливоподачі, висока пакувальна щільність під час зберігання порівняно з штабелюванням сухого вугілля, повна вибухо- і пожежобезпечність, відсутність втрат при транспортуванні, можливість зберігання під землею.

Переведення котлів із шаровим спалюванням вугілля марок Д, Г на спалювання ВВП дає змогу отримати економію за вартістю тепла у 1,5–2,0 рази і зменшити еколого-економічні збитки на 90%.

До недоліків ВВП відносять зниження теплотворних характеристик палива, необхідність забезпечення системи золошлаковидання, хоча її можна виключити, якщо зольність вихідного вугілля не перевищує 5%.

Найбільш економічно доцільним є використання ВВП як палива для доспалювання вугілля в енергетичних пиловугільних котлоагрегатах, а також сумісного спалювання з газом або мазутом у різних пропорціях.

Останніми роками інтерес до технології ВВП посилюється завдяки прагненню низки країн, у тому числі України, позбутися залежності від постачальників нафти та природного газу — паливних ресурсів, що посідають ключові позиції в енергобалансі цих держав.

ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інтенсивні наукові дослідження зі створення та промислового впровадження ВВП розпочалися наприкінці 50-х років ХХ ст. в Японії, США, Італії, ФРН, Китаї та СРСР. Варто назвати такі основні світові наукові центри, які вивчали і продовжують вивчати цю проблему:

- корпорація «Energy and Environmental Research Center» (EERC, США, шт. Огайо) — досліджує технологію сумісного спалювання ВВП з традиційними паливами Cofiring;
- науково-дослідницький центр Пенсильванського університету та фірма «Pennsylvania Electric Company» (PENELEC) — розробляють технології виготовлення ВВП на збагачувальній фабриці «Homer City», спалювання ВВП у котлі потужністю 32 МВт, транспортування та спалювання на ТЕС «Seward» у котлі продуктивністю 130 т пари/год;
- фірма «Snamprogetti» (Італія) — експлуатує комплекс «Porto Torres» з повним циклом збагачення, транспортування та спалювання ВВП продуктивністю 500 000 т/рік;
- корпорація «Janri CWF Co.» (Китай) — працює в тому ж напрямі;
- корпорація «Nissho Iwai Corp.» і об'єднання «JGC» (Японія) — мають комплекс виготовлення ВВП на фабриці «Yanri» в провінції Шаньдун (Китай), транспортують танкерами продукт в Японію для спалювання на підприємствах хімічної компанії «Tausa Co.» (Окаяма), продуктивність 250 000 т/рік за ВВП;
- компанія «Japan Coal Oil Mixture» (Японія) — експлуатує промислову установку для приготування ВВП в Онахамі продуктивністю

600 000 т/рік, спалювання ВВП здійснюється на електростанції в Накосо;

- корпорації «Nissho Iwai and Ube Industries» (Японія) та «Coal & Allied Industries Ltd.» (Австралія) — розробили проект комплексу з виготовлення ВВП у порту Ньюкасла продуктивністю 4 млн т/рік, перевезення здійснюють морськими танкерами в Японію;

- Інститут технологій спалювання ВВП, Університет Чжецзян, Інститут енергетики, Адміністративне бюро «Shandong Petroleum», нафтова компанія «Shengli» (Китай) — виготовляють ВВП на кількох фабриках продуктивністю 250–275 тис. т/рік, перевозять залізницею та спалюють у промислових котлах, у тому числі призначених для спалювання нафти;

- Університет Північної Дакоти (США) — виготовлення ВВП зі збагаченого вугілля низької стадії вуглефікації;

- компанії «Japan SOM» і «JGC» (Японія) — проект дослідної установки на Алясці продуктивністю 25 млн барелей на рік з подальшим транспортуванням ВВП до Японії.

Загалом у 1960–1984 рр. проблеми використання ВВП вивчали понад 100 провідних фірм та наукових організацій [5–8].

На теренах колишнього СРСР над завданням зі створення ВВП працювали у «ВНИИПИГидротрубопровод», Інституті фізичної хімії АН СРСР, Інституті гірничої справи ім. О.О. Скочинського, Інституті горючих копалин, «ВНИПИГидроуголь». В Україні роботи за цією тематикою тривають в Інституті гідромеханіки НАН України, Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Інституті фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, у Донецькому політехнічному інституті, Державній холдинговій компанії «Донвугілля», Науково-дослідному і проектно-конструкторському інституті «УкрНДГідровугілля» (нині НДПКІ «Вуглемеханізація») [1, 6].

Серед визнаних світових лідерів у розробленні наукових основ і технічних рішень приготування ВВП можна назвати провідні фірми

США (Пенсильванський Університет, корпорацію EERC, Університет Північної Дакоти), Канади («Cape Breton Development Corporation»), Італії («Snamprogetti»), Німеччини («Salzgitter»), Швеції («AB Carbogel»), Франції (Дослідницький центр «Elsolaize») [9]. В Україні — Донецьке відділення дальнього трубопровідного транспорту (нині — НВО «Хаймек»).

ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

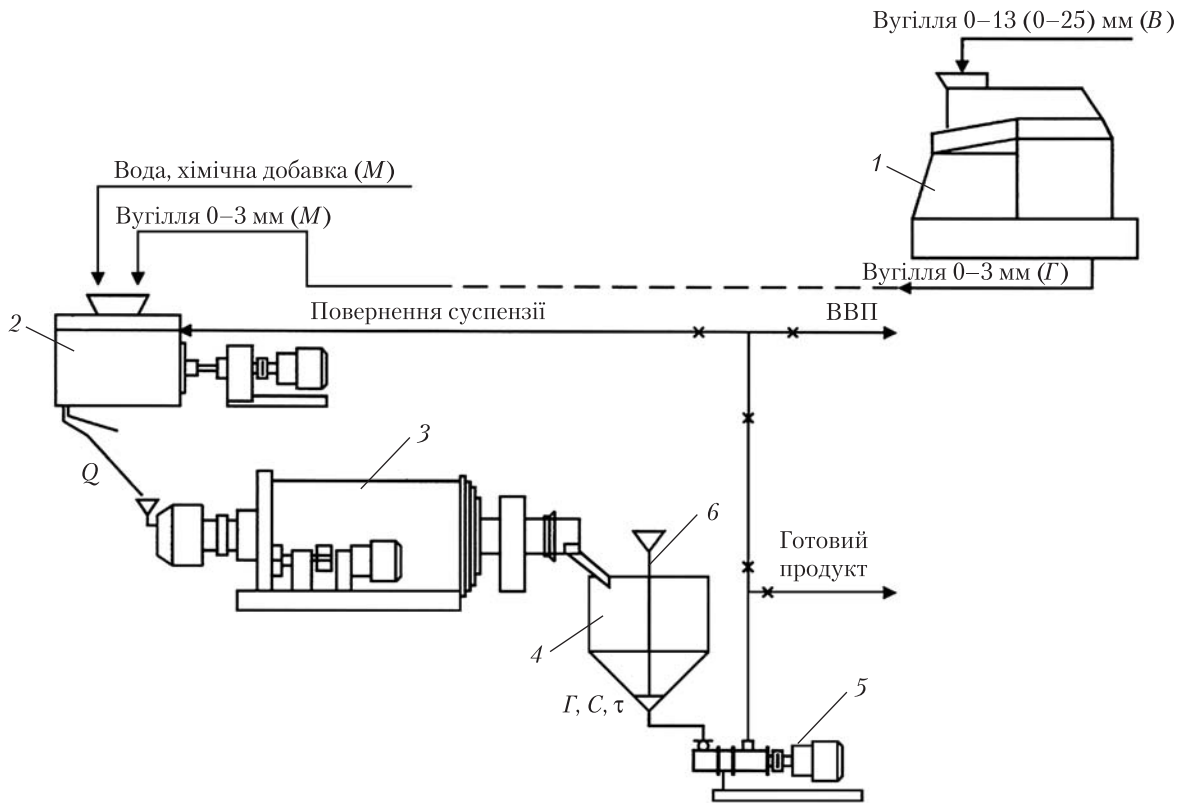
Загалом технологія одержання ВВП передбачає стадії збагачення вугілля, послідовного дроблення і подрібнення його до крупності 0–100 (200–250) мкм, гомогенізації суспензії з пластифікаторами.

Найвідоміші зарубіжні технології приготування ВВП*:

«**Reocarb**» (Італія, СРСР). Технологія передбачає помел у кульовому млині порівняно низькоконцентрованої суміші, а потім грубий помел у стрижневому млині за певних співвідношень крупної (0–3 мм) і тонкої (0–0,040 мм) фракцій та підвищення концентрації ВВП до 62–65% з використанням пластифікатора. При цьому гранулометричний склад вугілля в суспензійному середовищі за двостадійного помелу наближається до бімодального. Зольність вугілля перебуває в межах 10–20%. ВВП, отримане в такий спосіб, має непогані споживчі властивості, і його можна транспортувати по трубах на великій відстані й зберігати протягом тривалого часу без зміни характеристик.

«**Carbogel**» (Швеція, Канада). Технологія полягає у двостадійному помелі вугілля в кульових млинах з подальшим збагаченням його методом флотації. Змішування збагаченого і частково зневодненого вугілля з водорозчинною хімічною добавкою відбувається в гомогенізаторі до отримання стабільного ВВП. За вихідної зольності вугілля 15% зольність кінцевого продукту становить 2,8–4,0%. Максимальна масова частка вугілля в суспензії — 75%.

* Усі технології приготування ВВП зберігають елементи «ноу-хау».



Загальна технологічна схема приготування ВВП

1 – дробарка МПЛ-150; 2 – змішувач; 3 – кульовий млин; 4 – місткість; 5 – гвинтовий насос; 6 – клапан; В – вхідний контроль якості вугілля; Г – контроль гранулометричного складу; М – контроль маси; Q – контроль подавання гідросуміші; С – контроль масової концентрації; τ – контроль реологічних характеристик ВВП

«Co-Al» (Велика Британія). Головною особливістю технології є точна відповідність гранулометричного складу вугілля у ВВП заданому значенню. Обов'язкова умова – максимальний вміст у суспензії колоїдних частинок розміром менш як 0,003 мм. Технологічна схема передбачає двостадійне подрібнення суміші вугілля і збагаченого флотоконцентрату за наявності водорозчинної хімічної добавки. Контроль крупності здійснюють на грохоті. За потреби верхній продукт грохочення повертають на повторне подрібнення. Кінцевим продуктом є ВВП зольністю 6,5% за максимального вмісту в ньому твердої фази до 72%.

«Fluidcarbon» (Швеція). Шведська фірма «Fluidcarbon International» розробила спосіб отримання котельного палива у вигляді висококонцентрованої водовугільної

суспензії. До складу палива крім тонкоподрібненого низькозольного вугілля та води входить спеціальна хімічна добавка (близько 1%). Приготування палива здійснюють у 4 стадії: мокре подрібнення вугілля в кульових млинах, збагачення подрібненого продукту флотацією, зневоднення флотоконцентрату на барабанних вакуум-фільтрах, усереднення палива за якістю. В результаті таких технологічних операцій кінцевий продукт має зольність не вищу ніж 2,8% і вміст твердої фази – 68%. За патентом США [10], водовугільна суспензія, одержана за технологією «Fluidcarbon», може мати концентрацію вугілля в межах 60–80% за масою.

«Densecoal» (Німеччина). Технологію розроблено фірмами «BASF AG» і «Salzgitter AG». Вона передбачає як мокре, так і сухе

подрібнення вугілля, у процесі якого отримують продукт із середньою крупністю 0,04 мм, хоча фактично технологія дає можливість одержувати вугілля різного гранулометричного складу і суспензії різної в'язкості. Залежно від якості вихідного вугілля і подальшого використання паливної композиції регулюють тривалість перебування компонентів у млині, швидкість обертання барабана, вихідну крупність, а також кількість і склад хімічних добавок [11].

Розроблена в Японії технологія приготування ВВП полягає в мокрому подрібненні вугілля в низькоконцентрованій водовугільній суспензії, виділенні крупного і тонкого класу вугілля. Тонкий клас зневоднюють механічним способом, а крупний піддають ультратонкому подрібненню. Зневоднений кек і продукт ультратонкого подрібнення змішують у гомогенізаторі, в результаті чого одержують ВВП.

В Україні запропоновано удосконалену технологію отримання ВВП з урахуванням досвіду й недоліків технології «Reocarb». По-перше, помел вугілля здійснюють в одну стадію в кульовому млині. Потрібного гранулометричного складу досягають зміною кількості й діаметра молоткових тіл кульового млина. По-друге, запропоновано попереднє перемішування вугілля і води у спеціально сконструйованому апараті, після чого суміш надходить на помел. Ця операція підготовки суміші до помелу дає змогу вдвічі зекономити енергію у процесі приготування суспензії, а також істотно поліпшити її якісні характеристики, зокрема підвищивши седиментаційну стійкість. Технологію застосовують в Україні для отримання експериментальних партій ВВП, наприклад на НВО «Вуглемеханізація».

Радянські науково-дослідні організації у співробітництві з фірмою «Snamprogetti» (Італія) розробили, збудували і ввели в експлуатацію в 1990 р. дослідно-промисловий магістральний вуглепровід Белово – Новосибірськ (Росія) завдовжки 262 км з продуктивністю 3 млн т вугілля на рік за сухою масою. У 1993 р. вуглепровід було законсервовано.

Російська компанія «Альматеа» у 2009 р. створила гідроударний вузол мокрого помелу, що дає змогу отримати в одну стадію гомогенну суспензію із заданими характеристиками. За повідомленнями фірми (www.vodougol.ru), при використанні цього способу 90% одержуваних вугільних часточок мають крупність менш як 50 мкм. Установка потужністю 48,5 кВт виробляє 5,5 т водовугільної суспензії за годину. Стабільність такого ВВП – близько тижня. ЗАТ «Альматеа» у смт Йонський Ковдорського району Мурманської області побудувала дослідно-промисловий центр приготування ВВП, де використовують технологію попереднього покоління (вібромлини).

РОЗВИТОК СВІТОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

Напрямок зі створення і використання альтернативного нафтопродуктам і природному газу водовугільного палива продовжує активно розвиватися у світі.

На сучасному етапі лідерами у впровадженні ВВП є Китай та Японія. Вугільний інститут у Пекіні та Дослідницький центр у Таншані виконують роботи з удосконалення і промислового впровадження технології ВВП, щорічне виробництво якого в Китаї сягає 12 млн т. Китайські спеціалісти вважають, що переведення теплофікаційних установок з нафтогазового на водовугільне паливо дозволить країні скоротити імпорт нафти більш ніж на 70 млн т, а мазуту – на 20 млн т/рік [6, 12–14].

Японськими компаніями «JGC» і «Nissho Iwai Coal Corp.» спільно з Об'єднанням вугільних шахт Янчжоу (Китай) було засновано підприємство «Janri CWM Corp.», яке стало до ладу в 1992 р. і є прикладом першого промислового використання технології ВВП. Ще одним японським лідером у промислового впровадженні ВВП є компанія «Japan COM», яка у співдружності з енергетичними компаніями «Tokio Electric Power Co.», «Tohoku Electric Power Co.» і «Joban Joint Power Co.» у 1993 р. ввела в експлуата-

цію промислового комплексу в Онахамі продуктивністю 500 000 т/рік [12–14].

В останні десятиліття Японія і Китай продовжують нарощувати потужності з виробництва та спалювання ВВП. Зокрема, в Японії, в Накосо ВВП використовують як паливо в котлі потужністю 600 МВт. У Китаї використання ВВП становить мільйони тонн за рік, хоча для його одержання застосовують технології попереднього покоління. На ВВП з бурого вугілля працюють енергетичні потужності в Гуандуні (котел потужністю 220 МВт) і Шеньяні (75 і 120 т пари на годину).

Пошукові дослідження зі створення нових технологій ВВП продовжуються. Так, EERC, відома корпорація в галузі енергетики та охорони довкілля (шт. Огайо, США), розробила технологію «Cofiring» для сумісного спалювання висококонцентрованого ВВП з традиційними видами палива.

Російські (ЗАТ НВП «Сибэкотехника») і українські (ІТМ НАН України) фахівці запропонували нову технологію приготування ВВП, засновану на явищі *кавітації*. Вихідне вугілля піддають обробленню в умовах високого тиску (до 25 000 атм) і температури до 2000°C, подрібнюють до заданої крупності. Приготована у такий спосіб водовугільна суспензія набуває властивостей, що вигідно відрізняють її від приготованих за відомими технологіями. За повідомленнями авторів, за масової концентрації вугілля до 70% водовугільна суспензія на основі кузняцького вугілля марки Д, Г залишається стабільною до року.

У США, за повідомленнями компанії EERC, розроблено оригінальну технологію «Hot Water Drying» з підготовки бурого вугілля до приготування ВВП, що ґрунтується на його гідротермообробленні.

СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВВП В УКРАЇНІ

Останнім часом процес створення і використання водовугільного палива значно активізувався в Україні. Перспективи подальших досліджень ВВП перебувають у площині

забезпечення максимальної концентрації твердих часточок, ефективного горіння водовугільної суспензії та глибокого фундаментального вивчення реології і стабільності ВВП з позицій теорії стійкості ліофобних колоїдів. У галузі теорії висококонцентрованих водовугільних суспензій можна виділити три підходи: класично-гідродинамічний, емпіричний і дещо нетрадиційний — на основі фізичної теорії стійкості колоїдних систем (теорія ДЛФО) [15–17].

Українські академічні та відомчі установи в цілому завершили етап розроблення фізико-технічних основ приготування і транспортування ВВП. На основі широких теоретичних і експериментальних досліджень отримано головні залежності, які характеризують ВВП. Загалом їх можна виразити так:

$$\tau = f(\dot{\epsilon}, d_r, C, P_{\text{пласт}}, A^d, V^{daf}, \rho_H, t^\circ, T),$$

$$\tau = f(\eta), \quad \eta = f(\dot{\epsilon}),$$

де τ — дотична напруженість, напруженість зсуву; $\dot{\epsilon}$ — градієнт швидкості, швидкість зсуву; d_r — гранулометричний склад; C — концентрація суспензії (масова); $P_{\text{пласт}}$ — пластифікатор; A^d — зольність (на суху масу); V^{daf} — вихід летких речовин; ρ_H — водневий показник води; t° — температура зовнішнього середовища; T — тривалість зберігання суспензії.

Перші промислові випробування технології приготування і спалювання водовугільної суспензії було проведено в Україні на установці, створеній в інституті УкрНДІ-гідровугілля (м. Луганськ) за участю Інституту горючих копалин і Променергопроекту, у котельній шахти «Лутугинська-Північна» компанії «Луганськвугілля». Спалювання обводнених вугільних сумішей здійснювали з використанням вугілля марки Г, зольністю 15–30%, з вологістю 51–58%. Отримані результати було оцінено позитивно.

Згодом у Донецьку (Інститут «Донвугілля») у короткий термін було створено унікальний дослідно-промисловий полігон з приготування і транспортування вугільних суспензій та інших сумішей із твердих

паливних копалин на основі промислового устаткування.

На цьому полігоні наприкінці 1970–80 рр. було виконано масштабний комплекс наукових і експериментальних досліджень, результати яких покладено в основу створення майбутнього паливно-енергетичного комплексу Белово – Новосибірськ. З урахуванням досвіду створення і експлуатації цього промислового комплексу італійська фірма «Snamprogetti» спорудила демонстраційний комплекс «Porto Torres» у Сардинії з річною продуктивністю 500 тис. т ВВП.

Досягнення українських дослідників і науковців сприяли подальшому розвитку цього напрямку, їх і нині використовують у своїх дослідженнях колеги з Грузії, Китаю, США та Італії. Вітчизняні вчені зробили свій вагомий внесок у світову науку зі створення нового виду енергоресурсів – водовугільного палива, яке, зокрема у США, визначено як перспективний стратегічний ресурс.

Постанова Кабінету Міністрів України від 17 травня 2012 р. № 397 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2012–2016 роки» у розділі «Освоєння альтернативних джерел енергії» передбачає «розвиток технологій спалювання водовугільних сумішей як альтернативних видів палива для заміщення природного газу» [18].

Верховною Радою України прийнято рішення про залучення кредиту Китайського банку розвитку на впровадження водовугільного палива та газифікації вугілля в розмірі 3,6 млрд дол.

У червні 2012 р. винесено на обговорення проект змін до Енергетичної стратегії України на період до 2030 року. У цьому проекті передбачено поступове скорочення імпорту природного газу: у 2015 р. – 33,7; у 2020 р. – 27,1; у 2025 р. – 20,0; у 2030 р. – 5 млрд м³ на рік [19].

Крім того, нині виконується Національний проект «Енергія природи», який передбачає використання біомаси і водовугільного палива з метою енергозбереження [20].

Сьогодні набувають поширення й місцеві ініціативи, зокрема у Волинській області, – щодо впровадження першої черги установки потужністю 5 тис. т на рік з виготовлення ВВП на базі шахти №1 «Нововолинська», у Кіровоградській області – зі створення енергетичних потужностей на вододобувувугільному паливі [21, 22].

Розроблення в напрямі впровадження водовугільних технологій проводить Науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут «Вуглемеханізація» (м. Луганськ), який має полігон на котельні в м. Нововолинську. У жовтні 2012 р. компанія «Українське тепло» спільно з китайськими фахівцями спорудили установку для сушіння вугілля на водовугільному паливі.

ВИСНОВКИ

Комплекс теоретичних і експериментальних досліджень, виконаних починаючи з 1950-х років у ряді країн, заклав наукові основи технології одержання водовугільного палива, яке можна розглядати як альтернативу нафтопродуктам і природному газу на ТЕС і котлоагрегатах середніх потужностей. Нині розпочався етап промислового впровадження ВВП у країнах, які активно розвивали та інвестували в цей напрям енергозабезпечення, зокрема в Китаї та Японії.

В Україні активні наукові дослідження в галузі створення вітчизняної технології ВВП розпочалися в 1970-х роках. Одержані теоретичні й експериментальні дані, а також широка міжнародна співпраця українських учених підготували наукову і практичну основу для нинішнього впровадження ВВП у вітчизняній енергетиці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Круть О.А. Водовугільне паливо. – К.: Наук. думка, 2002. – 172 с.
2. Світлий Ю.Г., Круть А.А. Технология водоугольного топлива. – Донецк: Східний видавничий дім, 2011. – 104 с.
3. Світлий Ю.Г., Круть О.А. Гидравлический транспорт твердых материалов. – Донецк: Східний видавничий дім, 2010. – 268 с.
4. Делягин Г.Н. Водоугольное топливо – экологически чистое топливо // Трубопроводный гидротранс-

- порт твердых материалов / за ред. Б.Ф. Брагина. — К., 1993. — Т. 2. — С. 299–323.
5. Battista J.J., Zawadzki E.A. Utility Applications for Coal-Water Slurry Cofiring // Coal Utilization & Fuel Systems: Proc. 20th Int. Conf. (March 1995, Clearwater, Florida, USA). — P. 523–534.
 6. Трубецкой К., Мусеев В., Дегтярев В. и др. Проблемы внедрения водоугольного топлива в России // Уголь. — 2004. — № 9. — С. 41–46.
 7. Bird S.O. Coal in Water: Fuel of the Future? // Virginia Minerals. — 1986. — V. 32. — P. 21–29.
 8. Wibberley L.G., Palfreyman D., Scaife P. Efficient Use of Coal Water Fuels. — QCAT Technology Transfer Centre, 2008. — 87 p.
 9. Basta N., Moore S., Gerald O. Coal Slurries: an Environmental Bonus? // Chem. Eng. — 1994. — http://infohouse.p2ric.org/ref/27/26637.pdf.
 10. Pat. US 4599089, C10L1/32 Coal-water dispersion / Stigsson L.L., Lindman B. — Publ. 08.07.1986.
 11. Xue M., Su M., Dong L. et al. An investigation on characterizing dense coal-water slurry with ultrasound: theoretical and experimental method // Chem. Eng. Commun. — 2009. — V. 197. — P. 169–179.
 12. Kefa C., Qiang Y., Xinyu C. et al. Recent Development of CWS Combustion Technology in China // Coal Utilization & Fuel Systems: Proc. 20th Int. Conf. (March 1995, Clearwater, Florida, USA). — P. 731–739.
 13. Tanaka M. The Operation of a CWM Relay Station in the CWM Chain from China to Japanese Users // Coal Utilization & Fuel Systems: Proc. 21th Int. Conf. (March 1996, Clearwater, Florida, USA). — P. 691–698.
 14. Lu Y., Cui Z. Study on Development Strategy of Coal Pipeline Transportation in China // Coal Utilization & Fuel Systems: Proc. 23th Int. Conf. (March 1998, Clearwater, Florida, USA). — P. 875.
 15. Урьев Н.Б. Закономерности структурообразования высококонцентрированных водоугольных суспензий // Исследование гидромеханики суспензий в трубопроводном транспорте: сб. науч. тр. — М., 1985. — С. 8–27.
 16. Білецький В.С., Круть О.А., Власов Ю.Ф. Дослідження характеристик водовугільного палива залежно від властивостей вихідного вугілля // Наук. вісн. Національного гірничого університету. — 2006. — № 6. — С. 46–49.
 17. Круть О.А., Білецький В.С., Сергеев П.В. Аналіз енергетичного стану твердої фази водовугільної суспензії з позиції ДЛФО // Збагачення корисних копалин. — 2006. — № 25. — С. 14–20.
 18. Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2012–2016 роки — Постанова КМ України 17.05.2012. № 397.
 19. Оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 р.: http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=222032.
 20. Енергія природи: Національний проект. — http://www.ukrproject.gov.ua/node/28.
 21. Угода щодо регіонального розвитку Волинської області між КМ України та Волинською областю: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0001120-10/page2.
 22. Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми відродження та розвитку Олександрійського буровугільного комплексу на період до 2015 року: розпорядження КМ України. — http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document;jsessionid=E8A08D475916833F4D2058899DFF6D07?id=221682.

Стаття надійшла 28.11.2012 р.

А.А. Круть¹, В.С. Білецький²

¹ Інститут угільних енерготехнологій
Національної академії наук України
ул. Андреевская, 19, Київ, 04070, Україна

² Донецький національний технічний університет
ул. Артема, 58, Донецьк, 83000, Україна

ВОДОУГОЛЬНОЕ ТОПЛИВО: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В обзоре приведен анализ состояния проблемы создания и использования водоугольного топлива как источника энергии, альтернативного нефтепродуктам и природному газу. Прослежена история развития мировых достижений в этой области, рассмотрены основные технологии получения водоугольного топлива, которые используются в разных странах. Показано современное состояние и перспективы использования водоугольного топлива в Украине.

Ключевые слова: энергообеспечение, альтернативные источники энергии, водоугольное топливо.

О.А. Krut¹, V.S. Bilecky²

¹ Coal Energy Technology Institute
of National Academy of Sciences of Ukraine
19 Andreevskaya Str., Kyiv, 04070, Ukraine,

² Donetsk National Technical University
58 Artema Str., Donetsk, 83000, Ukraine

COAL-WATER SLURRY FUEL: CURRENT STATUS AND PROSPECTS

The analysis of current state of problems associated with creation and use of coal-water based fuel as alternative substitute to oil-based products and natural gas is presented. The basic milestones of the development of research works carried out in the world concerning the above problem are considered. The main technologies to obtain coal-water based fuel which are used in the different countries are also considered. The current state and prospects to use coal-water based fuel in Ukraine are given.

Key words: energy savings, alternative source of energy, coal-water slurry.