

# УКРАЇНСЬКІ ВУГІЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ХХІ СТОРІЧЧЯ

**Володимир Білецький, доктор технічних наук, професор Донецького державного технічного університету**

Сьогодні вже загальновідомо, що світові запаси нафти та газу як енергетичної сировини сильно поступаються запасам вугілля. У світовій структурі паливно-енергетичних ресурсів за сучасними даними вугілля займає 67%, нафта 18%, а газ – 15%. В Україні картина інша: вугілля – 96%, нафта і газ – по 2%. Виходячи з цього зрозуміло, яке важливе значення для нашої країни має вугілля, розвиток технологій його видобування та переробки.

Вітчизняними вченими розроблено ряд перспективних вугільних технологій:

- приготування і спалювання висококонцентрованих водовугільних суспензій (водовугільного палива);
- гідравлічного транспортування вугілля на далекі відстані (до 500-1000 км і більше);
- комплексної переробки бурого вугілля з одержанням гірничого воску, рідких, твердих і газоподібних продуктів;
- масляної агрегації (грануляції, агломерації, флокуляції) вугілля.

Мета цієї публікації - познайомити читачів з деякими з цих технологій, які можуть розцінюватися як перспективними для впровадження у ХХІ ст.

**1. Водовугільне паливо (ВВП), Coal-Water Slurry Fuel (CWSF),** - композиційне штучне рідке паливо на основі вугілля та води, представляє собою висококонцентровану водовугільну суспензію (ВВВС), яка має задані реологічні (в'язкість, напруження зсуву), седиментаційні (зберігання однорідності у статичних та динамічних умовах) і топочні (енергетичний потенціал, повнота вигорання органіки) характеристики та призначена для безпосереднього спалювання у топках котлоагрегатів. Склад ВВП: 62-65 % вугілля подрібненого до рівня 0-(100-250) мкм., 37-34 % води та біля 1% хімічних добавок - *пластифікаторів*. У деяких видах ВВВС вміст вугілля досягає 80%. В'язкість кондиційних ВВП, як правило, знаходиться в межах 0,5-1,2 Па·с, седиментаційна стабільність – 30 діб. Найбільш технологічним, економічним і сприятливим фактором для максимально щільної упаковки частинок твердої фази в одиниці об'єму суспензії, є бімодальний характер розподілу частинок за розмірами з певним співвідношенням крупної (100-250 мкм) і дрібної (менше 40 мкм) фракцій. Доцільна частка дрібної фракції від маси твердої фази суспензії – 30-40%. Забезпечення оптимального *гранулометричного складу* розв'язується індивідуально для кожного виду вугілля і залежить від його марки і властивостей: *зольності, вологості, ступеня окиснення, індексу твердості* і т.і. Найбільш перспективною технологією одержання ВВП є *мокре подрібнення* вугілля у *млині*. Найперспективнішими є домішки на основі технічних лігносульфонатів (відходи при виробництві паперу за сульфитною технологією), гуматні *реагенти* (натрієві солі гумінових кислот різних фракцій), поліфосфати, які ефективно діють в лужному середовищі (при рН = 9-11). Виробництво седиментаційно стійкої ВВП на основі збагаченого (малозольного) вугілля (*зольністю* менше 8%) потребує більш складної технології, зв'язаної з обов'язковим двостадійним помелом вугілля для забезпечення бімодального *гранулометричного складу*, а також проведення процесу приготування ВВП на двох паралельних технологічних лініях, на яких застосовуються неоднакові домішки-пластифікатори. Продукти двох паралельних технологічних ліній змішують з одержанням стабільної суспензії. ВВП використовують для гідравлічного

транспортування (переважно в магістральних гідротранспортних системах), транспортування в автомобільних та залізничних цистернах та як рідке *паливо*.

Порівняно з сухим меленим (пилоподібним) *вугіллям*, застосування ВВП в теплоенергетиці дозволяє зменшити викиди у атмосферу на 20-35% оксидів азоту, *сірки* і чадного газу, а також забезпечує повноту вигорання органічної маси до 99%, що значно поліпшує екологічну ситуацію довкілля. В котлоагрегатах ВВП може замінювати *газ* і *мазут*. Це дає можливість в перспективі зменшити енергетичну залежність країни від нафтопродуктів і *газу*.

Інтенсивні наукові дослідження по створенню ВВП почалися у 80-і рр. ХХ ст. в Японії, США, Італії, ФРН, Китаї, а з 1985 р. – у СРСР (інституті ВНИИПИгідротрубопровод - м.м. Москва, Донецьк, Новокузнецьк; Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України – м.Київ; Інституті фізико-органічної хімії та вуглехімії НАН України – м.Донецьк; Донецькому політехнічному інституті, Інституті фізичної хімії АН СРСР та ін.). Вітчизняні науково-дослідницькі організації у співробітництві з фірмою «Снампрожетті» (Італія) розробили, збудували і запустили в експлуатацію в 1990 р. дослідно-промисловий магістральний вуглепровід Білово-Новосибірськ (Росія) довжиною 262 км з продуктивністю 3 млн. т. *вугілля* за рік на суху масу. Для здійснення цього проекту науково-дослідними інститутами України було зроблено біля 50 винаходів.

За кордоном технології-аналоги інтенсивно розробляються і впроваджуються. Так корпорація досліджень в галузі енергетики та охорони довкілля (EERC), США, шт.Огайо, розробила технологія спільного спалювання ВВП з традиційними паливами "Cofiring". Науково-дослідницький центр Пенсильванського університету та фірма PENELEC, (Пенсильванія Електрик Компани) –технологію виготовлення ВВП на збагачувальній фабриці "Хоумер Сіті", спалювання ВВП в котлі потужністю 32 МВт, транспортування та спалювання на ТЕС "Сьюард" в котлі продуктивністю 130 т пари/год. Фірма "Снампроджетті", Італія – комплекс Порто Торрес з повним циклом збагачення, транспортування та спалювання ВВП продуктивністю 500000 т/рік. В цьому ж напрямку працює корпорація Янрі ВВП (Janri CWF Co), Китай та Нісхо Іваї Корп. (Nissho Iwai Corp), Японія, об'єднання Джей Джи Сі (JGC), Японія. Останні створили комплекс виготовлення ВВП на фабриці Янрі в Шандонгу, організовано транспортування ВВП танкерами в Японію та спалювання на підприємствах хімічної компанії Тейсе К (Окаяма), продуктивність 250 000 т/рік по ВВП. Компанія Джапан КОМ (Japan Coal Oil Mixture), Японія запустила промислову установку для приготування ВВП в Омахамі, продуктивністю 600 000 т/рік, розпочала спалювання ВВП на електростанції у Накосо. Компанія Ніссо Іваї Юбе Індастріз, Японія та Коул енд Еллайд Індастріз ЛТД, Австралія розробили проект комплексу по виготовленню ВВП в порту Ньюкасл продуктивністю 4 млн. т/рік, перевезення ВВП морськими танкерами в Японію. Нафтова компанія "Шенглі" впровадила виготовлення ВВП на декількох фабриках продуктивністю 250-75 тис т/рік, перевезення залізницею та спалювання в промислових котлах, в тому числі призначених для спалювання нафти. Компанія Джапан КОМ, Японія та Джей Джи Сі, Японія розробили проект дослідної установки на Алясці продуктивністю 25 млн барелей/рік з подальшим транспортом ВВП до Японії. Дослідно-промислова установка є в м.Раменське (Росія). Крім того, проблемою створення ВВП сьогодні займаються Університет шт.Північна Дакота, США; Інститут технологій спалювання ВВП, Китай; Університет Жедзянг; Інститут енергетики; адміністративне бюро "Шандонг петролеум" та інш. В останнє десятиліття ХХ ст. Японія і Китай нарощували потужності з виробництва та спалювання ВВП (щорічний рівень споживання ВВП цими країнами близько 1500 тис.т). В останні роки в Японії, Росії, США на основі збагаченого *вугілля* (*зольністю* менше 1 мас%) розроблені технології виробництва і склад ВВП, яке може бути ефективним паливом для дизельних двигунів залізничного і морського транспорту. У майбутньому ці розробки можуть мати велике стратегічне значення.

Сьогодні вітчизняною технологією приготування і спалення ВВП володіють Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України – м.Київ; НВО “Гаймек” – м. Донецьк, Луганське відділення Інженерної академії України, а фрагментами технології також інші організації. Дослідне спалювання ВВП раніше проведено на збагачувальній фабриці “Самсонівська”; дослідно-промислова установка для виготовлення та спалювання ВВП була споруджена на ш. Комсомольська. Технологія викликала інтерес у Мінекономіки України, яке в кінці 2000 р. запропонувало Мінпаливенерго скликати нараду організацій-розробників та організацій-споживачів технології для вирішення технічних і фінансових питань подальшого розвитку і впровадження технології у енергетиці України.

**2. Гідравлічне транспортування вугілля на далекі відстані.** Магістральний гідравлічний транспорт вугілля призначений для його переміщення в рідкому несучому середовищі по трубопроводах на відстані в десятки і сотні км від джерел їх отримання до місць переробки і споживання. Дозволяє з'єднати великі промислові об'єкти (напр., *шахта* - теплова електростанція або коксохімічний завод, *рудник* або збагачувальну фабрику - металургійний завод тощо). Найвідомішим у світі є магістральний вуглепровід Блек-Меса, Арізона, США, довжиною 439 км і продуктивністю 5,8 млн/т на рік. В США, Південній Африці, Радянському Союзі, Австралії в період енергетичної кризи 70-80-х років і пізніше було опрацьовано декілька проектів магістральних трубопроводів для передачі вугілля на великі відстані (до 2000 км). Але з різних причин вони не були побудовані, хоча інтерес до цих проектів залишається великий. Гідравлічний транспорт вугілля має ряд переваг: мінімальні питомі транспортні витрати та втрати продукту, який транспортується; порівняно малі строки будівництва вуглепроводу; велика продуктивність; неперервність та рівномірність вантажопотоку; підвищена надійність; екологічна чистота; незалежність від погодних умов.

В Україні унікальну технологію дальнього транспортування коксівного вугілля розроблено Донецьким державним технічним університетом та НВО “Гаймек”. Суть проблеми полягає в тому, що коксівне вугілля при дальньому гідравлічному транспортуванні частково втрачає свої технологічні властивості – коксівну здатність, спікливість, що негативно впливає на якість коксу. Причина полягає в тонкому подрібненні вугілля під час його гідротранспортування, блокуванні вугільних зерен розмоклою породою, окисненні вугільної поверхні. Новизна вітчизняної технології, яка, доречі, перевищує відомі закордонні аналоги, заключається в обмаслюванні вугільної фази на вихідному терміналі, що блокує вугільну поверхню від негативних чинників процесу гідротранспортування. Промислове випробовування методом “ящичного” коксування на печах Донецького КХЗ показало, що при дальності транспортування 500 км коксівні властивості вугілля при такій попередній обробці матеріалу зберігаються.

**3. Масляна агрегація вугілля** - процес структурування дисперсних гідрофобних матеріалів, зокрема *вугілля*, у водному середовищі за допомогою *аполярних реагентів*. Застосовується для *збагачення, обезводнення й облагороджування корисних копалин*, в основному, вугілля. Розрізняють *масляну грануляцію* (зерна до 3-5 мм, витрати *реагенту* - від 8-10 до 40-50 мас.%), *агломерацію* (полідисперсний матеріал 0-3(5) мм, витрати *реагенту* - 2-7 мас.%) та *флокуляцію* (зерна 0,1-0,2 мм і менше, витрати *реагенту* - 0,5 - 2 мас.%). Як *реагент* застосовують різні нафтопродукти, *кам'яновугільні смоли*, вторинні масла. *Гранулят* являє собою моно- або полідисперсний продукт крупністю від 0,5-0,7 до 7-10 мм, зольністю до 5-10%. *Агломерат* - частково згранульований полідисперсний матеріал крупністю від 0,2-0,3 мм і більше. *Флокули* - пухкі або ущільнені комплекси крупністю біля 0,2-0,3 мм. Відходи масляної грануляції мають зольність до 80-85% і навіть до 90%. Відомо біля ста різновидів процесу масляної агрегації вугілля. Найбільш відомі: процес Трента, *Конвертоль*, Оліфлок, Могіфлок, з вітчизняних - ОВЗУМС та ін. В Україні *Донецьким державним технічним університетом* опрацьовано ряд нових технологій масляної

агрегації, які успішно випробувані на збагачувальних фабриках Донбасу (сумарна кількість вітчизняних технічних рішень захищених авторськими свідоцтвами сягає 50 шт.). За кордоном процес впроваджено на Губахінському коксохімзаводі в Росії, а також випробувано у напівпромисловому варіанті в Індії, Канаді, США, Японії, Австралії, ФРН. Найбільш перспективним є застосування процесу при перезбагаченні тонкодисперсних *фракцій*, гідротранспортуванні *вугілля*, підготовці його до *коксування* та *гідрогенізації*.

Виходячи з тенденції погіршення якості вугілля, яке видобувається, збільшення вмісту у вихідному вугіллі тонкодисперсних фракцій процес масляної грануляції треба розглядати як перспективний. В галузі збагачення вугілля крупністю менше 50 мкм процес не має конкурентів.

Враховуючи унікальні технологічні можливості масляної агрегації вугілля, невибагливість процесу, простоту і ефективність, можливість застосування до вугільної сировини широкого спектру якості за зольністю, можливості знесірчення вугілля цим методом, його можна зарахувати до унікальних вітчизняних технологій, які будуть затребувані в недалекому майбутньому.

Зрозуміло, що в цій короткій статті ми не могли охопити всіх перспективних вугільних технологій, якими володіє наша країна. В їх число входить крім згаданих вище і ряд технологій облагороджування так званого “солоного вугілля” (з підвищеним вмістом мінеральних солей, особливо натрієвих та калієвих), і апробовані технології підземної газифікації вугілля, і методи одержання гумінових кислот тощо.

Перспективне планування наукових досліджень, в першу чергу на державному рівні, повинно враховувати особливості структури паливно-енергетичного балансу країни, домінуючу роль в ньому вугілля, що обумовлює необхідність розвитку вітчизняних вугільних технологій.