

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 662.76

ОРАЙЛО О. Г., магістр.; СОБЧЕНКО В. В., к.т.н.; НЕГОДА О. А., магістр.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ГАЗИФІКАЦІЯ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

Проведено огляд існуючих методів газифікації дисперсних матеріалів у псевдозрідженому шарі, їх технології, перспективність використання. Проведено аналіз проблем та складнощів у цьому процесі.

Ключові слова: газифікація, псевдозріджений шар, газифікатор, дрібнодисперсний матеріал.

Постановка проблеми. В Україні є досить велика кількість економічно доступної біологічної сировини – це лісосічні відходи, відходи деревообробних та меблевих виробництв, так само зерноочисних виробництв, різні види соломи і стебел рослин, різні промислові та побутові відходи. Але для їх доцільного використання потрібні енергоефективні та екологічно чисті технології. Одним з таких є процес газифікації.

Метою статті є аналіз існуючих методів газифікації у псевдозрідженому шарі, виявлення проблем у процесі та постановка завдань для подальшого дослідження.

Перспективи застосування газифікації. В історії розвитку методів використання енергетичних ресурсів первісним є процес газифікації. Завдо до виникнення нафтопромисловості суспільство користувалось горючими газами (CO , H_2 , CH_4), отриманими шляхом взаємодії матеріалу органічного походження (в основному вугілля) з окисниками (кисень, водяна пара та ін.) при високотемпературному нагріві ($1000 \dots 2000$ °C) [1]. З розвитком нафто-промисловості газифікація почала втрачати свою актуальність. Натепер основними джерелами енергії є нафта та природний газ, але з кожним роком їх запаси значно зменшуються, тому сучасні фахівці в області енергетики намагаються відновити використання горючих газів, отриманих шляхом газифікації.

Газифікація є одним з найдешевших та екологічно безпечних способів отримання електричної та теплової енергії. З екологічної точки зору головною перевагою газифікації твердого палива є низький рівень негативного впливу на довкілля. При газифікації відсоток палива, що не згорає, є значно менший, ніж при прямому спалюванні. Це пояснюється тим, що відбувається майже 100 %-на конверсія вуглецю при його переході з твердого в газоподібний стан, а в залишку золи практично відсутній вуглець, що не прореагував (сажа). Внаслідок цього утворюється значно менша кількість шкідливих для оточуючого середовища хімічних зв'язків (як у димових газах, так і в залишках золи).

Маса генераторного газу в декілька разів менше, ніж маса продуктів згорання, тому очистка генераторного газу від оксидів сірки, азоту, важких металів та твердих частин значно ефективніша. При спалюванні генераторного газу утворюються ті ж відходи, що й при спалюванні природного газу. Баластні компоненти газу (CO_2 , N_2) зменшують його вибухонебезпечність. При спалюванні такого газу можна збільшити у два рази теплове навантаження топки котла, тобто зменшити його розміри [2]. До складу генераторного газу входять: CO , H_2 , CH_4 , C_mH_n , H_2S , CO_2 , O_2 , N_2 . Горючими компонентами є CO , H_2 , CH_4 , C_mH_n . Калорійність отриманого газу залежить від виду використовуваної сировини.

У нашій країні наявна досить велика кількість економічно доступної біологічної сировини – лісосічні відходи, відходи деревообробних та меблевих виробництв, також зерноочисних виробництв, різні види соломи і стебел рослин (пшениця, кукурудза, соняшник тощо), очерет, плодові кісточки і горіхова шкалула, різні промислові та побутові відходи.

На багатьох підприємствах харчової та деревообробної промисловості накопичуються відходи – дрібнодисперсні матеріали з теплою спалювання $8 \dots 16$ МДж/кг. Так, на середньому за потужністю спиртовому заводі одержують $2 \dots 8$ т/г спиртової барди, яка частково знаходить попит у тваринництві. Однак більша її частина накопичується на звалищах. В Україні зібрано на полігонах та несанкціонованих звалищах близько 250 млн т. У 2008 році об'єми їх вивозу склали 11,0 млн т, і кількість відходів продовжує накопичуватись – у сільській місцевості нараховується 19 тисяч несанкціонованих звалищ [3]. Газифі-

фікуючи ж частки такого матеріалу і використовуючи отриману теплоту для сушки товарної спиртової барди та одержання технологічної водяної пари, на підприємствах можна суттєво зменшити витрати природного газу.

Генераторний газ зручно транспортувати системою газогонів. В Україні розроблені технічні умови ТУ У 40.2-05417035-061:2007, за якими дозволяється додавання 15 % генераторного газу до природного. Значна економія коштів на транспортування відбувається за рахунок того, що негорюча мінеральна частина сировини, що газифікується, залишається на місці, а не перевозиться на значні відстані [2].

Сьогодні в Україні близько 85 % всіх котлів працює на природному газі, тому використання синтез-газу має велику перевагу перед прямим спалюванням, оскільки не потребує заміни обладнання [3]. У випадках перебоїв у подачі сировини газогенератори можуть працювати як на генераторному газі, так і на природному.

Авторами статті [4] було зазначено, що в тих умовах, які склалися на теренах України, використання газогенераторів є найбільш прийнятним шляхом для заміщення природного газу, насамперед у комунальній енергетиці. Калорійність газу для різних видів палива становила (тріска твердих порід дерева, лузга соняшника, пілети з курячого посліду з підстилкою): 1280, 1200 та 1700 ккал/м³ [4].

Процес газифікації залежить від температури, складу суміші, яку використовують для дуття, величини шматків палива, властивості його взаємодії з газами (реакційні властивості), згорання палива, плавлення золи, розподілення дуття, концентрація реагуючих речовин, стабільність режимів та ін.

Класифікація методів газифікації. Технології газифікації можливо класифікувати за розробленими технологічними схемами, теплотою згорання отриманого газу та його призначенням, температурою та тиском газифікації, типом дуття, характером руху палива, що газифікується, а також з урахуванням компанії, яка розробила процес і т.д. [5].

За теплою згорання отриманих газів розрізняють газифікацію: з низькою (4,2...6,7 МДж/м³), середньою (6,7...18,8 МДж/м³) і високою (31...40 МДж/м³) теплою згорання, за їх призначенням: для енергетичних (безпосередньо спалювання) та технологічних цілей (синтез, виробництво водню, технічного вуглецю). За температурою газифікації: низькотемпературна (до 800 °С), середньотемпературна (800...1300 °С) і високотемпературна (вище 1300 °С), за тиском – атмосферна (0,1...0,13 МПа), за середнього (2...3 МПа) і високого (понад 3 МПа) тиску [5, 6, 7]. За типом дуття – повітряну, пароповітряну, кисневу, парову, парокисневу газифікацію.

Під час повітряної газифікації утворюється генераторний газ з низькою теплою згорання (4...6 МДж/м³) [8]. Не враховуючи домішки, можна вважати, що повітря складається з кисню – 21 % за об'ємом та азотом – 79 % за об'ємом, тобто на один об'єм кисню припадає 3,8 об'єму азоту. Тому при газифікації з повітряним дуттям генераторний газ містить велику кількість азоту [9]. Цей газ використовується в котлах, газових двигунах або турбінах, але у зв'язку з низькою енергетичною цінністю цей газ не придатний для транспортування трубопроводами, тому його слід використовувати безпосередньо на місці отримання без транспортування на значні відстані. Натепер цей метод є найбільш розповсюдженим, оскільки значно зменшуються всі витрати, зв'язані з виробництвом кисню, а також з необхідністю установки декількох реакторів.

Процес газифікації протікає при досить високих температурах, внаслідок чого зола палива частково плавиться і утворюються великі шматки шламу. Це призводить до нерівномірності подачі повітря через шар палива, неповного згорання палива, значних втрат тепла. Щоб уникнути цих проблем, до повітряного дуття додають водяну пару. У пароповітряному газі більше водню та оксиду вуглецю і менше азоту, ніж у повітряному. Таким чином, отримання пароповітряного газу дає можливість знизити температуру зони газифікації порівняно з температурами при отриманні повітряного газу і одночасно підвищити теплотворну здатність газу [9].

Газифікація з використанням кисню дає газ високої якості (10...18 МДж/м³) [8]. Цей газ може транспортуватися трубопроводами та використовуватись як синтез газу з метою отримання метанолу та газоліну. При цьому відбувається згорання побічних продуктів газифікації в другому реакторі (наприклад, в установці з двома реакторами псевдозрідженого шару). Але цей метод є значно витратнішим (при добуванні кисню необхідна установка додаткових реакторів та ін.). Газ такої якості також можна отримати при паровій газифікації (водяний газ). При кисневій газифікації під високим тиском (понад 10 МПа) можна отримати генераторний газ з теплою згорання 20...40 МПа [5].

Водяний газ містить горючі гази – оксид вуглецю та водень, а також невелику кількість двооксиду вуглецю, азоту та метану. Існуючі установки водяного газу працюють таким чином, що в один період газогенератору вдувається повітря, а до наступного – пара [9].

Парокисневий газ утворюється при подачі в газогенератор кисню зі значним додавання пари. Пару вводять для зниження температури в газогенераторі та отримання водню. При газифікації під високим тиском 2,0...2,5 МПа на парокисневому дутті отримують газ з великим вмістом метану та високою теплотворною здатністю. Збільшення тиску сприяє утворенню газів, молекули яких складаються з великої кількості атомів – CH_4 та CH_2 .

За характером руху палива, що газифікується, розрізняють газифікацію твердого палива в розплаві, щільному шарі, псевдозрідженому шарі та в потоці.

Найперспективнішими серед зазначених вважають методи газифікації в потоці та псевдозрідженому шарі [8].

Особливості газифікації у псевдозрідженому шарі. В апаратах з псевдозрідженим (киплячим) шаром газифікація палива відбувається за температур, менших, ніж температура плавлення золи, а також сприятливих умов тепло- та масообміну (за майже сталої температури за висотою шару). Сірка в шарі може зв'язуватись золюю і вапном. Порівняно низька температура процесу дозволяє зменшити викиди оксидів азоту, а також сприяє оптимальному сполученню сірки завдяки додаванню вапняку (або доломіту). Установки з псевдозрідженим шаром працюють із сухим золовидаленням [5].

У газифікаторах може існувати стаціонарний, циркулюючий і псевдозріджений шар, що розширюється.

Газифікатори з кипячим шаром можуть працювати як на повітряному, так і на кисневому дутті. Вибір дуття залежить в основному від підготовки та способу подачі палива в реактор. При використанні як палива водовугільної суспензії газифікацію проводять на кисневому дутті. Якщо паливо вводять у реактор сухим способом, то як газифікуючі агенти використовують повітря або парокисневу суміш [5]. Процес може проходити при атмосферному або високому тиску. Відмітними особливостями даних газифікаторів є високі швидкості тепло- і масопередачі та якісне перемішування твердої фази, що забезпечує високі швидкості реакції та близьку до сталої температуру шару. Фракція сировини має бути дрібнішою, ніж при газифікації в щільному шарі. Реактори КШ – єдиний вид газифікаторів, що працюють з ізотермічним шаром сировини. Отриманий генераторний газ містить 5...10 г/нм³ смоли, що є середнім показником між газифікацією різних видів [8].

Натепер переважно застосовують газифікацію органічних матеріалів у псевдозрідженому шарі під тиском. Установка, що працює під тиском, набагато складніша та має більшу вартість порівняно з атмосферною газифікацією. Та порівняно зі звичайним кипячим шаром цей процес має вищий ККД енергоблоків (до 42...47 %); вищу екологічну чистоту та ефективність спалювання палива; можливість регулювання продуктивності установок у широких межах [10]. Переваги використання цієї технології з'являються при використанні в масштабних парогазотурбінних установках з внутрішньоцикловою газифікацією біомаси. У цьому разі не потрібно додатково спалювати генераторний газ перед подачею в камеру згорання газової турбіни [8]. Це призвело в 1990-х до помітного розвитку цих технологій.

Нині в світі створені такі технології газифікації палива у псевдозрідженому шарі: газифікація за методом високотемпературного процесу Вінклера (проект ПГУ KoBra), U – Gas (проект ПГУ Toms Creek), KRW (проект ПГУ Pinon Pine), Westinghouse Corporation та ін. [6]. Виробництвом газифікаторів КШ та ЦКШ займаються європейські компанії: Rheinbraun, Gotaverker (Швеція), Foster Wheeler (Фінляндія), Lurgi (Германія), Tampella (Фінляндія), TPS (Швеція). Окрім згаданих компаній, у світі існує ще близько десяти виробників газифікаторів псевдозрідженого шару [8, 11].

Технології газифікації у псевдозрідженому шарі. У високотемпературному процесі Вінклера [6] паливо газифікується у псевдозрідженому шарі при підвищеному тиску на повітряному або кисневому дутті з додаванням пари при температурах нижчих точки розм'якшення золи. Підсушене вугілля вводять до газифікатора за допомогою шлюзової системи. Газифікаційний агент надходить у реактор на різних рівнях по висоті КШ. У псевдозрідженому шарі частково окислюється вуглець, а летючі після виходу розкладаються на CO , H_2 і CH_4 . Газифікація коксозольного залишку відбувається як у кипячому шарі, так і в надшаровому просторі. Основна частина пилу, що вийшов з реактора, вловлюється з необробленого газу в гарячому циклоні та повертається в кипячий шар через тракт повернення. Коксозольний залишок, що збирається на дні реактора, та зола видаляються через шлюзову систему, розміщену під газифікатором.

Розробником технології U–Gas є Інститут газових технологій у м. Чикаго (США) [6, 12]. Процес проходить у кипячому шарі під тиском з використанням воронкоподібного газорозподільного пристрою. Газифікаційний агент вводять у реактор як через решітку кипячого шару, так і через центральний вивід золи. Досить висока швидкість потоку в центрі газорозподільної решітки призводить до лока-

льного підвищення температури до значення, близького до температури розм'якшення золи. У результаті зольні частки спікаються, і після того як маса агломерату перевищує підйомну силу газового потоку, випадають з реактора в золотбірник з водою. Таким чином долається основний недолік газифікатора з киплячим шаром – порівняно високий вміст вуглецю в матеріалі, що відводиться з шару. Розмір фракції матеріалу, що подається до реактора, становить 1,0...1,5 мм (допускається <75 мм). У зв'язку з відносно високою температурою киплячого шару (900...960 °С) газ, що виходить з реактора, не містить летючих смол. Очистка від пилу проводиться в двох ступенях циклонів. Вугілля газифікується при наявності сорбента Са. 90 % сірки зв'язується в газифікаторі [6].

Розробником методу газифікації KRW є фірма «Келлог – Раст – Вестингаус» за підтримки фірми «Фостер Уїллер». У цій установці газифікація відбувається в киплячому шарі, що розширюється, при температурах 960...1000 °С, під тиском. Нижня частина реактора представляє собою циліндр, у центр якого подається газифікуючий агент (повітря або кисень), а зола виводиться по стінках цього циліндра.

Нині в світі розробляються технології двоступінчастої термічної переробки вугілля в циркулюючому киплячому шарі під тиском (топпінг-процес). Порівняно з технологіями газифікації вугілля в КШТ і ЦКШТ для ПГУ на твердому паливі ці методи можуть забезпечити повніше випалювання вуглецю в донній золі і спростити схему керування процесом [6, 13]. Технології топпінг-процесу розробляються фірмою «Фостер Уїллер» разом з компанією «Вестін-гаус» і Інститутом газових технологій (США) (технологія «Фостер Уїллер»), фінським відділенням компанії «Фостер Уїллер» (технологія «Пірофлу»), фірмою «Брітіш коал» та Інститутом вугільних енерготехнологій (ІВЕ) НАН України [6, 13].

На першій стадії газифікації в синтез-газ переходять практично всі летючі і частина фіксованого вуглецю палива та відбувається розробка внутрішньої поверхні паливних часток. На другій стадії газифікації високоефективно спалюється в камері згоряння газової турбіни, підвищуючи температуру робочого тіла. У газифікаторі з'являється до 85 % сполук сірки в топці ЦКШ, що забезпечує високу екологічну чистоту технології [6].

Корпорацією «Брітіш Коул» було розроблено процес парціальної газифікації вугілля в повітряному середовищі під тиском 1,8 МПа. Процес проводиться в реакторі з циркулюючим киплячим шаром фонтануючого типу при температурах 1000 °С. Відмітною особливістю установки Брітіш Коул є введення в центральний канал газогенератора разом з пароповітряною сумішшю, вапняком і коксозольним залишком подрібненого до 3 мм вугілля. Зола виводиться по периферії нижньої конічної секції газогенератора. Швидкість псевдозрідження – у межах 0,5...1,2 м/с. Технологія розроблена для впровадження на теплових електростанціях [6].

Вітчизняна технологія є двостадійною газифікацією високозольного вугілля в циркулюючому псевдозрідженому шарі на повітряному дутті за підвищеного до 2,5 МПа тиску. Газифікацію здійснюють за температур до 1000 °С. Калорійність отриманого газу – 6,7 МДж/нм³. Відмітними особливостями технології є висока кратність циркуляції коксозольного залишку (до 100); наявність піролізера на тракті повернення коксозольного залишку; комбінована подача твердого палива; отримання двох потоків газу: низькокалорійного та висококалорійного (за рахунок застосування двостадійної газифікації вугілля в ЦКШ); наявність камери перемішування отриманих газів на виході з реактора та піролізера.

Газифікація у двох реакторах киплячого шару використовується для отримання газу з більш високою теплотворною здатністю, ніж у отриманого в одинарному газифікаторі КШ з повітряним дуттям. Перший реактор є піролізером, в якому нагрів відбувається гарячим піском, що надходить з другого реактора киплячого шару. Пісок нагрівається при спалюванні вугільної речовини в повітрі перед рециркуляцією в перший реактор. Зазвичай пара додається для стимуляції проходження реакцій отримання водню. Незважаючи на високу теплотворну здатність, отриманий газ має значний недолік – великий вміст смол.

Компанія «Фостер Уїллер» (Foster Wheeler) запропонувала технологію сумісного виробництва водню та електроенергії. Модуль ЦКШ під тиском складається з газифікатора з циклоном-сепаратором і спеціального бар'єрного фільтра для уловлення летючої золи та забезпечення концентрації пилу в газах, що відходять близько 2 мг/м³ за нормальних умов. Вугілля, пар, окисник та інертний теплоносії (пісок або вапняк) подають у газифікатор, у нижній частині якого за допомогою компресора утворюється стійкий киплячий шар. З газифікатора він надходить у циклон-сепаратор для відділення та рециркуляції твердих частинок. Після цього синтез-газ очищують від аміаку, лужних з'єднань та сірководню. Коксовий залишок можна спалювати в різних камерах згоряння, що забезпечує високу ефективність вироблення електроенергії [14].

У джерелі [14] також були представлені інші сучасні світові технології газифікації палива. Так, китайські вчені дослідили процес прямого отримання водню з вугілля у двох паралельних реакторах з кип-

лячим шаром (газифікаторі та регенераторі). У результаті газифікації вугілля отримано газ, що містить 73 % водню та близько 27 % метану, CO та CO₂ за масою. Коефіцієнт корисної дії перетворення органічної маси вугілля в синтез-газ може досягати 92,6 %. При використанні водню в гібридних системах із застосуванням твердооксидних паливних елементів ККД вироблення електроенергії досягає 61,9 % при повному вловлюванні CO₂.

Висновки. Попри низку переваг процесів газифікації в КШ та ЦКШ, вони є досить складними та вимагають доопрацювань. Це передусім стосується якості палива (зольність, вихід летючих, вміст сірки) при створенні тієї чи іншої технології. У зв'язку з тим, що процес проходить при низьких температурах, з метою уникнення плавлення золи не всі матеріали можуть використовуватись у цих технологіях.

Для палива типу вугілля зазвичай мало часу перебування в шарі та надшаровому просторі для повного розкладання на сполуки [15]. Внаслідок цього великий відсоток палива, що не пройшов процес газифікації, виноситься з апарата. Причиною цього також є температурні обмеження, пов'язані з характеристиками золи на оплавлення. Тому на виробництві встановлюють додаткові піролізатори або матеріал повертають назад до газифікатора [16].

При газифікації у псевдозрідженому шарі малозольного палива (вугілля) розмір частинок зменшується за рахунок їх розкладання на різні сполуки і дрібні частинки, які виносяться з шару. Середній розмір частинок і кількість матеріалу в шарі зменшується, внаслідок чого матеріалу, який залишився, недостатньо для стійкого псевдозрідження. Тому необхідно вводити в шар інертний жаростійкий матеріал, частинки якого створюють стійкий псевдозріджений шар, а частинки палива горять у проміжках між цими зрідженими частинками. При газифікації високозольного палива проблем з псевдозрідженням не виникає, оскільки зменшення розміру частинок пов'язано з їх стиранням, і процес відбувається значно повільніше.

При газифікації дрібнодисперсних матеріалів виникають певні труднощі, оскільки шар палива чинить великий опір руху газів. Виникає необхідність у підвищенні тиску дуття, через що погіршується розподіл дуття, утворюється шлакування та великий винос дрібних частинок. Аналогічні незручності виникають у разі розпадання палива при нагріванні [17].

Автори статті планують проведення дослідів гідродинаміки частинок палива, що газифікуються. На базі даних дослідів буде встановлено оптимальний розмір частинок, що газифікуються, та швидкість дуття окислювача.

Список використаної літератури

1. Калечица И. В. Химические вещества из угля / И. В. Калечица. – М. : Химия, 1980. – 616 с.
2. Клюс В. П. Газификация твердого топлива – альтернатива природному газу / В. П. Клюс, Д. С. Довженко // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2011. – № 3. – С. 10-14.
3. Карп И. Н. Направления замещения природного газа альтернативными видами топлива и энергии в промышленности и коммунальной энергетике / И. Н. Карп, Е. Е. Никитин, К. Е. Пьяных, А. Н. Зайвый // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2009. – № 4. – С. 16-25.
4. Антощук Т. О. Досвід отримання та використання генераторного газу в енергетичному устаткуванні / Т. О. Антощук, К. Є. П'яних // Энергоэффективность. – 2010. – С. 156-158.
5. Корчевой Ю. П. Экологически чистые угольные энерготехнологии / Ю. П. Корчевой, А. Ю. Майстренко, А. И. Топал. – К. : Наук. думка, 2004. – 186 с.
6. Майстренко А. Ю. Технологии газификации углей для парогазовых установок / А. Ю. Майстренко, А. Н. Дудник, С. В. Яцкевич. – К. : Знание, 1993. – 68 с.
7. Макаров Г. Н. Химическая технология твердых горючих ископаемых / Г. Н. Макаров, Г. Д. Харлампович. – М. : Химия, 1986. – 496 с.
8. Гелетуха Г. Г. Обзор технологий газификации биомассы // Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 2. – С. 21-29.
9. Гинзбург Д. Б. Газификация твердого топлива / Д. Б. Гинзбург. – М. : Гостройиздат, 1958. – 111 с.
10. Стратегія енергозбереження в Україні : аналітично-довідкові матеріали в 2-х т. / за ред. В. А. Жовтянського, М. М. Кулика, Б. С. Стогнія. – К. : Академперіодика, 2006. – Т. 1 : Загальні засади енергозбереження. – 510 с.
11. Железная Т. А. Обзор современных технологий газификации биомассы. // Т. А. Железная, Г. Г. Гелетуха // Пром. теплотехника. – 2006. – Т. 28. – № 2. – С. 61-75.
12. Фальбе Э. Химические вещества из угля / Э. Фальбе. – М. : Химия, 1980. – 616 с.

13. Вольчин И. А. Сжигание твердого топлива в кипящем слое под давлением / И. А. Вольчин, Ю. П. Корчевой, А. Ю. Майстренко и др. – К. : Наук. думка, 1997. – 85 с.
14. Мессерле В. Е. Тридцать первая Международная техническая конференция по использованию угля и топливным системам / В. Е. Мессерле, А. Б. Устименко // Теплоэнергетика. – 2007. – № 3. – С. 71-76.
15. Цитович О. Б. Проблемы тепло- и массообмена в современной технологии сжигания и газификации твердого топлива / О. Б. Цитович // Материалы Междунар. шк.-семинара (Минск, 27 мая – 3 июня 1988 г.). – Минск : ИТМО им. А. В. Лыкова АН БССР, 1988. – Ч. 2. – С. 24-31.
16. Дудник А. Н. Балансовые термодинамические расчеты процессов горения и газификации углей в ЦКС под давлением / А. Н. Дудник, А. Ю. Майстренко, С. В. Онищенко, А. И. Топал // Экологические и ресурсосбережение. – 1999. – № 6. – С. 19-29.
17. Гинзбург Д. Б. Газогенераторы и газовое хозяйство в стекольной и керамической промышленности / Д. Б. Гинзбург. – М. : Госстroiиздат, 1948. – 204 с.

Надійшла до редакції 25.02.2012.

Orailo O. H., Sobchenko V. V., Nehoda O. A.

GASIFICATION OF FINE MATERIAL IN A FLUIDIZED BED

Review of the actual world methods of gasification of fine material in a fluidized bed was done. Their peculiarities, classification, technologies were described in detail. Weighty arguments for actuality and prospect using gasification of fine material in a fluidized bed and for introduction its in industry of Ukraine were produced. Problems and complications of this process was analyzed. There was formulated the problem for further investigation.

Keywords: *gasification, fluidized bed, gasifier, fine material.*

References

1. Kalechica I. V. Himicheskie veshhestva iz uglja [Chemicals from coal] / I. V. Kalechica. – М. : Himija, 1980. – 616 s.
2. Kljus V. P. Gazifikacija tverdogo topliva – al'ternativa prirodnomu gazu [Gasification of firm fuel – alternative to natural gas] / V. P. Kljus, D. S. Dovzhenko // Kompessornoe i jenergeticheskoe mashinostroenie. – 2011. – № 3. – S. 10-14.
3. Karp I. N. Napravlenija zameshhenija prirodnogo gaza al'ternativnymi vidami topliva i jenerгии v promyshlennosti i kommunal'noj jenergetike [The directions of replacement of natural gas alternative types of fuel and energy in the industry and municipal power] / I. N. Karp, E. E. Nikitin, K. E. P'janyh, A. N. Zajvyj // Jekotehnologii i resursoberezhenie. – 2009. – № 4. – S. 16-25.
4. Antoschuk T. O. Dosvid otrymannia ta vykorystannia heneratornoho hazu v enerhetychnomu ustatkuvanni [Experience of receipt and use of generator gas is in a power equipment] / T. O. Antoschuk, K. Ye. Pianykh // Enerhoeffektyvnost. – 2010. – S. 156-158.
5. Korchevoj Ju. P. Jekologicheski chistye ugol'nye jenergotehnologii [Environmentally friendly coal power technologies] / Ju. P. Korchevoj, A. Ju. Majstrenko, A. I. Topal. – К. : Nauk. dumka, 2004. – 186 s.
6. Majstrenko A. Ju. Tehnologii gazifikacii uglej dlja parogazovih ustanovok [Technologies of gasification of coals for combined-cycle plants] / A. Ju. Majstrenko, A. N. Dudnik, S. V. Jackevich. – К. : Znanie, 1993. – 68 s.
7. Makarov G. N. Himicheskaja tehnologija tverdih gorjuchih iskopaemyh [Chemical technology of firm combustible minerals] / G. N. Makarov, G. D. Harlampovich. – М. : Himija, 1986. – 496 s.
8. Geletuha G. G. Obzor tehnologij gazifikacii biomassy [Review of technologies of gasification of a biomass] / G. G. Geletuha, T. A. Zheleznaja // Jekotehnologii i resursoberezhenie. – 1998. – № 2. – S. 21-29.
9. Ginzburg D. B. Gazifikacija tverdogo topliva [Gasification of firm fuel] / D. B. Ginzburg. – М. : Goststroiizdat, 1958. – 111 s.
10. Stratehiia enerhozberezhennia v Ukraini [Strategy of energysavings is in Ukraine] : analitychno-dovidkovi materialy v 2-kh t. / za red. V. A. Zhovtianskoho, M. M. Kulyka, B. S. Stohniia. – К. : Akadempriodyka, 2006. – Т. 1 : Zahalni zasady enerhozberezhennia. – 510 s.

11. Zheleznaia T. A. Obzor sovremennykh tekhnologij gazifikacii biomassy [Review of modern technologies of gasification of a biomass] / T. A. Zheleznaia, G. G. Geletuha // Prom. teplotekhnika. – 2006. – Т. 28. – № 2. – С. 61-75.
12. Fal'be Je. Himicheskie veshhestva iz uglja [Chemicals from coal] / Je. Fal'be. – М. : Himija, 1980. – 616 s.
13. Vol'chin I. A. Szhiganie tverdogo topliva v kipjashhem sloe pod davleniem [Burning of firm fuel in a boiling layer under pressure] / I. A. Vol'chin, Ju. P. Korchevoj, A. Ju. Majstrenko i dr. – К. : Nauk. dumka, 1997. – 85 s.
14. Messerle V. E. Tridcat' pervaja Mezhdunarodnaja tehniceskaja konferencija po ispol'zovaniju uglja i toplivnym sistemam [Thirty-first International Technical Conference on the use of coal and fuel systems] / V. E. Messerle, A. B. Ustimenko // Teploenergetika. – 2007. – № 3. – С. 71-76.
15. Citovich O. B. Problemy teplo- i massoobmena v sovremennoj tehnologii szhiganiya i gazifika-cii tverdogo topliva [Problems heat and mass transfer in modern technology of burning and gasification of firm fuel] / O. B. Citovich // Materialy Mezhdunar. shk.-seminara (Minsk, 27 maja – 3 ijunja 1988 g.). – Minsk : ITMO im. A. B. Lykova AN BSSR, 1988. – Ch. 2. – С. 24-31.
16. Dudnik A. N. Balansovye termodinamicheskie raschety processov gorenija i gazifikacii uglej v CKS pod davleniem [Balance thermodynamic calculations of combustion and gasification of coal in a circulating fluidized bed under pressure] / A. N. Dudnik, A. Ju. Majstrenko, S. V. Onishhenko, A. I. Topal // Jekotekhnologii i resursosberezhenie. – 1999. – № 6. – С. 19-29.
17. Ginzburg D. B. Gazogeneratory i gazovoe hozjajstvo v stekol'noj i keramicheskoj promyshlennosti [Gas generators and gas economy in glass and ceramic industry] / D. B. Ginzburg. – М. : Gosstprojizdat, 1948. – 204 s.

УДК 502/504

МІШИНА О. Ю., асп.; КОФАНОВА О. В., к.х.н., доц.; ВАСИЛЬКЕВИЧ О. І., к.х.н., доц.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ НАФТОРЕСУРСІВ ЯК ЗАСІБ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ КРАЇНИ

Натепер ресурси нафти є головним джерелом для забезпечення потреб транспортної, хімічної та нафтохімічної промисловості. З метою раціоналізації використання нафторесурсів у статті запропоновано спосіб інтенсифікації первинної перегонки нафти при введенні добавок антиоксидантів – N-метил-N,N-біс-(3,5-дитретбутил-4-гідроксibenзил)аміну, 2,2'-метилен-біс-(4-метил-6-третбутилфенолу) і Боріну та отримано збільшення виходу цільового нафтопродукту.

Ключові слова: нафта, первинна переробка нафти, антиоксиданти, раціональне природокористування.

Постановка проблеми. Питання збереження енергоресурсів і палива є першочерговими у системі сталого розвитку суспільства й біосфери. Навіть при найоптимістичніших прогнозах повний перехід на відновлювальні джерела енергії займе багато часу. Тому найактуальнішим завданням сьогодення є максимально ефективне використання традиційних джерел енергії – нафти, вугілля і газу.

Антропогенні фактори вносять значні зміни у функціонування екосистем та біосфери в цілому, оскільки людина, використовуючи природні ресурси, перетворює їх на нові форми, вилучає хімічні елементи з природних ланцюгів, створює штучні сполуки тощо. Нашому поколінню дістався світ розвинутих технологій, проте такий стрімкий науково-технічний розвиток призводить до негативних наслідків, які у глобальному масштабі виражаються у зміні клімату, явищах парникового ефекту, зміні ландшафту.

У зв'язку з цим гостро стоїть проблема щодо зміни характеру ведення господарства. Так, у 1987 р. на конференції Організації Об'єднаних Націй у Ріо-де-Жанейро було сформульовано нову концепцію розвитку світу, яка отримала назву «сталий розвиток суспільства та біосфери». Така політика заснована на гармонійному поєднанні економічного, екологічного і соціального факторів для забезпечення стабільного функціонування людини і природи з урахуванням потреб майбутніх поколінь. В аспекті засад сталого розвитку вагома роль належить саме енергоресурсам, оскільки вони є головною рушійною силою усіх сфер нашого життя – від домогосподарств до важкої промисловості.