

УДК 620.952

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

СІНЧЕНКО В. М. - доктор с.г. наук,
ГУМЕНТИК М. Я. - кандидат с.-г. наук,
БОНДАР В. С. - кандидат економічних наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Постановка проблеми. Населення планети все більше задумується над проблемою всезростаючих обсягів використання викопних енергетичних ресурсів, що веде до різкого зменшення їх запасів і, як наслідок, до суттєвого подорожчання та антропогенного впливу на довкілля. За останні три десятиліття світове споживання енергетичних ресурсів зросло майже в два рази, і в 2014 р. становитиме понад 13 млрд. т. нафтового еквівалента. Тому питання заміни викопних видів палива поновлюваними джерелами енергії є надзвичайно актуальними.

Науковими дослідженнями та практикою доведено, що виробництво біопалив першого покоління стає все менш ефективним у зв'язку з необхідністю використання для вирощування сировини та її переробки значних обсягів все тих же викопних видів палива: бензину, дизпалива та електроенергії.

В зв'язку з цим набувають значного розмаху дослідження з впровадження нових перспективних технологій виробництва біопалив другого покоління з більш високою теплотворною здатністю та покращеними фізичними властивостями.

Значна кількість науково-дослідних робіт з розробки біопалив другого покоління проводиться в Нідерландах, Німеччині, Франції, Данії. Дані напрями досліджень розпочаті й українськими науковцями в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Зокрема, вивчаються технології виготовлення біопалива методами терифікації, зволоженого гранулювання та виробництва синтез-газу за допомогою плазми.

Мета досліджень. Метою роботи є визначення та дослідження перспективних напрямів розвитку виробництва біопалив другого покоління на основі використання нових технологій їх виробництва.

Результати досліджень та їх обговорення. На ринку біопаливної індустрії здійснюється активний пошук перспективних, нових і більш ефективних технологій переробки сировини та виробництва біопалив другого покоління. Одним із таких напрямів є терифікація біомаси при високих температурах і відсутності кисню, що значно збільшує теплотворну здатність біопалива. Терифіко-

вані гранули володіють рядом переваг у порівнянні зі звичайними. Так, енергетична цінність біопалива отриманого методом терифікації не поступається теплотворній здатності кам'яного вугілля і становить 21-23 МДж/кг, в той час як звичайні паливні гранули та брикети мають теплотворну здатність 17-18 МДж/кг.

Процес виробництва включає: запікання твердої біомаси (англ. - torrefaction) та гранулювання її у гранули. В процесі терифікації паливні гранули набувають характеристик, які відрізняють їх в кращу сторону від звичайних гранул. Калорійність однієї тонни терифікованих гранул вище, ніж однієї тонни звичайних паливних гранул на 30%. Під час процесу сировина у вигляді подрібненої деревної біомаси нагрівається без доступу кисню до температури 250-300° С. Нагрівання триває від декількох секунд до однієї години - залежно від встановленого режиму терифікації. В результаті утворюється синтез-газ, який забезпечує високу температуру, необхідну для процесу терифікації. Тривалість процесу гранулювання встановлюється залежно від якості вхідної сировини, на виході одержують гомогенний продукт з високою енергетичною щільністю, відмінною якістю, вологістю до 5%, який містить меншу кількість домішок, ніж в не терифікованій біомасі. Окрім того, гранули набувають гідрофобності, що відштовхує вологу і протистоїть процесам гниття і бродіння, що можливо при зберіганні їх під відкритим небом. Рис.2.

У порівнянні з традиційними, такі гранули мають безліч інших переваг та

підвищену енергетичну щільність, що становить 1200-1600 кг/м³ [1].

При терифікації властивості біомаси кардинально змінюються: руйнується структура целюлози, випаровується значна кількість вологи, утворюються вільні молекули вуглецю, водню і кисню. За структурою терифіковані гранули схожі з вугіллям, так як в ході хімічних процесів в органічній сировині при терифікації весь вуглець перетворюється в біовугілля (ненасичені вуглеводні), окислюючись і реагуючи з молекулами кисню. Біовугілля має ті ж властивості, що й викопне вугілля і може спалюватись спільно з іншими видами палива в різних пропорціях. Завдяки тому, що в результаті випалу сильно знижується вологість терифікованих гранул, вони стають крихкими і подрібнюються легше, ніж звичайні гранули, тому при спільному спалюванні з вугіллям немає необхідності модернізувати технологічну лінію подачі палива та додатково встановлювати дробарки та окрему систему подачі гранул. У більшості вугільних електростанцій застосовується факельний спосіб спалювання палива, при якому вугілля перед подачею в котел подрібнюється до пилоподібного стану. Під час перевезення і складування терифікованих гранул скорочуються витрати на зберігання. Звичайні паливні гранули при зберіганні за рахунок біологічної активності деревини, або біомаси абсорбують вологу з повітря, втрачають калорійність, щільність до гниття, а при попаданні на них вологи розмокають і руйнуються. Терифікація біомаси дозволяє також знизити вміст сульфатів у гранулах, що позитивно впливає на тривалість експлуатації теплогенераторів.



Рис.2. Терифіковані паливні гранули на основі органічної сировини.

неруючого обладнання. Для виробництва терифікованих гранул розширюється ресурсна база за рахунок того, що в технологічному процесі можна використовувати відходи переробки сільськогосподарських культур, солому, бадилля, стебла, лушпиння, качани кукурудзи, соняшнику.

Ефективним методом переробки органічної маси та її гранулювання в тверде біопаливо є технологія зволоженого гранулювання. В умовах високої температури під час гранулювання проходить терифікація, що дає можливість збільшити теплотворну якість паливних гранул. Одним з важливих способів, що передбачає зниження енерговитрат, є мілке подрібнення біомаси дезінтегратором та зволоження, внаслідок чого поліпшуються фізико-хімічні властивості сировини, що входять до складу біомаси. При пресуванні подрібненої біомаси в результаті механічної деформації під дією тиску температура матеріалу піднімається вище 100° С. Під дією високої температури частина матеріалу переходить в розплавлений стан полімер, і виступає в ролі звязуючого елемента. Основним компонентом в процесі гранулювання під час плавлення і склеювання органічної сировини за даною технологією є лігнін [1,2].

Перспективним напрямом є також розробка технологій використання відновлюваних джерел енергії та виробничтво на їх основі теплової та електричної енергії. На сьогодні відомо чимало способів перероблення рослинної біомаси в енергію, але одним з найбільш ефективних і перспективних напрямів є термоконверсія з газифікацією органічної сировини. Синтез-газ, який утворюється в процесі газифікації біомаси, можна використовувати як паливо в побутових та комунальних котлах, зріджувати, перетворювати його в рідке або газоподібне паливо, або після охолодження і очистки використовувати як паливо для двигуна внутрішнього згорання з отриманням механічної або електричної енергії в когенераційних установках. В енергетиці термохімічне спалювання біомаси є новим підходом, зокрема газифікація біомаси при високій температурі 800-1500° С в присутності по-

вітря, кисню і води внаслідок чого отримується синтез-газ або генераторний газ з теплою згорання від 10,500 до 16,700 МДж/м³ (за нормальних умов). Такий газ є сумішшю чадного газу (монооксид вуглецю), водню і домішок метану та інших вуглеводнів. Завдяки високій температурі і високій щільності енергії весь процес газифікації є ефективним і більш сприятливим до навколишнього середовища.

Для газифікації біомаси можна використати газогенератори, або низькотемпературну плазму. Плазма - це іонізований газ з температурою 4000 - 5000° С, при пропусканні через який органічної сировини (збагачене повітря з вмістом кисню 90%) утворюється синтез-газ[3;4]. Надзвичайно висока температура і щільність енергії сприяють швидкому і повному розщепленню всіх органічних речовин на основні елементи. Паралельний процес часткового окислення дає кінцевий продукт газифікації - синтез-газ. Органічна сировина під впливом високої температури розкладається на потік водню і окис вуглецю (CO + H₂). Синтез-газ виходить з реактора при температурі близько 1250°С, а потім охолоджується і очищається для подальшого використання. При такому обсязі енергії ми можемо переробляти синтез-газ як в когенераційних установках, так і в газових турбінах.

Застосування сучасного електронного обладнання сприятиме розширенню діапазону температур плазми. Головною перевагою методів плазмохімії є те, що склад органічної сировини, що використовується для перетворення в енергію, може бути достатньо широким. В Україні налагоджується виробництво плазматронів, в яких використовується електрична дуга та генератори низькотемпературної плазми (плазматрони) різної потужності від 1 до 100 кВт з вихровою газовою стабілізацією. За допомогою плазматрона можна нагріти майже будь-який газ до високих температур за соті частки секунди. Зі створенням плазматронів нового покоління виникає перспективна галузь науки плазмова енергетика, що дає можливість розробки нового енергетичного обладнання для спалювання біомаси з метою

вироблення тепла і електричної енергії.

Біомаса може бути перетворена в паливо різними способами. Один з ефективних є виробництво газоподібного палива (синтез-газ), при якому під дією високих температур органічні забруднювачі, які містяться у відходах, повністю руйнуються. Важкі метали зв'язуються у тверді залишки або затримуються під час очищення продуктів спалювання синтез-газу. Впровадження даних технологій окрім економічного ефекту дозволяє значно знизити хімічні викиди при спалюванні вихідних палив та органічних біопалив.

Використання плазматронів дозволить підвищити ефективність процесу термічного перероблення біомаси в газоподібне паливо шляхом збільшення швидкості та інтенсивності процесу газифікації за рахунок повторного проходження синтез-газу через плазму. Економічний ефект від впровадження енергетичного обладнання надасть можливість знизити собівартість виробництва 1 кВт енергії в разі.

Дані технологічні рішення можуть бути впроваджені в комунальній теплоенергетиці та в сільськогосподарських підприємствах, при створенні як потужних, так і міні-теплових електростанцій для виробництва теплової й електричної енергії в підприємствах, що мають відходи органічної сировини або спеціально вирощують біомасу енергетичних культур для виробництва енергії.

Висновки:

1. Енергетична цінність існуючого на Європейському ринку біопалива складає 17-18 МДж/кг. Біопаливо другого покоління, отримане за новими технологіями методом зволоженого пресування та терифікації, не поступається теплотворній здатності кам'яному вугіллю і може перебувати в межах 21-23 МДж/кг.

2. Енергетичне обладнання для спалювання біомаси укомплектоване генератором для створення плазми є новим технологічним рішенням для виробництва синтез-газу з теплотворною здатністю від 11,000 до 16,000 МДж/м³, що потребує додаткових досліджень і може мати широке застосування в комунальній енергетиці та сільському господарстві.

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. Бунецький В.О. Аналіз технологічних процесів отримання твердого палива у вигляді пеллет або брикетів / В.О. Бунецький // Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, випуск 10., 2011. С. 328-340.
2. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк та інші. К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. 326 с.
3. Голант В.Е.. Основы физики плазмы / В.Е. Голант, А.П. Жилин-

ский, С.А. Сахаров. М.: Атомиздат, 1977. 384с.

4. Bromberg L. Onboard plasmatron hydrogen production for improved vehicles / L. Bromberg, D.R. Cohn, A. Rabinovich et al. Cambridge MIT, 2006. (Preprint / Massachusetts Institute of Technology; PSFC JA-06-03).

5. Iskenderova K. Methane conversion into syn-gas in gliding arc discharge / K. Iskenderova, P. Porshnev, A. Gutsol et al. // Proc. of 15th International symposium on plasma chemistry. Orleans (France), 2001. P. 255-259.

ства биотоплива второго поколения, определены перспективные направления их развития в мире и в Украине. Ключевые слова: биомасса, биотопливо, топливные гранулы, террификация, синтез-газ.

ANNOTATION

Analyzed are new technologies of second-generation biofuels development, perspective directions of their development in the world and in Ukraine in particular.

Keywords: biomass; biofuels; pellets; torrefaction; synthesis-gas.

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано розвиток новітніх технологій виробництва біопалива другого покоління, визначено перспективні напрями їх розвитку в світі та в Україні.

Ключові слова: біомаса, біопаливо, паливні гранули, терифікація, синтез-газ.

АННОТАЦИЯ

Проанализировано развитие новейших технологий производ-