

УДК 633.002.68:620.9

О.О. Осьмак, асист.,
О.О. Серьогін, д-р техн. наук
Національний університет харчових технологій

РОСЛИННА БІОМАСА — АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ВИД ПАЛИВА

Досліджено властивості і технологічні можливості рослинної біомаси (лушпиння соняшника). Розглянута доцільність утилізації лушпиння соняшника шляхом газифікації з метою отримання генераторного газу.

Ключові слова: рослинна біомаса, газифікація, лушпиння соняшника.

The properties and technological capability of plant biomass (sunflower husks). Consider the feasibility of utilization by sunflower husk gasification in order to receive generator gas.

Key words: plant biomass, gasification, sunflower husks.

Зростання цін на енергоносії призвело до різкого збільшення складової собівартості продукції, що випускається, обумовленої витратами підприємств на паливні ресурси. У зв'язку з цим керівники підприємств, що мають власне енергогосподарство розглядають всі можливі шляхи економії теплової та електричної енергії, приймають рішення про заміну вугілля, газу чи мазуту, що використовуються як паливо на власних котельних, на дешеві низькокалорійні види палива. Перехід на спалювання твердого низькокалорійного палива — досить складна проблема, яка потребує застосування принципово нових технологій, що в свою чергу повинні забезпечувати сучасні екологічні вимоги, бути більш економічними і менш чутливими до якості палива, яке використовується.

Пріоритетним напрямком ресурсо- і енергоощадних технологій є впровадження економічно вигідних технологічних процесів, заснованих на енергетичному використанні різних видів рослинної біомаси. Основну частину з загальної маси енергетичного палива рослинного походження складають відходи деревини (рис. 1), які складаються з відходів лісозаготівельних і деревообробних підприємств [1, 2, 4].

Для вказаної групи відходів характерною особливістю є накопичення їх в межах одного підприємства, при цьому виникає можливість економії коштів на транспортування, за умови, якщо відходи використовуються безпосередньо для енергозабезпечення самого підприємства. В той же час економічні розрахунки доводять, що енергетичне використання рослинної біомаси виявляється вигідним при її транспортуванні на відстань не більше 100 км.

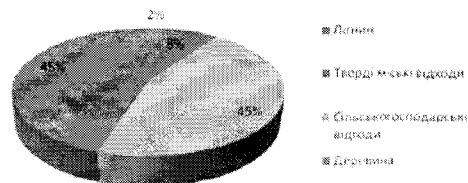


Рис. 1. Види відходів рослинної біомаси

Досить значну групу складають сільськогосподарські відходи. Сюди ж слід віднести відходи харчової промисловості, а також інших виробництв, пов'язаних з переробкою сільськогосподарської продукції.

© О.О. Осьмак, О.О. Серьогін, 2012

Аналіз паливних властивостей залишків деревини показує їх значну схожість і незалежність від роду деревини і місця зростання. На відміну від деревини теплотехнічні характеристики сільськогосподарських відходів значно різняться, в основному, за рахунок суттєвих коливань зольності і складу мінеральної частини.

Слід наголосити, що на паливні характеристики рослинної біомаси значний вплив чинять умови транспортування і зберігання. Так, наприклад, досвід показує, що відходи переробки деревини, які мають у момент утворення вологість W_p близько 40 %, після року зберігання можуть збільшити свою вологість до 68) 70 % [2, 4].

Проведені дослідження і узагальнення даних інших авторів дозволили систематизувати існуючі технології переробки рослинної біомаси (рис. 2) [1, 2, 3, 4, 5].

Вибір шляхів переробки рослинної біомаси пов'язують з властивостями біомаси, технологічними можливостями її переробки в різних конкретних умовах. Одним із перспективних видів рослинної біомаси для утворення генераторного газу є лушпиння соняшника. Відомо, що на масложирових комбінатах, що проводять первинну обробку плодів соняшнику утворюється значна кількість лушпиння, яке, як правило, не піддається утилізації з отриманням додаткового прибутку.

Нами були розглянуті декілька варіантів використання лушпиння соняшника для випуску товарної продукції, але всі вони зводяться до одного висновку — організація виробництва будь-якого нового виду продукції спричинить створення диверсифікаційного підрозділу у складі (або за межами) підприємства.

В зв'язку з цим, за основу прийнято міркування, що при оцінці діяльності будь-якого суб'єкта господарювання важливо розглянути елементи собівартості виробництва основного продукту.

Аналіз чотирьох, найбільш важливих з них, таких як: амортизація, матеріали, зарплата і енерговитрати показує, що при випуску будь-якої продукції з лушпиння соняшника не представляється можливим різко зменшити витрати по перших трьох елементам, оскільки обладнання і витратні матеріали потрібно купити, мінімальний рівень зарплати обмежений законодавчо. Залишається тільки один вихід — радикальне зниження витрат на енергоносії.

Розглянута доцільність утилізації лушпиння соняшника шляхом газифікації з отриманням генераторного газу і подальшим виробництвом тепла і електроенергії за допомогою когенератора, а також можливість випуску сорбентів (активованого вугілля) з осередкових залишків газифікації.

Фізико-хімічні властивості лушпиння соняшника, як органічного палива, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Фізико-хімічні властивості лушпиння соняшника

| Найменування продукту | Щільність т/м ³ | Насипна щільність кг/м ³ | Гранулометричний склад, мм | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------|-----------|-----------|------|
| | | | зміст класу % | | | | |
| | | | >10 | 10,0 – 5,0 | 5,0 – 1,0 | 1,0 – 0,5 | <0,5 |
| Лузга соняшника | 1,00 | 0,25 | 0,20 | 40,6 | 49,9 | 5,1 | 4,2 |

Зовні лушпиння соняшника є лусочками чорного кольору, має специфічний, але не різкий запах, гранулометричний склад якого характеризується великим вмістом частинок з розмірами 1 ч 10 мм (рис. 3).

Аналіз хімічного складу лушпиння соняшника, виконаний на предмет визначення горючості, приведений в таблиці 2 і говорить про його ідентичність з паливом рослинного походження — деревиною і торфом. Враховуючи цю властивість, доцільно газифікувати лушпиння соняшника з метою отримання генераторного газу і мінерального залишку у вигляді золи.

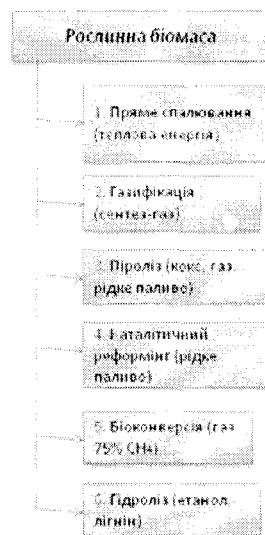


Рис. 2. Шляхи переробки рослинної біомаси



Рис. 3. Загальний вигляд лушпиння соняшнику

Таблиця 2. Хімічний склад рослинної біомаси

| Найменування палива | Склад палива % (мас.) | | | | | | | Теплотворна здатність кДж/кг ккал/кг |
|---------------------|-----------------------|------|-------|------|------|------|------|---|
| | Cdt | Hdt | Od | Sdt | Nd | Wrt | Ad | |
| Лушпиння соняшника | 50,92 | 6,31 | 33,2 | 0,17 | 1,12 | 4,66 | 3,62 | 6450 1543 |
| Сосна | 50,2 | 6,0 | 43,4 | — | 0,4 | 20,0 | 1,2 | 4710 1125 |
| Дуб | 50,35 | 6,05 | 42,34 | — | 1,26 | 20,0 | 1,2 | 4890 1169 |
| Солома пшениці | 50,0 | 7,7 | 44,4 | 0,09 | 0,7 | 8,8 | 5,7 | 4646 1110 |

Дані спектрального лабораторного аналізу, виконаного у сертифікованих лабораторіях АК «САТЕР» (м. Київ), показують, що золу (осередкові залишки), отриману в процесі газифікації лушпиння соняшника, за вмістом деяких хімічних елементів, зокрема, токсичних, кольорових, рідкісних і важких металів (табл. 3) не доцільно використовувати як рудний концентрат при загальноприйнятих технологіях.

В цілому ж, зола, а точніше осередкові залишки, газифікації лушпиння соняшника не містять шкідливих речовин в кількостях, що перевищують ГДК, і тому її можна використовувати як сорбент для очищення і розділення різних газів і рідин.

Таблиця 3. Вміст в золі токсичних, кольорових, рідкісних і важких металів

| № п/п | Найменування хімічного елементу | Масова частка % |
|-------|---------------------------------|-----------------|
| 1. | Свинець | 0,003 |
| 2. | Мідь | 0,004 |
| 3. | Титан | 0,065 |
| 4. | Миш'як | <0,005 |
| 5. | Марганець | 0,06 |
| 6. | Олово | 0,0003 |
| 7. | Нікель | 0,002 |
| 8. | Хром | 0,0015 |
| 9. | Кобальт | 0,0003 |
| 10. | Барій | 0,045 |
| 11. | Літій | <0,001 |
| 12. | Кадмій | <0,001 |
| 13. | Цинк | 0,0065 |
| 14. | Стронцій | <0,03 |

Розроблені до теперішнього часу різні процеси утилізації відходів характерні тим, що використовують технології, які базуються на процесах без зміни агрегатного стану основних компонентів. В зв'язку з цим, представляється перспективним отримання економічного і екологічного ефектів від використання технологій, заснованих на зміні агрегатного стану речовин відходів, тобто з їх переведенням від твердого в рідкий або газоподібний стан. Рішення цієї задачі значно спрощується тим, що в лушпинні соняшника присутній вуглець, який можна перетворити на горючий генераторний газ, завдяки чому створюється дешева енергетична база для технологій, що використовують зміну агрегатного стану початкових продуктів.

З погляду накопиченого досвіду, технічних і економічних можливостей, найбільш доцільне застосування, термохімічних процесів газифікації в апаратах, що іменуються газогенераторами [3,4]. В процесі газифікації вуглець, що міститься в лушпинні соняшника, переходить з твердого агрегатного стану в газоподібний, в основному, у вигляді монооксиду і двоокису вуглецю при одночасному утворенні водню і метану.

Результати термічного перетворення лушпиння соняшника представлені в таблиці 4.

Дуже важливо те, що газифікація проходить з виділенням тепла, кількість якого достатня для розігріву всієї маси лушпиння соняшника і здійснення цілого ряду технологічних процесів.

Зола лушпиння соняшника — це складна, різнорідна речовина, що складається з декількох класів мінеральних домішок. Відомо, що в будь-яких рослинах, в їх органічній масі містяться елементи, що входять до складу ферментів клітин: марганець, кобальт, молібден тощо. При термічній обробці лушпиння соняшника утворюються тверді і газоподібні продукти.

Таблиця 4. Склад генераторного газу із лушпиння соняшника

| Компонент генераторного газу | Вміст в генераторному газі % мас. | | |
|--|-----------------------------------|-------------|-------------|
| | лушпиння соняшника | деревина | солома |
| Вихід генераторного газу, м ³ /кг | 2,21 | 2,4 | 2,55 |
| Теплотворна здатність, кДж/м ³ (ккал/м ³) | 6117 (1460) | 4710 (1125) | 4646 (1110) |
| CO ₂ | 12,1 | 11,0 | 8,1 |
| O ₂ | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
| CO | 16,0 | 13,6 | 11,3 |
| H ₂ | 16,9 | 17,6 | 13,6 |
| CH ₄ | 6,3 | 3,0 | 2,0 |
| N ₂ | 48,4 | 54,4 | 56,7 |
| Разом: | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

* — генераторний газ отриманий при газифікації лушпиння соняшника, аналіз хімічного складу виконаний в хімічній лабораторії АК «САТЕР».

На рис. 4 представлений зовнішній вигляд золи лушпиння соняшника, отриманого в газо-генераторі, на якому добре видно розвинена пористість зразка з характерним чорним кольором матової поверхні.



Рис. 4. Зольний залишок газифікації лушпиння соняшника

Хімічний склад золи лушпиння соняшника, отриманої при газифікації можна характеризувати наступними концентраціями (% мас.), приведеними в таблиці 5.

Таблиця 5. Хімічний склад золи лушпиння соняшника

| № п/п | Найменування оксиду | Вміст (% мас) в | | | |
|-------|--------------------------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------|
| | | зола вугілля | зола деревини | зола соломи | лушпиння соняшника |
| 1 | SiO ₂ | 20,0 – 60,0 | 5,0 | 44,85 | 5,2 |
| 2 | Al ₂ O ₃ | 5,0 – 15,0 | 7,5 | 32,05 | 1,45 |
| 3 | Fe ₂ O ₃ | 6,0 – 15,0 | 4,0 | 8,45 | 1,9 |
| 4 | CaO | 15,0 – 40,0 | 46,9 | 6,00 | 14,2 |
| 5 | MgO | 2,0 – 6,0 | 8,0 | 2,07 | 9,7 |
| 6 | P ₂ O ₅ | 0,1 – 0,5 | 6,0 | 1,60 | 19,4 |
| 7 | K ₂ O | 1,0 – 6,0 | 18,0 | 3,33 | 32,15 |
| 8 | Na ₂ O | 1,0 – 6,0 | | | 0,3 |

Висновки. Проведені дослідження фізико-хімічних властивостей і хімічного складу лушпиння соняшника підтверджують доцільність їх використання в процесі виробництва генераторного газу. Крім того результати хімічного складу генераторного газу і золи лушпиння соняшнику можуть бути основою для визначення оптимальних напрямів використання рослинної біомаси.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мировая энергетика и переход к стойкому развитию / [Бекаев Л.С., Марченко О.В., Пинегин С.П. и др.] — Новосибирск: Наука, 2000. — 300 с.
2. Боровков В.М. Итоги и научно-технические проблемы использования растительной биомассы и органосодержащих отходов в энергетике / В.М. Боровков, Л.В. Зисин, В.В. Сергеев // Известия АН. Энергетика. — 2002. — № 6. — С.13 — 23.
3. Сергеев В.В. Газогенераторные установки на растительном биомассе / Сергеев В.В. // Энергонадзор-информ. — 2007. — № 2 (32). — С.26 — 28.
4. Сергеев В.В. Научно-технические предпосылки для газификации растительной биомассы / Сергеев В.В. // Научные исследования и инновационная деятельность: материалы науч.-практ. конф. — СПб: Изд-во политехнического ун-та, 2007. — С. 148 — 153.
5. Сергеев В.В. Реализация процесса газификации растительной биомассы в газогенераторных установках шарового типа / Сергеев В.В. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2008. — № 2 (54). — С.156 — 161.

Одержана редколлегією 14.02.2011 р.