

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТВЕРДОГО ПАЛИВА З БІОСИРОВИНИ

Войтов В. А.¹, Вороновський І. Б.²

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

²Таврійський державний агротехнологічний університет (м. Мелітополь)

Розглядаються шляхи зниження енерговитрат при виробництві твердого палива із застосування тонкого помолу. Наведено оцінку витрат електроенергії на подрібнення біосировини ударом і стиранням.

Постановка проблеми. Інститутом технічної теплофізики НАН України був досліджений і проаналізований потенціал нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та виконана оцінка сільськогосподарських відходів, відходів деревообробки, енергетичних культур, біодизеля, біоетанолу, біогазу з відходів тваринництва, торфу [1]. Як показали розрахунки економічний потенціал біосировини в Україні, доступної для отримання енергії, становить 27 млн. тонн умовного палива на рік [2].

Альтернативою відходам деревообробки для пресування паливних гранул (пелет) є сільськогосподарські відходи (солома, лузга зернових культур, рису, кукурудзи, соняшника). Сільськогосподарські відходи можуть бути значним джерелом твердого палива для сільських регіонів.

Найбільш економічно вигідним є використання твердого палива з біосировини у вигляді брикетів або пелет, тому що це не вимагає заміни котлів і економить кошти на транспортних витратах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сільськогосподарська біосировина, яка може використовуватися як паливо, має ряд особливостей, які відрізняються від традиційних енергоресурсів. Деякі характеристики біопалива, в першу чергу такі, як щільність, розмір часток, специфіка поверхні, за допомогою подрібнення і ущільнення можуть бути змінені, при цьому основні паливно-енергетичні характеристики прийнято розглядати як постійні.

Найбільш важливою паливно-енергетичною характеристикою біосировини є її теплотворна здатність, яка залежить від безлічі факторів: генетичних особливостей енергетичних рослин; впливу навколишнього середовища; умов зберігання; вологості. У табл. 1 приведена середня теплотворна здатність біосировини при вологості на рівні 20 %, а в табл. 2 наведена порівняльна характеристика різних видів палива та вплив вологості на теплотворну здатність, а також вміст сірки і золи [1].

Таблиця 1 - Середня теплотворна здатність біосировини

Назва біосировини	Теплотворна здатність, Дж/кг
Солома зернових культур	10,5
Стебла кукурудзи	12,5
Гілки плодівих дерев	10,5
Стебла соняшнику	12,5
Виноградна лоза	14,5

Таблиця 2 - Порівняльна характеристика різних видів палива

Вид палива	Вологість, %	Теплотворна здатність, Дж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %
Природний газ	-	35-38 МДж/м ³	0	0
Кам'яне вугілля	-	15-25	1-3	10-35
Дизельне паливо	-	42,5	0,2	1,0
Мазут	-	42	1,2	1,5
Відходи дерева, тріски	40-45	10,5-12,0	0	2,0
Брикет з дерева	7-8	14,8-16,5	0,1	1,0
Брикет з соломи	8-10	12,5-14,8	0,2	4,0

Як впливає з представлених таблиць 1 і 2 брикети з відходів біомаси за теплотворною здатністю, а також вмісту сірки та золи можуть виступати альтернативою традиційним викопним видам палива.

При виробництві брикетів або пелет велике значення на вартість кінцевої продукції надає початкова вологість сировини. Аналіз технічної літератури до-

зволяє виконати ранжування витрат при виробництві твердого палива [1, 2, 5].

Аналіз витрат показує, що сушка сировини перед подрібненням і пресуванням займає 34,2% загальних витрат. Крім того, сушка ефективна для подрібненої біосировини.

Аналіз технологічного процесу дозволяє зробити висновок, що зниження енергозатрат на виробництво

одиниці продукції можна добитися, виключивши сушку при одночасному перерозподілі енергії на подрібнення і пресування.

Мета статті. Обґрунтування зниження енерговитрат при виробництві твердого палива з біомаси за рахунок застосування тонкого помолу.

Основні матеріали дослідження. Після попереднього подрібнення біомаси з вологістю 20-30 %, без застосування сушки, виконується тонке подрібнення. Такий шлях дозволяє отримати зменшення помелу до значень 100-50 мкм при одночасній активації біомаси перед пресуванням.

Мілко подрібнена і одночасно активована біомаса з вологістю 10-14 % вимагає в 25 разів менш енергії при пресуванні в шнекових пресах, де реалізується ефект зниження динамічної в'язкості біомаси за рахунок наявності великих швидкостей зсуву.

В якості пристрою для подрібнення біосировини може виступати дезінтегратор [3, 4]. Наукові основи

застосування дезінтегратора для подрібнення будівельних матеріалів розроблені Й. О. Хинтом, однак для подрібнення біосировини, що має вологість до 20 %, наприклад соломи, використовуваний принцип удару малоефективний.

Тому була розроблена конструкція дезінтегратора, де використовуються два принципи подрібнення: удар і стирання одночасно. На початку подрібнення більшою мірою використовується удар, на кінцевій стадії подрібнення - більшою мірою використовується стирання. Така конструкція дозволяє знизити енерговитрати на подрібнення при одночасному підвищенні якості помолу.

Загальний вид дезінтегратора представлений на рис. 1, з якого випливає, що пристрій складається з двох, що обертаються назустріч один одному роторів 3. Завантаження біосировини відбувається через порожнистий вал ротора за допомогою шнека 7 всередину помольної камери 1.

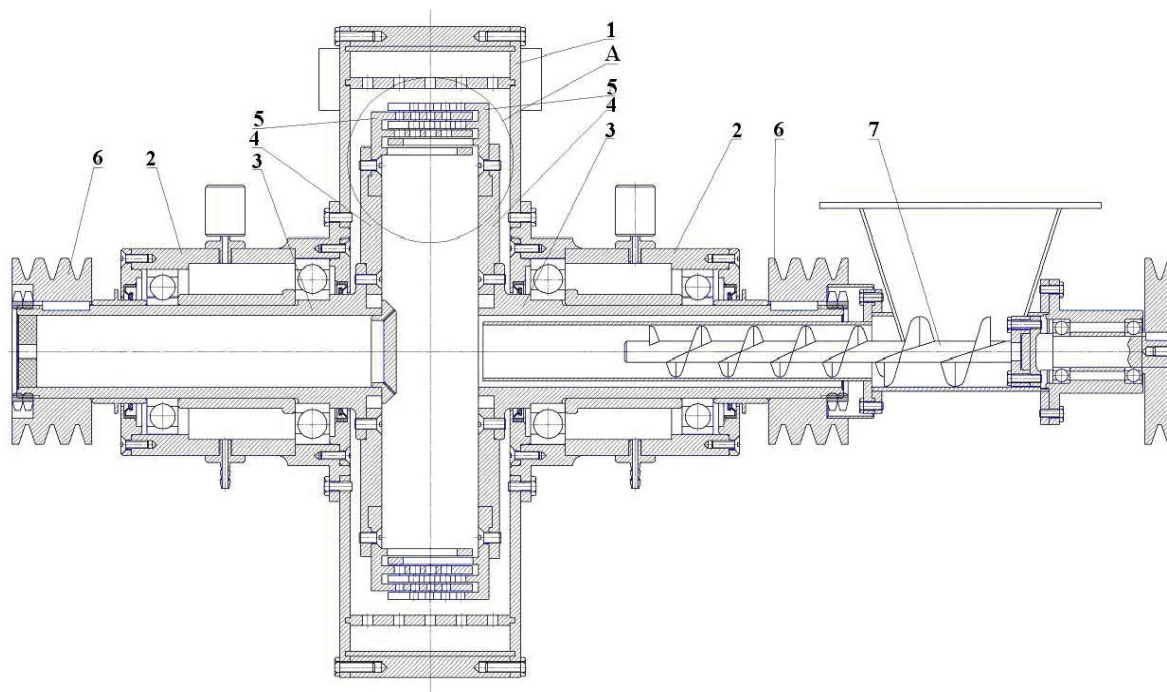


Рисунок 1 - Вид загальний дезінтегратора:

1 - помольна камера, 2 - корпус шпинделя; 3 - опора; 4 - диск ротора; 5 - робочі кільця; 6 - шків; 7 - завантажувальний шнек

На підставі гіпотез Рітінгера і В. М. Кирпичева [5] про механізми подрібнення твердих тіл теоретичним шляхом нами були отримані розрахункові формули для визначення потужності на подрібнення за рахунок удару, $N_{y\delta}$:

$$N_{y\delta} = \frac{\pi^2 \sigma^2 D_{cp} n l h \left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{60 E}, \quad (1)$$

де δ - тимчасова межа міцності матеріалу, що подрібнюється, Па;

D_{cp} - середній діаметр помольної камери (робочого колеса), м;

n - обороти ротора, об / хв;

l - ширина помольної камери (робочого колеса), м;

h - глибина помольної камери (відстань між робочими колесами), м;

d_n, d_k - початковий і кінцевий діаметр частинок, м;

E - модуль пружності матеріалу, що подрібнюється.

Мінімальна швидкість для подрібнення матеріалу за рахунок удару $U_{y\delta}$, визначається виразом:

$$U_{y\delta} = \sigma \sqrt{\frac{\left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{\rho E}}, \quad (2)$$

де ρ - щільність матеріалу, що подрібнюється.

Розрахунки за формулами (1) і (2) показують, що для тонкого подрібнення (до 50 мкм) біомаси (наприклад, деревних відходів), швидкість удару повинна бути не менше 62 м/с, а потужність, що витрачається становить більше 6,4 кВт.

Потужність витрачається на подрібнення за рахунок стирання:

$$N_{uc} = \frac{24\mu\pi^3 D_{cp}^2 n^2 l (\frac{d_n}{d_k} - 1)}{3600}, \quad (3)$$

де μ - динамічна в'язкість помольної середовища (біосировина + повітря), Па • с.

Мінімальна швидкість для подрібнення матеріалу за рахунок стирання (внутрішнього тертя частинок між собою):

$$U_{uc} = \frac{12\mu (\frac{d_n}{d_k} - 1)}{h\rho}, \quad (4)$$

Розрахунки за формулами (3) і (4) показують, що для подрібнення по механізму стирання швидкість руху робочих коліс повинна бути не менше 10 м/с, а потужність, що витрачається не більше 7 кВт.

Втрати на тертя помольного середовища об внутрішні робочі поверхні коліс визначаються виразом:

$$N_{mp} = \frac{f\rho\pi^4 D_{cp}^3 n^3 lh}{54000}, \quad (5)$$

Втрати становлять величину порівнянню з величиною, що витрачається на подрібнення за механізмом стирання.

Удар і стирання відбувається між робочими колесами 2, конструкція яких представлена на рис. 2.

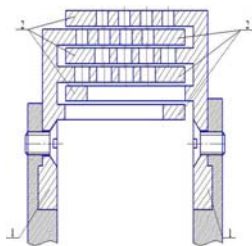


Рисунок 2 - Робочі колеса дезінтегратора: 1 - робочі диски; 2 - робочі кільця

При зіткненні біомаси з отворами відбувається подрібнення за рахунок удару, а в зазорі між обертовими назустріч один одному колесами, відбувається подрібнення стиранням. Зовнішній вигляд робочого колеса представлений на рис. 3.

При застосуванні для подрібнення різних видів біосировини такого принципу помолу середній розмір тоніни становить 70 мкм при продуктивності 3,6 т/г. При цьому дезінтегратор споживає потужність до 18 кВт.

Висновки. Новий технологічний процес виключає з ланцюга подрібнення молоткову дробарку, за-

мість якої застосовується дезінтегратор. Дезінтегратор може забезпечувати подрібнення до рівня 5...10 мкм і споживає потужність 18 кВт. Крім цього, дезінтегратор може виконувати подрібнення біосировини з рівнем вологості до 40%, що виключає з технологічного процесу сушіння.

Тонкий помол біосировини сприятиме активному зрушенню шарів матеріалу, що пресується всередині шнекового преса, їх саморозігрів до пластичного стану, а, отже, і зниження енерговитрат на пресування з причини зниження динамічної в'язкості зволоженої та розігрітої біомаси. Кінцеві продукт - пелета або брикет, має фізико-механічні характеристики на рівні деревного вугілля, що відповідає міжнародним стандартам.

Список використаних джерел

1. Дубровін В. О. Біопалива: Технології, машини, обладнання / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло. – К.: ЦТІ "Енергетика і електрифікація", 2004. – 256 с.
2. Блюм Я. Б. Новітні технології біоенергоконверсії: монографія / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетука, І. П. Григорюк. – К.: "Аграр Медіа Груп", 2010. – 326 с.
3. Пат. 2353431 РФ, МПК В02С13/22. Дезінтегратор // Заявитель и патентообладатель ГОУВПО Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова; заявлено 01.10.2007; опубликовано 27.04.2009.
4. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / Під ред. В. І. Кравчука, В. О. Дубровіна // Укр.НДПВТ ім. Л. Погорілого, дослідницьке, 2010. – 184 с.
5. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: кн. 2 // Под ред. В. Г. Айнштейна. – М.: Химия, 2000. – 162 с.

Аннотация

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ИЗ БИОСЫРЬЯ

Войтов В. А., Вороновский И. Б.

Рассматриваются пути снижения энергозатрат при производстве твердого топлива с применением тонкого помола. Приведена оценка затрат электроэнергии на измельчение биосырья ударом и истиранием.

Abstract

WAYS TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE PRODUCTION OF SOLID FUEL BIOSYRYA

V. Voitov, I. Voronovskyi

The ways of reducing energy consumption in the production of solid fuel with the use of fine grinding. The estimation of the cost of electricity for grinding biosyrya impact and abrasion.