

13. Вайсберг Л.А., Картавий А.Н., Коровников А.Н. Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения / Под ред. Л.А. Вайсберга. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. - 2005. - 252 с.
14. Аппель П. Теоретическая механика. Т.1. Статика, динамика материальной точки. М.: Госиздат ФМЛ. - 1960. - 515 с
15. Аппель П. Теоретическая механика. Т.2. Динамика системы. Аналитическая механика. Гос.издат ФМЛ. М.: - 1960. - 487 с.
16. Голдстейн Г. Классическая механика. М.: Госиздат техн.-теор. лит-ры. - 1957.- 408 с.
17. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики. Т.2. М.: Наука. - 1977, - 544 с.
18. Маркеев А.П. Теоретическая механика: Учебник для университетов. Москва: ЧеРо. -1999. - 572 с.
19. Маркеев А.П. Динамика тела, соприкасающегося с твердой поверхностью. М.: Наука. Гл. ред. ФМЛ.- 1992. - 336 с.
20. Василенко П.М. Теория движущейся частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Киев: Изд-во Укр. академ. с\х наук. - 1960. - 283 с.
21. Пенлеве П. Лекции о трении. М.: Гос.издат.техн.-теор.лит. - 1954. - 316 с.
22. Розенблат Г.М. Динамические системы с сухим трением. М.: Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика. - 2006. - 203 с.
23. Ишлинский А.Ю., Соколов Б.Н., Черноушко Ф.Л. О движении плоских тел при наличии сухого трения. Изв.РАН. МТТ. 1981. №4. - С. 17-28.
24. Горячева И.Г., Добычин М.Н. Контактные задачи в трибологии. М.: Машиностроение. - 1988. -256 с.
25. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Наука. - 1965. - 704 с.

УДК 631.326:620.952

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Субота С.В., наук. співр.

(Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

Енергетичною стратегією України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» передбачено формування місцевих систем теплопостачання на основі економічно обґрунтованого потенціалу місцевих видів палива. Одним з основних напрямків використання місцевого палива є використання рослинної сировини у генерації електро та

теплоенергії на підприємствах де вона є залишковим продуктом (солома та лушпиння зернових культур, гречки, кукурудзи, рапсу, сої та соняшнику) [1].

Рослинні залишки сільськогосподарського виробництва мають низьку щільність і теплоту згоряння в нативному стані. Використання рослинної сировини на теплові потреби потребує подальшого її ущільнення в тюки, рулони, паливні пелети чи брикети або переробити в тверді, рідкі або газоподібні види палива для використання їх в топках різної потужності. Технології для заготівлі рослинної сировини у вигляді паливної біомаси реалізуються за наступними варіантами: рослинна сировина доставляється від комбайна великоваговими причепами до місць складування, де перед подаванням в теплогенераторні установки подрібнюється дробарками; неподріблена чи подрібнена рослинна сировина ущільнюється прес-підбирачем в тюки чи рулони й транспортується до місця складування чи спалювання; рослинну сировину ущільнюють в біопаливні брикети чи пелети.

Під час виробництва паливних брикетів із рослинної сировини необхідно знати технічні вимоги які ставляться до вихідної продукції. Для паливних брикетів характерною особливістю є вологість, зольність, крихкість, розміри та форма, щільність, що мають значення при подальшій обробці палива та теплотворні здатності.

На сьогоднішній день розрізняють дві основні форми брикетів брускові рис. 1 та шашкові рис.2, які виготовляються на брикетних пресах простої конструкції [2].

Брускові брикети мають поздовжній наскрізний отвір діаметром від 13-33 мм, наявність якого підвищує інтенсивність горіння по відношенню з шашковим. Виготовляються брускові брикети здебільшого на гвинтових пресах (екструдерах) з тиском від 100-200 МПа, при вологості ущільнюючої сировини 6-12%. Щільність ущільнювального матеріалу, яка впливає на показники якості продукції, чим більша щільність тим вища якість паливних брикетів. Щільність брикетів коливається від 1000-1400кг/м³. Брикети бувають круглої, квадратної та багатогранної форми поперечного перерізу, розміри якої знаходяться в межах від 30х30 до 90х90 мм, які впливають на здатність щільно укладатися в одиницю об'єму, довжина брикетів знаходиться в межах від 30мм до 1000мм.



Рисунок 1 – Брускові брикети: а) циліндричні; б) рінікау

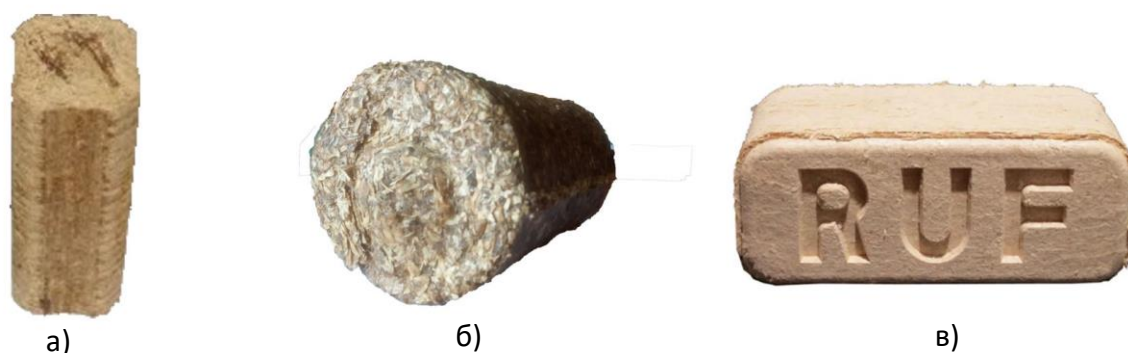


Рис. 2 Шашкові брикети: а) багатогранні; б) циліндричні (nestro); в) призматичні (ruf)

Шашкові паливні брикети виготовляються на штемпельних або матричних пресах періодичної дії, з тиском від 30 -100 МПа, при вологості ущільнюючої сировини 6-12 %. Мають форму суцільного поперечного перерізу матриці, розміром від 20x20 до 100x100 мм. завтовшки від 30 мм до 100 мм з щільністю від 650 -1000 кг/м³.

Технічні вимоги для паливних брикетів наведенні в таблиці для кожного виду рослинної сировини.

Таблиця 1 – Технічні вимоги для паливних брикетів із рослинної сировини

Показники якості	Вид рослинної сировини	
	Деревина	Солома
Вологість, % не більше	12	14
Зольність, % не більше	1,5	6
Крихкість, % не більше	15	15
Теплота згоряння, МДж/кг	13-23	13,5-14,8
Щільність, кг/м ³ не менше	900	500
Масова доля часток довжиною по 5 мм, не більше %	25	25

Примітка. Вимоги для брикетів вказані без додавання додаткових зв'язуючи.

Якість паливних брикетів залежить від вологості рослинної сировини. На практиці розрізняють оптимальну й критичну вологість. Найкращі механічні властивості паливних брикетів досягаються при оптимальній вологості – 6-12%. При критичній вологості 15-20% брикети формуються, але розсипаються після виходу з ущільнювача.

Однією з найбільш суттєвих характеристик брикетованої паливної біомаси є її здатність щільно укладатись в одиницю об'єму вибираємо розміри стандартного європейського піддону 1200x800x100 мм. Для оцінки цієї властивості вводимо поняття – коефіцієнт повнобрикетності.

Коефіцієнт повнобрикетності визначається відношенням об'єму паливного брикету до об'єму піддону призначеного для транспортування паливних брикетів й визначається за наступною формулою:

$$k_{II} = \frac{V_B}{V_{пид}}$$

де V_B – об’єм одного паливного брикету;

$V_{пид}$ – об’єм транспортного піддону.

Згідно цього положення нами було проаналізовано найбільш розповсюджені формули паливних брикетів та їх укладку в об’ємі Європейського піддону (табл. 2)

Таблиця 2 – Коефіцієнт повнобрикетності паливних брикетів

Форма брикета	Діаметр отвору, мм	Марка преса	Коефіцієнт повнобрикетності. k_{II}
Восьмигранний 63x63	22	ЕВ-350	0,83
Круглий, \varnothing 90	33	ШПБ-700	0,69
Квадратний 60x60	21	ЧПБ-1М	0,88

Найбільш щільна укладка в Європейському піддоні була в брикеті виготовлених на переобладнаному в ННЦ “ІМЕСГ” пресі ЧПБ-1М. За умови доведення щільності брикетів до рівня 1-го класу отримаємо продукцію, придатну до реалізації на експорт. Інші фізико-механічні властивості такі: щільність брикетів – 846,0 кг/м³; вологість – 4,7%; теплота згоряння – 14,7 мДж/кг; зольність – 3,6%.

Фізико-механічних властивостей паливних брикетів із рослинної сировини встановлено, що коефіцієнт повнобрикетність при заповненні стандартного Європейського піддона (1200x800). Брикети квадратного перерізу переважають восьмигранні та круглі – відповідно 0,88, 0,83 та 0,89. Щільність отриманих брикетів становить близько 850 кг/м³ при теплотворній здатності 14,7 мДж/кг та зольності – 3,6%.

Паливні брикети із рослинної сировини можливо використовувати для опалення виробничих приміщень, тваринницьких і птахівницьких комплексів. Нами встановлено, що для обігріву 1 м² приміщення з температурою до +18 °С необхідно витратити 1,036 ГДж теплової енергії в зимовий період, що відповідає спалюванню в теплогенеруючому обладнанні з ККД 75 % близько 90,7 кг паливних брикетів із рослинної сировини.

Список літератури

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Режим доступу до ресурсу: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245239554> 5.04.2021 р.

2. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов (монография) – М.: МГУЛ, 2006. – 66 с/