

УДК 662.812

СНЕЖКІН Ю.Ф., КОРИНЧУК Д.М.,
ВОРОБИЙОВ Л.Й., ХАВІН О.О.

Институт технической теплофизики НАН Украины

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ПАЛИВА НА ТОРФ'ЯНІЙ ОСНОВІ

Приведено аналіз можливості розширення потенціалу енергоресурсів за рахунок енергомістких відходів. Наведено результати досліджень в галузі брикетування та калориметричні дослідження композиційних палив на торф'яній основі.

Приведен анализ возможности расширения потенциала энергоресурсов за счет энергосодержащих отходов. Даны результаты исследований в области брикетирования и калориметрические исследования композиционных топлив на торфяной основе.

The present paper concentrates on analyzing the new way to expansion the energetic resource by energetic wastes. Results of researches in area of briquetting, and calorimetries researches of compositions fuels on the peat base are presented.

F – площа контакту;
 m – периметр контакту;
 R – радіус частки;
 δ – глибина деформації;

σ – граничне напруження згину.

Індекси

отл – властивості значно відрізняються;
один – однакові властивості.

Останнім часом спостерігається зростання дефіциту і цін на традиційні енергоносії нафту і природний газ.

Україна – одна з країн Європи, в якій торф має промислове значення.

За даними Держкомгеології на території України виявлено і розвідано 3118 торф'яних родовищ з геологічними запасами близько 2,2 млрд. т у сухій речовині. Загальна площа родовищ складає близько 1 млн.га, у промислових границях – близько 600 тис.га, балансові запаси торфу складають близько 735 млн.т.

Використання торфу як палива на Україні вигідно не тільки завдяки низьким цінам, але і за вартістю одиниці вироблення теплової енергії: дров 4,22 грн/ ГДж, торф'яного брикету 3,81 грн/ГДж, кускового торфу 2,93 грн/ Гдж, фрезерного торфу 1,18 грн/ГДж. В той час, як з мазуту 5,43 грн/ГДж, природного газу 4,14 грн/ГДж, кам'яного вугілля 4,19 грн/ГДж, [1].

Близько 70 % запасів торфу розташовано в північно-західній та центральній частині країни (див. табл. 1).

Використання фрезерного торфу як палива ускладнено через нерівномірність розподілення

вологості в насипу, нестійке горіння навіть при підсвічуванні. Топка потребує додаткового обладнання для підсушування фрезерного торфу. На цей час відомі вдалі спроби газифікації фрезерного торфу. Та калорійність отриманого сухого газу менше 6000 кДж/м³ при виході біля 1,2 м³/кг [2]. Низька калорійність газу через значний (45 %) вміст N₂.

Брикетування дозволяє зменшити транспортні та складські витрати. У виробництві, торфобрикету, ключовим є процес сушіння. Сушіння димовими газами найбільш простий в реалізації та оптимальний по співвідношенню ціна-якість спосіб зневоднення палива. На даний момент в торф'яній промисловості в основному використовуються пневмогазові труби сушарки та їх модифікації. На цей час в Україні існує близько 25 торфобрикетних заводів. Термін виробки ресурсу торфородовища основна причина припинення роботи торфопідприємств.

Відомо [3,4], що при лісозаготівлі деревини частка використаної деревної маси у вигляді ділової деревини не перевищує 40 %. Кількість деревних відходів на підприємствах України складає від 20 % до 60 % загального об'єму дерев-

Табл. 1. Енергетичний потенціал торфу та вторинної сировини

№ п/п	Області	Загальний енергетичний потенціал торфу, тис. т у.п.	Енергетичний потенціал відходів деревини для використання у вигляді палива, тис. т у.п./рік	Біомаса зерно-бобових культур, тис. т у.п./рік	Біомаса соняшника, тис. т у.п./рік
1	Вінницька	16800	7,1	295	147
2	Волинська	169500	15,2	25	0
3	Дніпропетровська	30	0	128	767
4	Донецька	300	0	44	645
5	Житомирська	35700	12,9	58	1
6	Закарпатська	20	0	9	3
7	Запорізька	130	0	81	703
8	Івано-Франківська	5560	2,4	19	6
9	Київська	88100	13,6	177	11
10	Кіровоградська	1060	0	117	535
11	Луганська	30	0	101	531
12	Львівська	84900	9,3	33	0
13	Миколаївська	150	0	91	443
14	Одеська	0	0	143	552
15	Полтавська	44800	0	225	350
16	Рівненська	144700	21,8	25	0
17	Сумська	40700	6	138	60
18	Тернопільська	47300	4,5	137	0
19	Харківська	1900	0	143	549
20	Херсонська	1400	0	70	278
21	Хмельницька	29100	5,6	182	1
22	Черкаська	23600	4,9	214	180
23	Чернівецька	0	2,1	36	1
24	Чернігівська	100700	9,5	86	9
25	АР Крим	0	0	16	14
ВСЬОГО		1536000	114,9	2593	5780

ної маси, з них на частку дрібних (тирса, стружка) припадає близько 50 %. Значна кількість відходів (рис. 1) виникає при переробці соняшника та іншої сільгосппродукції. Основна маса цих відходів не застосовується у виробництві товарної продукції і вимагає розробки ефективного способу їхнього використання.

Брикетування відходів сільського та деревообробного господарства ускладнене через різноманітність властивостей сировини. Фактори брикетування для кожного виду сировини

відрізняються, це призводить до необхідності відпрацювання цих факторів на самому виробництві. Процес цей довгостроковий та не завжди вдалий.

В Інституті технічної теплофізики НАНУ вирішено цю проблему шляхом використання в'язучої речовини. Для цього доцільно використовувати паливо. Встановлено, що як в'язуче з успіхом може використовуватися торф. Навіть 10 % його домішка за масою може значно підвищувати міцність брикетів, а у випадку викорис-

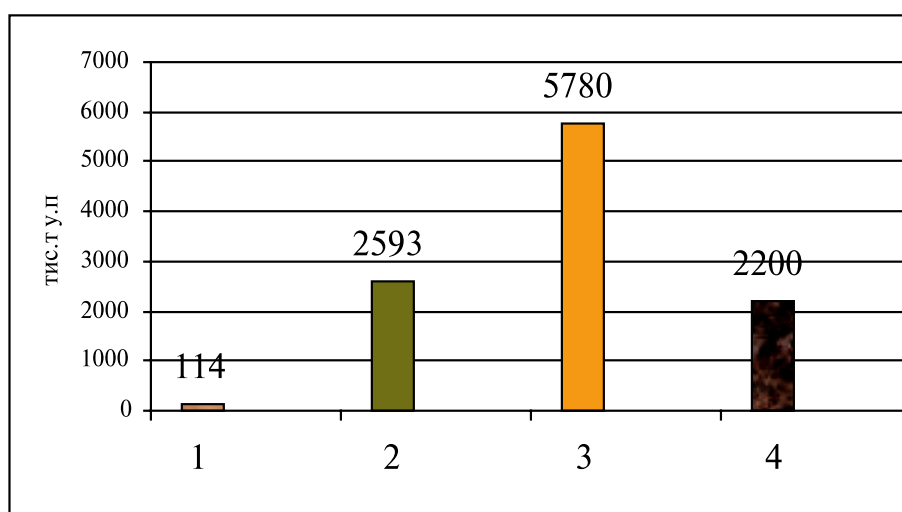


Рис. 1. Енергетичний потенціал відходів: 1 – деревина; 2 – біомаса зерно-бобових; 3 – біомаса соняшника; 4 – тверді побутові відходи.

тання лузги соняшнику призводить до покращення термостійкості брикетів.

За фізичними властивостями наповнювач багато в чому схожий на торф, але за механічними показниками відрізняється від нього підвищеною міцністю та пружністю. Як торф, так і наповнювач є природним полімером, тому брикет

в цьому випадку може розглядатися як композиційний полімер з неорієнтованими включеннями, що володіє всіма його властивостями. Механічна міцність композиційних полімерів також залежить від оптимального співвідношення компонентів, що складають композицію за масою чи об'ємом. Тому отримання максимально міцних брикетів залежить від оптимального співвідношення торфу та наповнювача, яке було встановлено нашими дослідженнями. Підвищення міцності можна очікувати як за рахунок механічних явищ – утворення армуючого каркасу, так і внаслідок молекулярних явищ на основі електромагнітної природи молекулярного злипання.

Встановлено, що міцність композиційних брикетів з наповнювачем, розмір часток якого знаходиться в межах 0...10 мм, зростає в порівнянні з торф'яними (рис. 2.). При отриманні брикетів із більш крупних часток їх структура мала значну неоднорідність і розслоювалася через збереження пружних властивостей в крупних частках.

Деформація брикетів характеризувалася крихким миттєвим руйнуванням. Розвиток тріщин у композиційних брикетах мав пластичний характер. Розвиток тріщини гальмувався міцністю деревних включень, їх підвищеними деформаційними властивостями. Спостерігалось збільшення площі розлому.

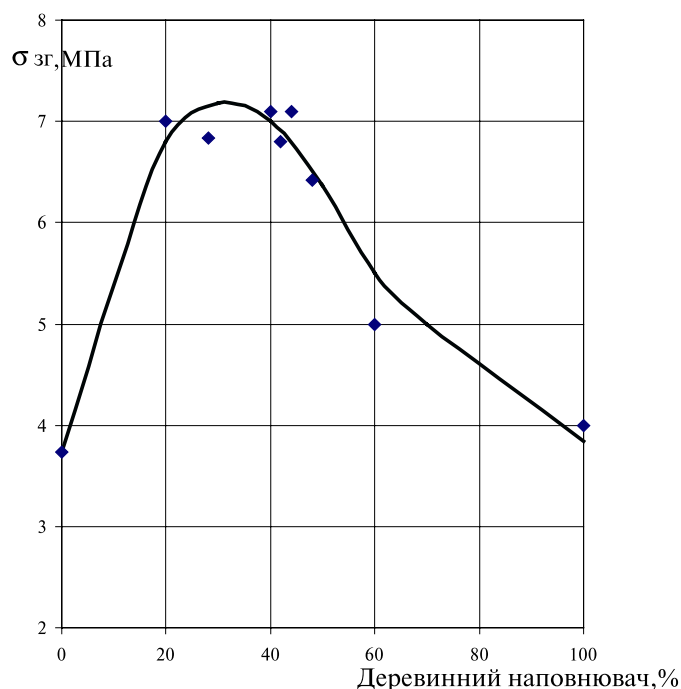


Рис. 2. Деформація композиційних брикетів в залежності від кількості деревинного наповнювача.

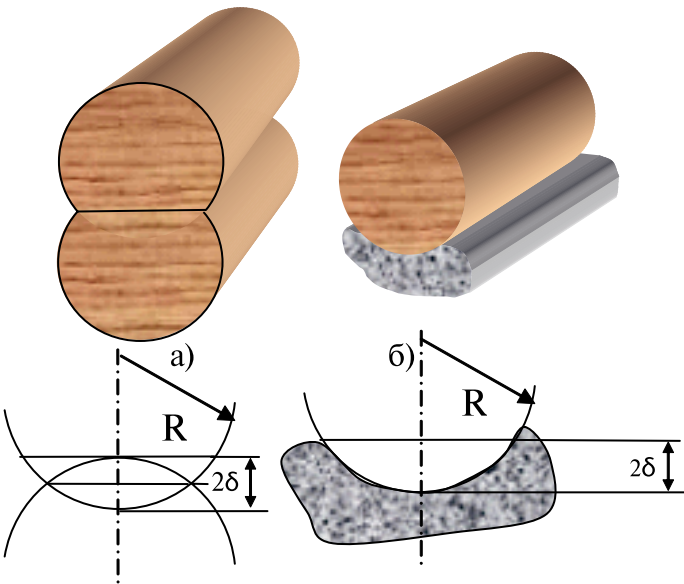


Рис. 3. Схема до розрахунку площі контакту. а) однорідні суміші; б) матеріали з різними деформаційними властивостями.

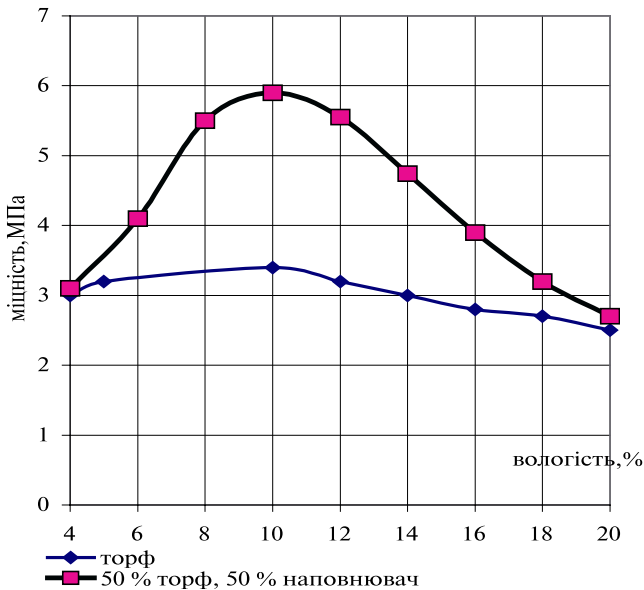


Рис. 4. Оптимальна вологість наповнювача. 1 – торф; 2 – по 50 % торфу і наповнювача.

Разом з тим при пресуванні суміші матеріалів з різними деформаційними властивостями (рис. 3, б), деформація часток відбувається по іншому, ніж при деформації однорідних сумішей. Відбувається втискування твердіших часток у більш пластичні. В результаті збільшується площа контакту, площа молекулярної взаємодії. Якщо при-

пустити, що рослинні частки мають форму циліндра з довжиною, яка за розмірами значно перевищує переріз, то наближено можна розрахувати збільшення площі контакту (рис. 3), яка за формулами (1–2) в 1,4...2 рази більша, ніж при брикетуванні однокомпонентних сумішей.

$$\frac{F_{отл}}{F_{один}} = \frac{L \cdot m_{отл}}{L \cdot m_{один}},$$

$$\frac{1}{2} m_{отл} \approx \sqrt{R^2 - (R - 2\delta)^2 + 4\delta^2},$$

$$m_{отл} \approx 4\sqrt{R\delta},$$

$$m_{один} = 2\sqrt{2\delta R - \delta^2},$$

$$\frac{F_{отл}}{F_{один}} = \frac{2}{\sqrt{2 - \frac{\delta}{R}}},$$

якщо $\delta \rightarrow R$, то $\frac{F_{отл}}{F_{один}} \approx 2$, (1)

якщо $\delta \ll R$, то $\frac{F_{отл}}{F_{один}} \approx 1,4$. (2)

Відомо, що одним з головних факторів, що впливають на міцність брикетів, є вологість сировини. Тому встановлення оптимальної вологості, при якій брикети мали б найбільшу міцність, було одною з головних задач дослідження. З результатів досліджень (рис. 4) видно, що міцність брикетів зростає зі збільшенням вологості сировини від 4 % до 10 % і знижуються зі збільшенням вологості сировини понад 10 %. Оптимальна вологість промислових відходів рослинного походження і торфу для одержання міцних брикетів знаходиться в межах 8...12 %.

Дослідження теплотворної здатності композицій та наповнювача проводилися на калориметрі КТС-2. Отримані дані приведені в табл. 2.

Отримані результати показали, що композиційне паливо з 50 % деревинного наповнювача має на 50 % меншу зольність та 10 % підвищену теплотворну здатність, а паливо з 50 % лузги насіння на 23 % підвищену теплотворну здатність порівняно з торф'яними брикетами.

В технологічну схему типового торфобрикетного підприємства легко інтегрується впровад-

Табл. 2. Дослідження теплотворної здатності сировини

Сировина	Вага зразка, г	Тепловий ефект, кДж	Зола, %	Теплота горіння дротинки, Дж/мг	Вага дротинки, мг	Вологість, %	Теплотворна здатність в бомбі, МДж/кг
торф	0,3724	5,678	15	2,51	1,8	13	15,20
	0,4662	8,211	15	2,51	2	0	17,57
деревина	0,4468	8,518	0	2,51	1,9	0	19,02
	0,4741	8,14	0	2,51	1,9	8	17,13
	0,4741	8,72	0	2,51	1,9	0	18,35
лузга соняшника	0,5544	10,563	0	2,51	1,9	5,3	19,02
50 % торф+50 % деревини	0,52	8,6667	7	2,51	1,9	9,5	16,63
50 % торф+50 % лузги соняшника	0,5717	10,42	8	2,51	1,9	10	18,19
	0,5917	10,78	8	2,51	1,9	10	18,18

ження виробництва композиційного палива без значних матеріальних витрат. Використання вказаних домішок дає змогу розширити ресурсокористування торфопідприємств і виробляти паливо підвищеної калорійності та низької зольності відносно торф'яних брикетів.

Встановлено, що насипна маса брикетів на 20 % менша, ніж насипна маса гранул, виготовлених з тієї ж сировини.

В ІТТФ НАНУ розроблено ТУ та ТІ на гранули паливні торф'яні з добавкою деревної тирси, гречаного та соняшникового лушпиння. Впровадження виробництва можливе на базі типових ліній з гранулювання трав'яної муки (АВМ- що включає сушарку та гранулятор).

Висновки

Використання для виробництва паливних брикетів та гранул на торф'яній основі на існуючих потужностях торфопереробних підприємств відходів різних промислових та сільськогоспо-

дарських виробництв дозволяє без збільшення витрати торф'яної сировини підвищити об'єми виготовлення палива та його якісні показники. Будучи відходами сировина знижує собівартість одиниці енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Материалы* научно-практического семинара "Комплексный подход к использованию местных видов топлив", Житомир, 2003 г., – с. 35.
2. *Справочник* по торфу. М.: Недра, 1982. – 760 с.
3. *Аннеков В.Ф.* Висококалорійні паливні брикети з відходів деревини та залишків сировини рослинного походження. // Світ меблів і деревини. 1999. – № 3–4. – с. 24–26.
4. *Салехов Л.Т.* Енергетичне використання деревинного палива. // Лесная промышленность. – 2001. – №3. – с. 5–7.

Получено 14.03.2006 г.