

УДК 661.2/6.001.2

О.С. Скрипник¹, О.В. Дьяконов¹, В.І. Д'яконов², О.Ю. Нікітченко¹

¹ Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків

² Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВНИХ ВІДХОДІВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОКОМПОЗИЦІЇ

У роботі представлено експериментальні дані, отримані при розробці технології виробництва брикетованого палива з відходів дерев різних порід з використанням поліетилену та шкіряного пилу. Досліджено вплив вологості деревинних відходів на фізико-механічні властивості біокомпозиції. Обґрунтована технологія на основі мінімальних енерговитрат виробництва.

Ключові слова: деревні відходи, біокомпозиція, брикет, вологість, міцність

Постановка проблеми

Багато вчених, у своїх роботах розглядають умови обліку деревних відходів при транспортуванні [1-5]. На наш погляд вирішенням питання транспортування великооб'ємних вантажів з підготовленої до переробки чи утилізації деревини може стати подрібнення чи навіть пресування відходів на місці утворення для зменшення витрат на транспортування.

Встановлено [6-8], що традиційні методи брикетування дуже енергозатратні найбільшу частку в загальній структурі витрат енергії займає потужність на сушіння та подрібнення матеріалів, а також на процес брикетування. Таким чином необхідна технологія на основі мінімальних енерговитрат виробництва.

Дослідження фізико-механічних властивостей біокомпозиції з деревних відходів та зв'язуючого дозволить перевірити запропонований новий метод виготовлення паливних брикетів з кори дуба, відходів поліетилену та шкіряного пилу, на деревних відходах різних порід дерев утворених сніго-вітровалами.

Дослідження базується на матеріалах наукових праць вітчизняних і зарубіжних авторів, світовому досвіді та практиці виробництва твердого біопалива з рослинних та деревних відходів у різних країнах світу. Методи досліджень, що використані при написанні статті, ґрунтуються на діалектиці та комплексному підході до вивчення економіко-екологічних проблем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За офіційними даними, Україна займає 8 місце в Європі за площею і запасами лісу. Загальна площа земель лісового фонду становить близько 9,5 млн га, що складає більше 15% території України. Відповідно, кількість відходів, що утворюються у

процесі виробництва, є досить значною. Структура лісів потребує проведення щорічних рубок догляду та вибірково-санітарних рубок що зумовлює наявність значного обсягу відходів лісового господарства. Окрім того сніго-вітровали теж утворюють велику кількість біомаси також і на території міст.

У період рясних снігопадів при м'якій погоді і невеликих морозах, коли температура коливається близько 0°C, а сніг і дощ неодноразово змінюються, можливе значне накопичення снігу та льоду на кронах шпилькових та на гілках листяних дерев. Перевантаження крон може закінчитися сніголомом – ламанням гілок, переломом стовбура нижче завантаженої снігом крони або сніговалом – поваленням дерев з корінням або згинанням їх у вигляді дуги кроною до землі. В результаті утворюється великий об'єм з порівняно малою вагою деревних відходів, які створюють затори, аварії, завдають матеріальної шкоди особистому і громадському майну. Такі відходи необхідно терміново прибирати особливо на дорогах та на прибудинковій території. При вказаних параметрах лише транспортування відходів до місця переробки буде дорожче від ціни, яку б міг надати покупець за готові перероблені з цих деревинних відходів паливні брикети чи пелети.

Виклад основного матеріалу

У Харківській області з 1 по 2 грудня 2015 року випало більше половини місячної норми опадів, снігопад повалив дуже велику кількість дерев, так в місті Харкові на землі залишилося 528 дерев, та 636 великих гілок.

У зв'язку з погіршенням погодних умов на території міста Харкова та Харківської області з 01 год. 2 грудня підрозділи ДСНС 117 разів залучалися до розпилювання та прибирання повалених дерев.

Породи дерев які підлягали утилізації: тополя - 39%, береза - 21%, липа - 19%, яблуня - 4%, груша - 3% , дуб - 7% та інші - 5%.

У зв'язку з несприятливими погодними умовами по області було задіяно 126 од. техніки, 148 шляхових робітників, які займалися ліквідацією наслідків стихії з подальшим кронуванням та обрізкою аварійних гілок дерев.

Очищення дворів та вулиць міста від завалів повалених дерев комунальними службами виконувалось наступним чином. Для роботи на вітро-сніго лісопональній ділянці було задіяно робітника забезпеченого механізованим пильним інструментом. Він вибирав зручне місце біля поваленого дерева відпилював кореневу систему, коли це було потрібно, від поваленого дерева, очищав дерева від сучків та гілок і раскрязовував ствольну частину на потрібні сортименти, які йшли на переробку. Практично дерево розділяють на дві частини на ствольну частину та гілки з діаметром ствола до 160мм. Частину гілок вивозили на звалище, а частину подрібнювали.

Гілки діаметром до 160мм пропускали через подрібнювач відходів деревини ПЛ-160. Він встановлюється на трьохточкове навісне обладнання трактора МТЗ-82 з приводом через кардан від ВВП. Агрегат має два гідромеханічних вальці, які самостійно втягують деревину у горловину, що значно полегшує його обслуговування. Можливість вільного пересування у важкодоступні місця робить цей агрегат незамінним помічником для комунальних служб.

При подальшій утилізації деревних відходів від сніго-вітровалів ствольна частина дерева розрізалася на чураки довжиною 400мм, а отримана щепка після подрібнення на ПЛ-160 у 71,4% характеризувалася розмірами 10×20×25мм. Розмір щепи прийнято умовно, так як кожна частинка має свою індивідуальність.

Авторами раніше було запропоновано і обгрунтовано новий метод виробництва брикетів [9], який має такі основні риси – в матеріал рослинного походження (кору дуба розміром 25×10×10) додається зв'язуюче – поліетилен (відходи виробництва шкіряної сировини – шкіряний пил. Слід зазначити, що частина пластмасових відходів ніяк не переробляється, їх закопують в землю - піддають похованню. Розроблено різні методи поховання не утилізованих відходів пластмас - найчастіше за все на полігонах з розрахунковим терміном експлуатації не менше 25 років. За цей час пластмасові відходи піддаються повному руйнуванню і не представляють небезпеки для навколишнього середовища.

При використанні шкіряного пилу, виникає тиксотропний ефект, тобто запобігається витікання поліетилену при спалюванні брикету – найбільш висококалорійної частини палива [9]. Таким чином, вирішується одна з найважливіших технічних задач вогневого знешкодження не тільки відходів деревини, шкіряного пилу, але й відходів термопластів.

Проводилось дослідження брикетів з наступним співвідношенням компонентів, мас. %:

- матеріал рослинного походження – 80%
- зв'язуюче – 18%
- тиксотропна добавка – 2%

Використання поліетилену, як зв'язуючого дозволяє істотно знизити собівартість брикетів при збереженні їх експлуатаційних якостей. Проте в даний час єдиного науково обгрунтованого підходу до вибору ефективного зв'язуючого не має/ Перевірка розробленої технології виготовлення брикетів здійснювалась на основі наступних варіантів складу біокомпозиції, таблиця 1.

Таблиця 1. Варіанти складу біокомпозиції

Варіант 1		Варіант 2	
1	щепка дуба	1	щепка сосни
2	відходи поліетилену	2	відходи поліетилену
3	тиксотропна добавка	3	тиксотропна добавка
Варіант 3		Варіант 4	
1	щепка липи	1	щепка липи
2	відходи поліетилену	2	відходи поліетилену
3	тиксотропна добавка	3	тиксотропна добавка

Щепка вищезазначених порід деревини отримана після подрібнення на ПЛ-160 характеризувалася розмірами – 10×20×25мм. Зразки завантажували у металевий корпус а потім поміщали у електрообігрівач. Один з вкладишів матриці мав отвір для термопари, поміщеної у центр завантаження. Термопара виготовлялася з хромель-капель і працювала у парі з мілівольтметром типу М-198 і коробкою холодних знаїв. Точність заміру температури складала 1-2 С. Після підігріву, котрий здійснюється зі швидкістю 6 градусів за хвилину до заданої температури 150°С корпус поміщали під масляний прес, де і проводилось пресування. Під час формування відбувалось стискання частинок деревини [2, 4, 5, 7], які наближались на мінімальну відстань одна відносно одної. А зв'язуюча речовина обволікала їх та склеювала ці частинки. Після досягнення тиску 10 МПа давалася витримка 0,3хв. Потім сталевий корпус поміщали в охолоджувач.

Механізм з'єднання компонентів паливного брикета наступний. Під дією тиску приходять у рух деревина, зменшуючи свої розміри, втрачає вологу, яка під дією температури активно абсорбується

шкіряним пилом за рахунок значної кількості поверхні. При нагріванні шкіряного пилу колаген, що міститься у ньому активно переходить у форму глютину. Колаген входить до складу шкіряного пилу це міцний природний полімер- фібрилярний білок, який є основою сполучних тканин організмів. Колаген при нагріванні у воді перетворюється в форму іншого з'єднання - глютину (желатину). Глутин має такі властивості: набухає у холодній воді, розчиняється при нагріванні, утворюючи колоїдні розчини, які після охолодження перетворюються в пружну драглисту масу.

Модель наповненої композиції паливного брикету можна уявити у вигляді укрупнених часток щепи, спресованої у призму подібну форму та шару зв'язуючого між ними (рис. 1).

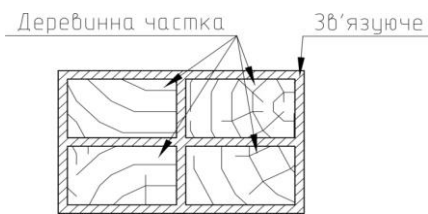


Рис. 1. Модель наповненої біокомпозиції.

Шкіряний пил незважаючи на малу кількість у складі брикету, виконує важливі функції: абсорбує вологу – тим самим звільнюючи частину деревини, та гідрофобізує її поверхню.

Відомо, що молекули полімерів поліолефінової групи (поліетилен, поліпропілен) погано сумісні з частинками деревини. Ці смоли гідрофобні і неполярні, а деревні частинки, навпаки – гідрофільні і полярні. Тому, при звичайному введенні деревних частинок в поліолефінову матрицю виходить не композиційний матеріал, а механічна суміш деревини та полімеру, що володіє не дуже високими властивостями міцності і низькою стійкістю до зовнішніх впливів. За допомогою глютину [10] вдалось уникнути такої вади матеріалу брикету та запобігти витіканню розплавленого зв'язуючого з брикету забезпечуючи тиксотропний ефект.

Таким чином вологість деревних відходів грає ключову роль у формуванні міцного брикету. Наша головна задача визначити залежність руйнівної напруги брикетів при вигинанні від вологості деревних відходів, рис. 2.

Найвищі значення руйнівної напруги відповідають значенню вологості від 14-14,2%. При надлишку вологи на поверхні деревних відходів (більше 14,2%) утворюється рідка плівка, яка не дозволяє шкіряному пилу вступити в реакцію з вологою деревини, і недостатньо гідрофобізує її поверхню, механічна міцність брикетів знижується. Тиск пресування може змінюватись в інтервалі від 5

до 15МПа, але пресування при тиску нижче 5 МПа, формується брикет із зниженою крихкістю, а пресування при тиску вище 12МПа не суттєво покращує якість паливних брикетів, тому значення тиску пресування коливається на рівні 10-12МПа.



Рис.2 - Залежність руйнівної напруги брикетів при вигинанні від вологості деревних відходів.

Досліджувані зразки деревних відходів з вологістю 14% при введенні шкіряного пилу та відходів поліетилену у співвідношенні компонентів, мас. %: матеріал рослинного походження – 80%, зв'язуюче – 18% тиксотропна добавка – 2%, досить чітко зв'язуються в брикети (Рис 3).

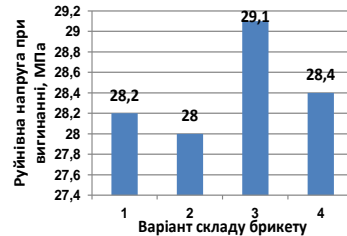


Рис.3 Руйнівна напруга при вигинанні брикета з відходів деревени.

Однією з найважливіших характеристик палива, що визначають його теплову цінність, є теплота згорання, що характеризує кількість теплоти, виділеної при повному згоранні одиниці маси палива (для паливних газів частіше - об'ємної). Теплота згорання називається вищою, якщо включає теплоту конденсації водяної пари, що міститься в продуктах згорання внаслідок наявності вологи в паливі та окислення водню, що міститься в паливі. Нижча теплота згорання (Q_{r1}) обчислюється за визначеною в ході дослідження теплоти згорання палива у калориметричній бомбі ($Q_{аб}$) на основі якої розраховується вища теплота згорання, кДж/кг,

$$Q_{as} = Q_{ab} - (\beta S_{at} + \alpha Q_{ab}), \quad (1)$$

де β - коефіцієнт, що враховує теплоту утворення сірчаної кислоти при окисленні продуктів згорілої в бомбі сірки $S_a, \%$ від SO до SO_2 і розчиненні останньої у воді, чисельно рівний 94 кДж на 1% сірки; α - коефіцієнт, що враховує теплоту утворення азотної кислоти.

За рахунок введення високо теплотворного поліетилену до складу паливного брикету всі досліджувані зразки показали майже однакову теплоутворювальну здатність яка збігається із теоретичними розрахунками (рис.4).



Рис. 4. Теплоутворювальна здатність брикетів з відходів деревини.

Теплотворна здатність поліетилену зумовлена його хімічним складом, а вологість у складі деревних відходів сприяє зміцненню паливного брикета.

Висновки

Встановлено, що результати проведених теоретичних і експериментальних досліджень показують можливість і перспективність використання місцевих сировинних ресурсів (деревинних відходів, шкряного пилу та відходів поліетилену) для розробки якісного біопалива.

Технологічні режими виготовлення та композиційні склади біопалива на основі деревних відходів сніго-вітровалу забезпечують достатню міцність при вологості 14-14,2%.

Література

1. ДСТУ ГОСТ 15815-83 Щена технологическая. Технические условия. – Замінює ДСТУ ГОСТ 15815-70; введ. 01-01 – 1985. К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2007. – 15 с.
2. Гомонай В.В. Погляд на виробництво твердого біопалива з деревних відходів. / Доц. В.В. Гомонай, к.т.н., доц. М. В. Гомонай-Стрижко, к.е.н. // НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України: Зб. Наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.3. – 312 с.
3. Д'яконов В.І. Утилізація рослинних і деревних відходів

паркової зони міста / В.І. Д'яконов, О.В. Д'яконов, О.С.Скрипник // Комунальное господарство міст: Наук.-техн. зб. / ХНУМГ ім. А. Бекетова. Х., – 2015. – Вип. 124. – С. 49-52.

4. Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. Государственное учреждение Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсосбережением и отходами / Девяткин В.В. – М.: ГУ НИЦПУРО, 2003. – 65 с.

5. Лесная энциклопедия: В 2 т., т. 2 / Гл. ред. Воробьев Г.И.; Ред. кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – 631 с.

6. 5. Лесная энциклопедия: [Электрон.ресурс]. – Режим доступа: <http://forest.geoman.ru/>

7. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Уголев Б.Н. – М., «Лесная промышленность», 1975. – 180 с.

8. Полубояринов О.И. Плотность древесины / О. И. Полубояринов. – М., «Лесная промышленность», 1976. – 120 с.

9. Кочанов В.В. Учет потерь и отходов древесины при производстве технологической щепы [Электронный ресурс] / В.В. Кочанов // Статьи журнала ЛесПромИнформ : интернет-журн. – 2004. – Вип. 5(18). Режим доступа: <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3528> – Назва з екрану. – Дата звернення: 19.05.2016.

10. Пат. 104089 Україна, МПКС10L 5/44 (2006.01) Паливний брикет / Д'яконов О. В., Д'яконов В. І., Полянський О.С. (Україна) – №201506879; заявл. 10.07.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1. – 2с.

References

1. Ukraine, DERZhSPOZhYVSTANDART, State Standard of Ukraine. (2007). Chips technological. Specifications (Vol. 15815-83, p. 15). Kiev: DERZhSPOZhYVSTANDART.
2. Homonai, V. & Homonai-Stryzhko, M. (2009). A look at the production of solid biofuels from wood waste. Scientific Bulletin NUFWT of Ukraine 19.3, 113-117.
3. Diakonov, V. & Diakonov, O. & Skrypnyk O., (2015). Disposal plant and wood residues parkland city. Scientific and technical collection is the Communal economy of cities (124), 49-52.
4. Deviatkyn, V., (2003). Guidelines on the assessment of the volume of waste production and consumption (p.65). Moscow: State Institution Research Center for resource conservation and waste management issues
5. Vorobev, H. (1986). Wood encyclopedia (v. 2, p. 631). Moscow: Soviet Encyclopedia.
6. Vorobev, H. (1985-1986). Wood encyclopedia. Retrieved from Forest Encyclopedia:<http://forest.geoman.ru/>
7. Uholev, B. (1975). Wood-the basics of Commodity Forest (p. 180). Moscow: Lesnaya promyshlenost.
8. Poluboiarynov, O. (1976). The density of wood (p.120) Moscow: Lesnaya promyshlenost.
9. Kochanov, V. (2004). Allowance for losses and waste wood in the production of wood chips. Retrieved from [lesprominform.ru](http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3528): <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3528>
10. Diakonov O., Diakonov V., & Polianskyi O. (2016). Ukraine Patent No. 104089. Kiev, SE: Ukraine Ukrainian Institute of Intellectual Property. Fuel briquettes

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Харченко В. Ф.,
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова, Харків.

Автор: СКРИПНИК Олена Сергіївна
кандидат технічних наук, старший викладач.
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова
E-mail – elenaskripnik_86@mail.ru

Автор: ДЬЯКОНОВ Олексій Васильович
пошукач.
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

Автор: Д'ЯКОНОВ Василь Іванович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри.
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова
E-mail – dyakonov_1953@mail.ru

Автор: НІКІТЧЕНКО Ольга Юріївна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри.
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова
E-mail – nikitchenko-57@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОКОМПОЗИЦИИ

Е.С. Скрипник¹, А.В. Дьяконов¹, В. И. Дьяконов², О.Ю. Никитченко²

¹Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О.М. Бекетова, Харьков

²Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

В работе представлены экспериментальные данные, полученные при разработке технологии производства брикетированного топлива из отходов деревьев разных пород с добавлением полиэтилена и кожаной пыли. Исследовано влияние влажности древесных отходов на физико-механические свойства биокomпозиции. Обоснована технология на основе минимальных энергозатрат производства.

Ключевые слова: древесные отходы, композиция, брикет, влажность, прочность

INFLUENCE MOISTURE WASTE WOOD ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BIOCOMPOSITION

O.S. Skrypnyk¹, O.V. Dyakonov¹, V.I. Dyakonov², O.Y. Nikitchenko¹

¹O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

²Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

The article considers what traditional methods of briquetting is very energy-consuming because to the drying, grinding materials and the process of briquetting is the largest share in the total energy consumption power. The paper is devoted to experimental data obtained in the development of production technology of fuel briquette from the trees waste of different species with the polyethylene and leather dust addition. Investigated the influence in the physical and mechanical properties of a waste wood biocomposition wetness, such as bending strength. Sound technologies based on minimum energy production, using a fuel briquette timbers with humidity of not more than 14.2%

Keywords: wood waste composition, briquette, wetness, strength.