

УДК 661.2/6.001.2

ГРАНУЛЮВАННЯ ПАЛИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.С. Мальований

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри*

Контактний тел.: (032) 258-24-53

E-mail: mmal@lp.edu.ua

Р.Я. Бать

Здобувач

*Кафедра прикладної екології та
збалансованого природокористування

Національний університет

“Львівська політехніка”

пл. св. Юри, 3/4, м. Львів, Україна, 79013

Контактний тел.: (032) 258-24-53

У статті наведені результати досліджень по формуванню паливних брикетів гранули (далі – ущільнених деревних відходів) з додаванням в'язучого компонента. Отримані апроксимованні результати щільності ущільнених деревних відходів відтиску. Наведена теплотворна здатність ущільнених деревних відходів від вмісту в'язучого, апроксимована поліноміальною залежністю 3 ступеня

Ключові слова: деревні відходи, гранулювання, брикетування, теплотворна здатність, густина

В статье приведены результаты исследований по формированию топливных брикетов гранулы (далее - уплотненных древесных отходов) с добавлением вязущего компонента. Полученные аппроксимированные результаты плотности уплотненных древесных отходов оттиска. Приведена теплотворная способность уплотненных древесных отходов от содержания вязущего, аппроксимированная полиномиальной зависимостью 3 степени

Ключевые слова: древесные отходы, гранулирование, брикетування, теплотворная способность, плотность

Вступ

Споживання енергії тісно пов'язано із станом економіки країни, оскільки зростання сукупного валового продукту завжди супроводжується зростанням споживання енергії. Однак питомі затрати енергії на одиницю валового продукту в промислово розвинутих державах постійно зменшується, до чого повинна прагнувати і Україна.

Основними первинними джерелами енергії на сьогодні є викопне паливо: кам'яне вугілля, нафта та газ. Відомо, що Україна є енергодефіцитною державою, власні енергетичні ресурси забезпечують потреби промисловості менше ніж на 50%, а тому держава економічно залежна від країн, які забезпечують її рідким та газоподібним паливом. Як свідчить статистика, за умови збереження сучасних темпів споживання, розвідані запаси нафти та газу в найближчі 30 років будуть використані приблизно на 70%, а розвіданих запасів вугілля вистачить приблизно на 300 років. Разом з тим, порівняно з нафтою та природним газом, темпи зростання видобутку та використання вугілля останні 50-80 років значно менші, що обумовлюється відносними складнощами його видобутку та переробки.

У зв'язку із швидкими темпами зростання споживання енергії виникають значні проблеми щодо майбутніх джерел енергії. Існує два напрямки пошуку додаткових джерел енергії: це атомна енергетика, (енергія термоядерного синтезу) і дослідження та розв'язок більш чистих видів енергії таких як сонячна, геотермальна, енергія вітру, використання біопалива.

Одним із перспективних напрямків поповнення енергетичних запасів нашої держави є раціональне використання відновлювальних джерел енергії та широке використання в промисловості та комунальному господарстві екологічного чистого біопалива на основі відходів деревини.

Щорічний обсяг заготовлення деревини в Україні становить 10308,7 тис м³, з них 7300 тис м³ (4391,5 тис т) не використовують, і їх можна застосувати для виробництва теплової енергії. Зараз незначна частина їх використовується як паливо для обігріву виробничих та житлових будівель, а основна частина в кращому випадку вивозиться на звалища, або висипається біля підприємств. Що призводить до несанкціонованих звалищ, які у вітряну погоду розносяться вітрами. Під час такого “захоронення” деревина починає розкладатись із виділенням парникових газів, а також приманює комах, які в свою чергу можуть стати розсадником хвороб. Єдиний шлях для подолання цієї негативної тенденції є повне використання відходів як палива. Але використання такого матеріалу як палива призводить до незручностей в процесі транспортування, дозування та зберігання. Шляхом вирішення їх є процес гранулювання. Гранулювання полягає в отриманні гранул, в яких за умов мінімального об'єму концентрується максимальна кількість деревної речовини, що суттєво підвищує їх корисні властивості, зокрема теплоутворюючі. Завдяки цьому також зменшується емісія для транспортування та зберігання палива.

Методи гранулювання

Гранулювання дрібнодисперсних відходів деревини здійснюють методом пресування або екструзії.

Механізм пресування гранул із відходів деревини полягає у наступному: спочатку відбувається ущільнення матеріалу за рахунок зменшення вільного об'єму між частинками. Подальше збільшення тиску під час пресування приводить до утворення не тільки пружних, але й пластичних деформацій, що збільшує сили міжмолекулярного зчеплення між дрібнодисперсними частинками, та відповідно міцність гранул. Щоб забезпечити відповідну міцність гранул процес пресування ведуть за тиску 100-200 МПа. Позитивним в пропонуваному методі є відсутність в гранулах інородних матеріалів та елементів. Недоліком є складна конструкція, значні енергозатрати, велика вартість, неможливість використання як сировини низькосортних відходів.

Екструзія – це неперервний метод формування, який полягає в перетисканні сировини через профільний отвір відповідної конфігурації (екструзійна головка) з наступною фіксацією форми виробу. Тиск в екструзійному агрегаті створюється за рахунок примусового, неперервного переміщення матеріалу вздовж гвинтової нарізки шнека в процесі його обертання. Внаслідок неперервності процесу екструзія є одним із найбільш прогресивних та перспективних методом гранулювання, який потребує найменших енерго- та матеріальних витрат.

З метою зменшення енергетичних затрат на виготовлення гранул та забезпечення їх високої міцності доцільно до дрібнодисперсних частинок відходів деревини додавати в'язучі добавки. В цьому випадку аналогічну якість гранул отримують за тисків 1,2 ÷ 2,2 МПа.

Метод із додаванням в'язучої речовини

Принцип є подібний до попереднього методу. Але в даному методі зв'язуюча речовина подається із зовні, що приводить до зменшення зусиль які необхідні для розплавлення внутрішнього лігніну деревини. Завдяки цьому також відпадає необхідність нагрівання до високої температури дрібнодисперсних деревних відходів та охолодження кінцевого продукту. Як зв'язуюче використовують лігнін, який є побічним продуктом паперово-целюлозної промисловості, парафін, синтетичні пластмасові матеріали, біологічне масло. Основними умовами які висуваються до добавок: незначна кількість, не перешкоджати процесу горіння, відсутність виділення неприємних та отруйних газів.

Позитивним в методі є простіша конструкція, зменшення енергозатрат та собівартості гранул, можливість використання як сировини низькосортних відходів. Недоліком є внесення в гранули сторонніх матеріалів.

Види деревних відходів

В процесі переробки деревини утворюються відходи які можна класифікувати за такими параметрами які наведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Види відходів	Максимальний розмір відходів, мм		
	довжина	ширина	Товщина (діаметр)
Стружка	12	6	1,5
Тирса	6	3	2
Деревний пил	2	1	1

Таблиця 2

Класифікаційний показник	Група відходів	Види відходів
За складом породи	М'яколисті	Відходи з деревини берези, осини, вільхи, тополя і інших
	Твердолистяні	Відходи з деревини бука, дуба, клена, вільхи, ясеня і інших
	Змішанні	Відходи з деревини з будь-яким співвідношенням порід
За вологістю	Вологі	Відходи вологістю понад 12%: відрізки, обрізки свіжого шпона, тирса і відходи кори
	Сухі	Відходи вологістю менше 12%: обрізки сухого шпона, стружка із станка, деревна пилюка

Для проведення експериментів з пресування гранул було використано дрібнодисперсні деревні відходи різного дисперсного складу, гранулометричний склад яких подано на рис. 1 та 2.

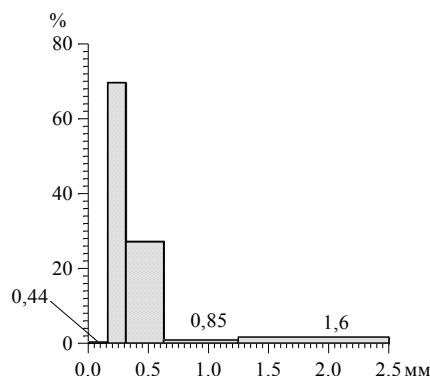


Рис. 1. Гранулометричний склад деревних відходів 1

Для визначення найбільш оптимальної сировини яка підходила для подальшого використання як наповнювача, із зразків деревних відходів були зроблені

гранули, із подальшим визначенням їх густини. Результати наведені на рис. 3.

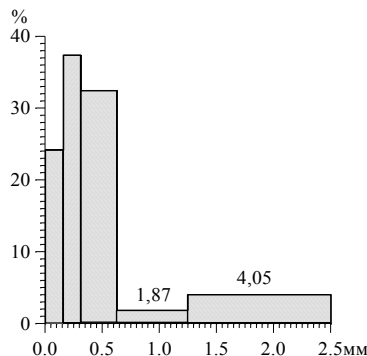


Рис.2. Гранулометричний склад деревних відходів 2

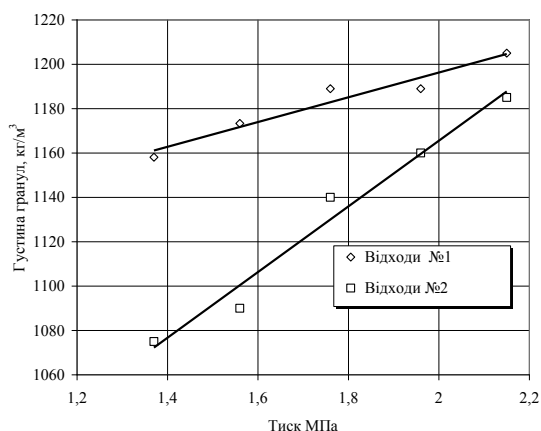


Рис.3. Залежність густини гранул від гранулометричного складу: 1 - деревні відходи № 1; 2 - деревні відходи №2

Як основну вихідну речовину, за результатами експериментів, було вибрано деревні відходи №2. Це зумовлено більшою густиною гранули, що можна пояснити таким чином: чим більша кількість частинок із меншим діаметром тим краще відбувається процес ущільнення їх між собою, що в свою чергу зумовлює більшу густину гранули.

Для покращення умов формування гранул, в першу чергу її густини та міцності, додавалася в'язуча речовина. На рис 4. показано збільшення густини гранул із різним способом подачі в'язучої речовини.

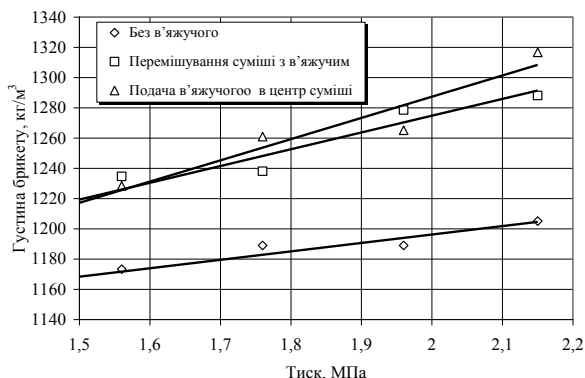


Рис. 4. Залежність густини брикету від тиску

Додавання в'язучої речовини не тільки збільшує густину гранули, як видно із рис. 4, але зростає динамічна та статична міцність, а також теплотворну здатність. Це зумовлено кращими склеюючими властивостями, яких надає в'язучий компонент, порівняно із брикетами, в яких не було в'язучої речовини. Разом з тим експерименти свідчать, що спосіб подачі в'язучого в суміш (дозування в центр суміші чи перемішування) не впливає суттєво на густину брикету, експериментальні дані для способів подачі в'язучого в суміш (дозування в центр суміші чи перемішування) можуть бути описані однією лінією тренду, тобто у цьому випадку досягнута густина брикету не залежить від способу подачі в'язучого в суміш.

Вид отриманих рівнянь лінійних апроксимацій експериментальних даних, а також їх статистичні оцінки представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати апроксимації залежності густини брикету від тиску

Спосіб подачі в'язучого	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
В центр	$r = 140,32P + 1006,7$	0,949
Перемішування	$r = 111,01P + 1052,8$	0,9462
Без в'язучого	$r = 55,802P + 1084,7$	0,9412

В наступних рисунках подані результати експериментів із визначенням динамічної та статичної міцності.

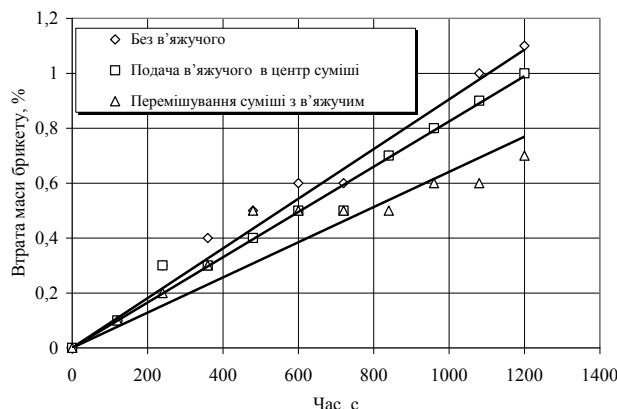


Рис. 5. Зміна маси брикету за умови додавання в'язучої речовини в залежності від часу проведення експерименту

Вид отриманих рівнянь лінійних апроксимацій експериментальних даних, а також їх статистичні оцінки представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Результати апроксимації залежності густини брикету від тиску

Спосіб подачі в'язучого	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
В центр	$N = 0,0008t$	0,9812
Перемішування	$N = 0,0006t$	0,8541
Без в'язучого	$N = 0,0009t$	0,9733

На рис.6. зображені результати експериментів щодо визначення статичної міцності гранул за умови додавання різних концентрацій в'язучої речовини.

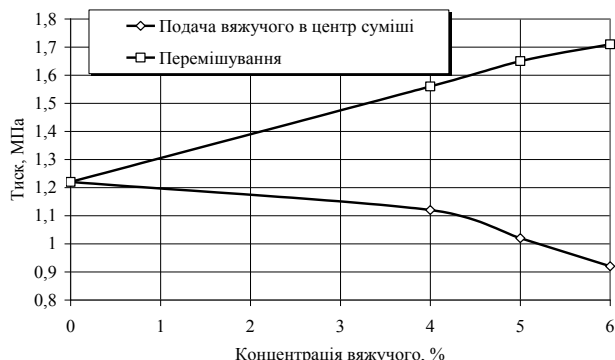


Рис. 6. Зміна статичної міцності брикету із різними концентраціями в'язучої речовини в залежності від тиску

З рис. 6 видно, що статична міцність зростає в тих брикету, в яких відбувалось перемішування в'язучої речовини з деревними відходами. Це зумовлене кращим розподілом в'язучого в границях об'єму брикету з утворенням армуючого каркасу з деревини, при цьому в'язуча речовина після виділення із неї вологи і набрання міцності конструкції не дає цьому скелету розрушитись.

Як впливає із рис. 5 та 6, що найбільш ефективний спосіб подачі в'язучої речовини є перемішуванням. Це зумовлено рівномірним розподілом в'язучої речовини, що покращує склеювання деревних відходів між собою.

В подальшому на рисунках подані результати щодо визначення теплотворної здатності гранул із додаванням в'язучого та без нього.

На рис. 7 зображенні результати експериментів із визначенням теплотворної здатності гранул.

Аналіз результатів, представлених на рис. 7 свідчить, що основним компонентом, який збільшує теплотворну здатність гранули, є в'язучий компонент. Так теплотворна здатність в'язучого становить 40,5 МДж/кг, а наповнювача – 17,9 МДж/кг. Отже, із збільшенням концентрації в'язучої речовини в гранулі – теплотворна здатність гранули зростає від 17,9 до 29,7 МДж/кг. Виходячи із даних, приведених на рис.7, найбільш економічно вигідно було б використовувати гранули із максимальним вмістом в'язучого, у цьому випадку теплотворна здатність гранули була б максимальною. У нашому випадку вміст в'язучого обмежується здатністю композиції, яка використовується для утворення біогранули, зберігати форму після операції формування гранули (здатність до формування гранули). За даними експериментів максимальна кількість в'язучого, яке може бути додано в композицію перед формуванням

гранули складає 25%. Саме це значення і було вибрано як оптимальне.

Отримана залежність (рис.7) може бути апроксимована поліноміальною залежністю 3 ступеня, приведеною на рис.7.:

$$q = 0,0015n^3 - 0,0739n^2 + 1,3836n + 18,086,$$

де q – теплотворна здатність, МДж/кг;
 n – вміст в'язучого в біогранулі, %.

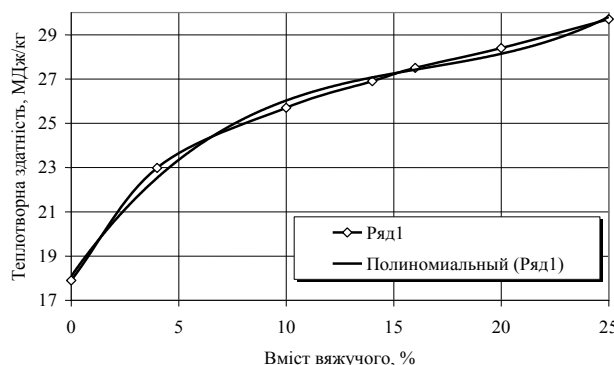


Рис. 7. Залежність теплотворної здатності гранул від вмісту в'язучого

Коефіцієнт детермінації отриманої залежності складає $R^2 = 0,9953$, що дає можливість використовувати її для розрахунку теплотворної здатності біогранул, отриманих із різною кількістю добавки в'язучого.

Висновки

Із результатів експериментів можна зробити такі висновки:

- під час використання в'язучого компоненту відбувається формування брикетів із меншими тисками, що забезпечує певну статистичну міцність;
- в'язуча речовина виступає в ролі мастила, що зменшує сили тертя, а отже енергетичні затрати на їх подолання;
- доцільним методом подачі в'язучої речовини є його перемішування із деревними відходами;
- найбільш придатна концентрація в'язучої речовини, за умови екструзійного формування гранули, є 20%. Це зумовлено в першу чергу зростанням теплотворної здатності гранули порівняно із теплотворною здатністю деревних відходів на 38%.

Література

1. Пономаренко П.И. Социально-экономические проблемы энергетики накануне нового века / Пономаренко П.И., Райхель Б.Л. // Философские, социальные и экономические проблемы современной экологии. Сборник Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск – 1998. – С. 54–60.
2. Гелетуха Г.Г. Обзор современных технологий сжигания древесины с целью выработки тепла и электроэнергии / Гелетуха Г.Г., Железная Т.А // Экологические и ресурсосбережение. – 1998. - №6. С. 10 -18.
3. Звіт про залишки і використання палива та паливно-мастильних матеріалів (форма №4-МТП) за 1998р./ Державний Комітет Статистики України. – Київ,2000. - С. 95.

4. Утворення лісових відходів на Львівщині по ДЛГО "Львівліс".
5. Гелетуха Г.Г. Развитие биоэнергетики в Украине: состояние и перспективы. /Проблемы промышленной теплотехники / Гелетуха Г.Г. // V Международная конференция 22 – 26 мая 2007 г. – Киев. – с. 20 – 21.
6. Прокіп А.В., Ефективність отримання енергії з деревини / Прокіп А.В. // Науковий вісник // Українського державного лісотехнічного університету. Випуск 14.1 ., - Львів, 2004 с 181 – 184.
7. Соуфера С. А., Биомасса как источник энергии / Соуфера С.А., Заборски О.Я. – М. : Мир, 1985. – 368с.
8. Гелетуха Г.Г., Обзор современных технологий сжигания древесины с целью выработки тепла и электроэнергии / Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. // Экологические и ресурсосбережение. – 1995. №5. – С. 16-18.

Abstract

The article represents the search results of optimal relationship between the amount of wood waste and a binder with a further physical mechanical studying of grains obtained. The research had two stages: the determination of grains' properties with different relationship of a binder concerning wood waste and grain formation under the high positive pressure.

The optimal relationship of wood waste and a binder (waste of pulp and paper plant) were found experimentally. The calorific power, dynamic and static capacity of the grains obtained was determined.

The research show, that grains obtained by vulcanian method with addition of binder according to the dynamic and static capacity, the calorific power and energies for their formation, correspond and sometimes exceed grain indices obtained with press pelletizer.

Key words: *ecological monitoring, vulcanian method, fuel grains, wood waste, dynamic and static strength of grains, calorific power*

УДК 621.311

ВЛИЯНИЯ МОЩНЫХ ТИРИСТОРНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ НА ПИТАЮЩУЮ ИХ АВТОНОМНУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ

А.А. Жиленков
Старший преподаватель

Кафедра «Электрооборудование судов и
автоматизация производства»
Керченский государственный морской
технологический университет
ул. Орджоникидзе, 82, г. Керчь, Украина, 98309

**Представлені результати
експериментальних досліджень
впливу потужних тиристор-
них випрямлячів на автономну
електростанцію, що їх живить**

**Ключові слова: автоном-
на електростанція, потужні
тиристорні випрямлячі**

**Представлены результаты
экспериментальных исследова-
ний влияния мощных тиристор-
ных выпрямителей на питающую
их автономную электростанцию**

**Ключевые слова: автономная
электростанция, мощные тири-
сторные выпрямители**

Введение

Тиристорный электропривод постоянного тока не теряет своей актуальности. Он отличается высокой надежностью, низкой стоимостью и простотой алгоритмов управления, позволяя использовать скалярное управление вместо векторного в транзисторных системах. В настоящее время во многих производственных механизмах горной, металлургической, полиграфической, цементной и других отраслях промышленности, а также в электроприводе на различном транспорте ши-

роко применяется электропривод постоянного тока. Такие ведущие фирмы как Siemens, ABB, BOSCH и др. наряду с современными приводами переменного тока провели модернизацию аналоговых систем приводов постоянного тока и успешно применяют современные тиристорные электроприводы с цифровым управлением, достигая на этом поприще больших успехов.

Таким образом, нет оснований утверждать, что в ближайшем будущем произойдет полное вытеснение тиристорных систем регулирования постоянного тока электроприводом переменного тока.