

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ З ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ ХВОЙНИХ ПОРІД

Проаналізовано ефективність використання паливних гранул в порівнянні з іншими видами палива. Розглянуто властивості та класифікаційні ознаки гранул. Проведено аналіз впливу режимів виготовлення, породного складу сировини на характеристики паливного матеріалу.

Ключові слова: паливні гранули, щільність, зольність, вміст дрібної фракції, вологість, теплотворна здатність.

Відходи, що утворюються на виробництві – результат механічного перероблення деревини. 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 об'єм для їх транспортування та зберігання. За рахунок високої температури відбувається пластифікація лігніну, внаслідок чого здійснюється склеювання частинок матеріалу з формуванням паливних гранул. Залежно від якості розрізняють гранули першого класу і промислові гранули. У виробництві гранули першого класу (найвищої якості) не допускають застосування кори, оскільки вона має високу зольність. Промислові гранули можуть містити певну кількість кори (до 10 %). Властивості гранул залежно від їх класу наведено в табл. 1.

Табл. 1. Властивості паливних гранул

Властивості гранул	Гранули 1 класу	Гранули промислові
Щільність, кг/м ³	1000-1200	1000-1200
Вологість, %	До 10	10-12
Розміри, мм	d = 6; L = 10-30	d = 10; L = 10-30
Вміст кори, %	не допускається	до 10
Вміст золи, %	Менше 0,7	більше 1,5
Теплотворна здатність, МДж/кг	16,9	15,1

Широке розповсюдження, паливні гранули, отримали насамперед завдяки особливостям процесу їхнього згоряння. Під час згоряння, паливні гранули виділяють відповідну кількість тепла, при цьому теплотворність паливних гранул прирівнюють до традиційних видів палива, тоді як кількість шкідливих речовин (CO₂) рівна поглинутій кількості під час росту сировини. У табл. 2 наведено порівняльну характеристику різних видів палива за тепловими параметрами.

Табл. 2. Характеристика різних видів палива

Вид палива	Теплота згоряння, Гкал/кг	Питома вага, кг/м ³	Зольність, %	Витрата палива для виробництва 1 Гкал теплоти, кг
Природний газ, на м ³	8,57	0,712	-	129,7
Вугілля (антрацит)	6,540	1000	10-35	180
Торф	2,730	400	10-20	431
Деревні брикети	4,040	-	1	291
Деревні гранули	4,500	600	0,7-1,5	261
Пресована солома	3,750	120	4-7	314

Понад 17 % в енергетичному потенціалі біомаси України становлять відходи деревини. Так, наприклад, якщо взяти круглий ліс за 100 %, то відходи у лісопильному виробництві становлять в середньому 35 %, при виробництві паркету – 30 %. Значну кількість таких відходів не застосовують у виробництві, а вивозять на звалища, під час цього підприємства несуть значні збитки з їхнього транспортування. Крім того, створюється екологічна небезпека для навколишнього середовища, бо відходи деревини, які нагромаджуються і зберігаються просто неба, є джерелом небезпечних для навколишнього природного середовища хімічних сполук, які утворюються у процесі ферментації таких відходів [1]. За прогнозами експертів, попит на паливні гранули для отримання енергії в майбутньому збережеться. Використання деревинних відходів, шляхом їх гранулювання для виготовлення екологічно чистого твердого біопалива є актуальним завданням, оскільки вирішується питання отримання додаткової теплової енергії та покращується екологічна ситуація навколишнього середовища. Під час виготовлення паливних гранул із деревини хвойних порід особливості технологічного процесу їх виготовлення суттєво впливають на фізико-механічні характеристики, зокрема: щільність, теплотворну здатність, вологість і вміст дрібної фракції, що в кінцевому випадку відображається на сорті паливних гранул. Тому визначення впливу процесу гранулювання на фізико-механічні властивості паливних гранул є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш сприятливою сировиною для виготовлення гранул є деревина хвойних порід – ялини, сосни. Листяні породи – модрина, береза, осика, бук є твердішими, і спричиняють підвищене зношування вузлів і більше енергоспоживання [2, 7-14]. На якість паливних гранул впливає вологість, фракційний склад і матеріал напівфабрикату [3]. Оптимальною вологістю під час пресування гранул із деревинних відходів є 6-12 %. Попередні дослідження показують, що при більшій вологості зменшується щільність гранул, і як результат випаровування вологи з гранул призводить до виникнення тріщини, що знижують міцність [3]. Крім цього на процес гранулювання впливає тиск пресування і температура матеріалу. Щільність спресованої гранули збільшується при збільшеному тиску і зменшеній вологості. При вологості 15 % і більше гранули мають недостатню щільність і відповідно низьку міцність [3]. Чим більша температура пресування, тим менший тиск необхідний, щоб отримати міцну та гладку гранулу. Найбільша міцність напівфабрикату отримується при використанні температури більше 150 °C. Під час гранулювання деревинних відходів оптимальною вважається температура 88-102 °C, за даними компанії California Pellet Mill, яка забезпечує плавлення лігніну і відсутність утворення водяного парової суміші, що розриває гранулу [4]. Також аналіз літературних даних свідчить, що при виготовленні паливних гранул слід враховувати породний та фракційний склад деревної сировини, так як він сильно впливає на характеристики горіння. Фракційний склад сировини повинен становити 1-2 мм, оскільки з такої сировини отримують гранули з найвищою температурою горіння і найменшою зольністю. Чим однорідніша сировина, тим щільніші і якісніші гранули. Головним чином перевагу надають хвойним породам, оскільки такі гранули мають високу стійкість до стирання, і мають найменшу кількість золи 0,5 % [5]. Чим однорідніша сировина, тим щільніші і якісніші гранули. Проблема гранулювання порід деревини, що мають низький вміст лігніну, вирішується введенням модифікаторів. Зокрема, з додаванням в'язучого компоненту лігніну, як побічного продукту целюлозно-паперової промисловості, є тільки збільшується щільність гранул, але і зростає їх динамічна та статична міцність, а також теплотворна здатність. Це зумовлено кращими клейовими властивостями, яких надає в'язуча речовина, під час використання в'язучого компоненту відбувається гранулювання із меншим тиском, що забезпечує певну статистичну міцність, оскільки в'язуча речовина виступає в ролі мастила, що зменшує сили тертя, а отже енергетичні затрати на їх подолання є меншими [6].

Висновки. Найбільш сприятливою сировиною для виготовлення паливних гранул є деревина хвойних порід. Однак під час її використання утворюється велика кількість дрібної фракції. Підтримання стабільного безперервного пресування в грануляторі потребує аналізу факторів впливу на технологічний процес та отримання взаємозв'язків між основними складовими параметрами виробництва.

Література

1. **Технология производства топливных древесных гранул** [Електронний ресурс]: <http://science-journals.info/wp-content/uploads/2012/04/sicheva.pdf>
2. **Гомонай М.В.** Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография /М.В. Гомонай// – М.: ГОУ ВПО МГУЛ. – 2006. – 68 с.
3. **Гондурак В.** Керівництво щодо використання деревної біомаси для вироблення енергії для Карпатського регіону / В. Гондурак, В. Ласкаверський та інші. – К., 2001. – 55 с.
4. **Ивин Е.Л., Глуховский В.М.** Гранулирование древесины. Практические и теоретические основы, или что происходит внутри гранулятора // Биоэнергетика, – 2007. – №2. – 64 с.
5. **Курка Р.Р.** Особливості технології формування паливних гранул з подрібненої деревини листяних порід /Р.Р. Курка// Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України, – 2011. – Вип. 21.13. – С. 132-136.
6. **Мальований М.С., Бать Р.Я.** Гранулювання паливних матеріалів / М.С. Мальований, Р.Я. Бать // Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774, – 2012. – 5/8 (59). – С. 10-14.
7. **Gayda S.V.** (2000): Матеріали для виготовлення виробів з деревини / Materials for the Production of wood Products. Lviv: BMC. – 160 p. (in Ukr.).
8. **Gayda S.V., Maksymiv V.M., Tynytsya T.Yu.** Elaboration of post-consumer wood classifier // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv. – 2008, 34:55-68. (in Ukr.).
9. **Gayda S.V., Maksymiv V.M.** Analysis, features, problems and experience of the use of additional resources of raw material – wastes and of used wood // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: NUFWT of Ukraine. – 2007, pub. 33. – P. 63-73. (in Ukr.).
10. **Gayda S.V., Maksymiv V.M.** From recycled post-consumer wood towards prime quality particleboard // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: 2010, 36:57-77.
11. **Gayda S.V.** Production techniques and properties of fuel pellets produced from post-consumer wood // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU. – 2012, 38: 112-150.
12. **Gayda S.V.** The effective use of post-consumer wood is basis for diminishing of CO₂-emission // Scientific Herald. – Lviv: UNFU. – 2009, 19.14:72-89. (in Ukr.).
13. **Gayda S.V.** Chemical compound and degree of its contamination as the basis to systematization of post-consumer wood / Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry, 2008, 34:68-79. (in Ukr.).
14. **Gayda, S.** The investigation of physical and mechanical properties of wood particleboards made from post-consumer wood // Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry, Lviv: UNFU. – 2011, 37.2:95-110.

UDC 674.81

Assoc. prof. R.Y. Saldan, master's degree I.V. Vakulin – UNFU

Peculiarities of production technology for fuel pellets from chipped softwoods

It analyzed the effectiveness of fuel pellets compared to other fuels. It considers the properties and classification attributes granules. It analyzed the impact of manufacturing modes, the species composition of raw materials on the quality characteristics of the fuel material.

Keywords: pellets, density, ash content of fines, moisture, calorific value.

УДК 674-419.32

*Асист. І.І. Кусняк, доц. М.М. Копанський, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів*

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ

Розглянуто розвиток виробництва фанери в Україні. Проаналізовано переваги та недоліки полімерів. Представлено ціни на природні та синтетичні термореактивні і термопластичні