

УДК 621.928.93

## СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

**О. Єсіпов**, канд. техн. наук, доц.,

**І. Колеснік**,

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

**С. Дворник**,

*ТОВ «Компанія Біопром Харків»*

*Одним з поширених активно використовуваних поновлюваних видів енергоресурсів є деревні паливні гранули (пелети). Щорічне споживання паливних гранул набагато перевищує власні виробничі потужності країн ЄС. Падіння цін на первинні енергоресурси, зниження курсу національної валюти, збільшення споживання біопалива і залучення в енергосистеми нових видів біопалива (біоетанол, біодизель, біогаз), колосальні обсяги неосвоєних природних ресурсів відкривають для компаній, які виробляють біопалива, і для біоенергетики України загалом, можливості успішно розвиватися як всередині країни, так і за кордоном. До всього іншого з року в рік вартість біопалива змінюється незначно, тоді як природний газ, бензин і дизельне паливо для кінцевого споживача дорожчають.*

**Ключові слова:** *паливо, енергозбереження, пелета, гранули, стандарт.*

**Вступ.** Деревина – це продукт біологічного походження. Вона представляє собою складний комплекс як в анатомічному, так і в хімічному відношенні. приблизно 70% органічних речовин деревини складають карбід, близько 30% - це речовини ароматичної природи, які називаються лігніном. Невелику частину деревини складають екстрактивні речовини [1].

Крім того, мінеральні речовини, що складають близько 0,2-1,2% [2], входять також у складі дерев. Від спалювання деревини утворюється твердий негорючий останок - зола. Вміст золи залежить від породи деревини, від умов зростання дерева, його віку, часу року тощо.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Хімічний склад деревних порід істотно коливається. Загалом можна відзначити, що переважно у хвойних порід Північно-Західного регіону України, таких як ялина та сосна, містяться більше лігніну (27-28%) і менше гемицелюлози (20-25%), ніж у листяних (відповідно 18-22% і 25-40%). При цьому хвойні породи містять більше гексозанів (13-18%) і менше пентозанів (8-12%), ніж листяні (відповідно 2-5% і 20-30%) [1].

Кора щойно зрубаного дерева складає приблизно 13% від обсягу стовбура без крони. Однак за час доставки деревини від місця рубки до

деревопереробного підприємства її обсяг може скоротитися до 9-10% [3]. За своїм хімічним складом кора є унікальною відновлюваною сировиною. До її складу входять целюлоза (16-23%), пентозани (7-15%), гексозани (6-16%), поліуроніди (8-10%), лігнін (27-33%), екстрактивні речовини (14-30%) зольність кори більша від стовбурної деревини і складає 1,0-2,4% на суху масу [2].

До біопалива відноситься: деревина і відходи її обробки та переробки (тирса, стружка, пил деревини, тріски, кора, гілки, некондиційна деревина, деревні гранули, пелети та брикети); відходи сільськогосподарського виробництва (лушпиння соняшника, солома, лушпиння рису, проса тощо); спеціальні плантації "енергетичного" лісу та куштів; рідке і газоподібне паливо, яке отримується з біомаси.

**Мета дослідження.** Обґрунтувати необхідності сертифікації палива біологічного походження, яке виробляється підприємствами України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Традиційно паливо з усіх видів біомаси використовується в місцях його виготовлення. Однак останнім часом це положення починає змінюватися через широке використання деревного палива на теплових електростанціях і промислових котельнях, особливо в країнах Північної Європи. Значно зросла міжнародна торгівля біопаливом, таким як тріски, відходи деревообробки і поліпшене деревне паливо (пелети і брикети), оскільки це дозволяє в більшості випадків забезпечити вироблення дешевшої теплової та електричної енергії з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

Деревні паливні гранули (пелети) – це біологічне паливо, отримане пресуванням сухої розмолотої первинної і вторинної деревини, кори або їх суміші в різних пропорціях. За стандартами різних країн діаметр гранул становить від 6 до 12 мм, а довжина від 5 до 45 мм.

У світі вже сформований ринок твердого біопалива. Аналіз спеціалізованої інформаційно-аналітичної літератури показує, що ціни на нього можуть змінюватися і попит коливатися в незначних діапазонах, але в цілому спостерігається приріст цього енергетичного ресурсу в паливних балансах багатьох країн, зокрема і в Україні. За правильно організованого спалювання біопалива різко знижуються викиди оксидів азоту, летючої золи, а викиди вуглекислого газу вважаються рівними нулю, оскільки в процесі росту рослина поглинула таку ж кількість вуглекислого газу і виробила стільки ж кисню, скільки було потрібно для горіння. Питання про перспективи використання та актуальність вивчення твердого гранульованого палива, відноситься до відновлюваних джерел енергії, яке передбачає заміщення ними деяких викопних палив і розширення впровадження його на промислових котельнях і ТЕС, а також у малих опалювальних установках.

Виробництво, пов'язане з отриманням відходів лісозаготівлі та деревообробки паливних гранул, має величезну цінність для розвитку

економік багатьох країн. Перші підприємства з виробництва пелет з'явилися в Північній Америці ще в 30-х роках ХХ століття, а великого масштабу ця галузь досягла в 70-ті, де нині об'єм виробництва перевищує 2 млн. т пелет в рік. Почали утилізувати деревні відходи за допомогою гранулювання, в подальшому використовуючи отриману продукцію як альтернативне паливо. Основними споживачами деревних гранул у Європі є Швеція, Нідерланди, Австрія, Німеччина та інші країни і кожного року спостерігається стабільний приріст виробництва та споживання цього продукту. В Україні перші підприємства з виробництва паливних гранул з'явилися тільки на початку поточного століття, але поширене будівництво пелетних заводів і нарощування виробничих потужностей за короткий проміжок часу говорить про те, що біоенергетика є важливою сферою для вивчення.

Найкрупнішими імпортерами деревних гранул є Данія та Швеція. За ними з великим відривом ідуть Швейцарія, Бельгія, острів Святої Єлени, Польща, Південна Корея, Нідерланди, Німеччина, Ісландія та Фінляндія.

За оцінками експертів потреба європейських споживачів у промислових пелетах складає 5 млн. тонн. Пов'язано це з тим, що в Європі будується когенераційна і біопаливна ТЕЦ, і кожна вугільна електростанція зобов'язана використовувати біопаливо хоча б на 10-15%.

Відповідно до річного звіту про використання біоенергетики в ЄС [4], у 2012 році споживання деревних гранул склало 14 млн. т. Експерти прогнозують подальший ріст і, якщо вірити аналітичному прогнозу РОУРУ, щорічне споживання пелет в Європі до 2050 року досягне 23,8 млн. т.

Для впровадження біотехнологій в Україні залучається допомога компаній-виробників теплогенерувальних пристроїв і допоміжного обладнання, таких як Hekotek, Polytechnik, Herz, Siemens, Uniconfort S.R.L, Metso Power, Coima, Agro Forst & Energietechnik, Polykraft, EastConsult (Intec Energy Systems) та інших. Однак схеми спалювання і вологість сировини (до 70%) не дають ефективно використовувати з високими техніко-економічними та екологічними показниками теплогенерувальні пристрої провідних виробників. Одним із способів вирішення цієї проблеми є гранулювання та брикетування з попередньою підготовкою деревної сировини. Закордонний ринок представлений широким розмаїттям обладнання та техніки для виготовлення облагородженого палива і використання деревини та її відходів як палива (RPM, California Pellet Mill Co., Amandus Kahl, Rosal Mabrik, Vecoplan, Muench).

Властивості та характеристики біологічного палива в різних країнах визначаються діючими національними та міжнародними стандартами. У деяких випадках ці стандарти принципово суперечливі, а в інших – більш-менш узгоджуються. Протягом тривалого часу в нашій країні були відсутні офіційно затверджені документи, які регламентують термінологію і визначення у галузі твердого біопалива, методик визначення його технічних характеристик і класів.

Європейський комітет Стандартизації (CEN) з 1999 року здійснює проект створення єдиних стандартів для твердого біопалива – CEN (TS 335). Учасниками проекту є низка європейських країн. Результатом цієї роботи стало створення єдиних європейських стандартів для твердого біопалива.

У США діють стандартні правила та стандарти для гранул: PFI (гранули). Цей стандарт визначає виробництво двох сортів: «Преміум» та «Стандарт». «Преміум» повинен містити не більше 1% золи, а «Стандарт» не більше 3%. Сорт «Преміум» може застосовуватися для обігріву будь-яких будинків, на нього припадає близько 95% загального виробництва пелет у США. Прийняті стандарти визначають також щільність, розміри пелет, вологість, вміст пилу та інших речовин.

У Німеччині на пелети поширювався стандарт DIN 51731, в Австрії - ONORM M-7 135, в Італії - STI-R 04/5, у Великобританії - Британський біогенний Кодекс практики для виробництва біопалива (пелет), у Швейцарії – SN 166000, Швеція – SS 187120 (таблиця 1).

Таблиця 1 – Основні європейські стандарти якості паливних гранул

Стандарт	DIN 51731	ONORM M-7135	DIN plus	SS 187120
Країна	Німеччина	Австрія	Німеччина	Швеція
Діаметр, мм	4-10	4-10	-	менше 25
Довжина, мм	<50	< 5 × d	< 5 × d	< 5 × d
Щільність, кг/дм <sup>3</sup>	>1,0-1,4	>1,12	>1,12	-
Вологість,%	< 12	< 10	< 10	< 10
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	650	650	650	>500
Стираність,%	-	< 2,3	< 2,3	≤ 1,5
Зольність,%	< 1,5	< 0,5	< 0,5	< 1,5
Теплота згоряння, МДж/кг	17,5-19,5	> 18	> 18	> 16,9
Вміст сірки,%	< 0,08	< 0,04	< 0,04	< 0,08
Вміст азоту,%	< 0,3	< 0,3	< 0,3	-
Вміст хлору,%	< 0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,03
Миш'як, мг / кг	< 0,8	-	< 0,8	-
Свинець, мг / кг	< 10	-	< 10	-
Кадмій, мг / кг	< 0,5	-	< 0,5	-
Хром, мг / кг	< 8	-	< 8	-
Мідь, мг / кг	< 5	-	< 5	-
Ртуть, мг/кг	< 0,05	-	< 0,05	-
Цинк, мг/кг	< 100	-	< 100	-
Закріплювач,%	-	< 2	< 2	-

У Європі до недавнього часу використовувався німецький стандарт DIN 51731 та австрійський – ONORM M-7135. Однак стандарт DIN 51731 не міг бути взятий за еталон, оскільки такий важливий параметр, як механічна міцність, у ньому не враховується. Через появу на ринку низькосортних

деревних гранул, виготовлених в основному за кордоном, з 2002 року в Німеччині був розроблений новий стандарт DIN plus, який об'єднав переваги німецького та австрійського стандартів. До визначальних параметрах були додані стираність і механічна міцність гранул, а також були встановлені правила і методика їх визначення.

У кінці березня 2010 року набули чинності вимоги нового європейського стандарту на паливні гранули (пелети) на території ФРН і Австрії EN 14961-1 [5]. У ФРН основним координатором системи сертифікації є Deutschen Pelletinstitut (DEPI). Показники якості залежать від призначення установок, які використовують паливні гранули. Існує два переліки показників:

- для приватного сектора (преміум-клас) A1, A2, B;
- для промислового сектора (індустріальні гранули) I1, I2, I3.

У кожному з випадків стандарт EN 14961-1 передбачає підрозділ паливних гранул на 3 категорії якості. Категорії якості A1, A2, I1, I2 відносяться до гранул з деревини, яка не піддавалася хімічній обробці. Поняття хімічна обробка деревини включає використання будь-яких хімічних речовин, за винятком води і повітря. Причому, якщо в складі вихідної сировини, з якої були отримані гранули, була присутня кора, то такі гранули отримують категорію не вище A2. З побічних продуктів деревообробної промисловості, хімічно обробленої і неліквідної деревини можна отримувати гранули категорії B та I3, але вони не повинні містити галогенізовані органічні сполуки і важкі метали.

Нові європейські норми дозволяють продавати гранули, які до останнього часу не відповідали вимогам старих стандартів (особливо за зольністю і вмістом кори в сировині). Тепер ці норми розширені, що дозволить використовувати велику сировинну базу для виробництва таких гранул. Це дуже важливо для країн, які використовують невелику кількість гранул для власних потреб і в основному спалюють їх у великих котельнях і на електростанціях Великобританії, країн Бенілюксу, а також для експортерів гранул в Європу. За стандартом EN-B допускається зольність гранул до 3,0% (за старими нормами до 1,5%).

Тверде паливо по ДСТУ EN 15234-2:2013 [6] класифікується за:

- походженням і джерелами отримання сировини;
- основними торговими формами і властивостями.

Перед проведенням відповідних аналізів для визначення якості біопалива необхідно визначити його походження для встановлення факту, що дія стандарту на цей вид палива поширюється [7]. Область застосування стандарту включає тверде біопаливо такого походження:

- продукція сільського господарства і лісового господарства;
- рослинні відходи сільського господарства і лісового господарства;
- рослинні відходи харчової промисловості;
- деревні відходи, за винятком тих, які можуть містити галогенізовані

органічні сполуки і важкі метали в результаті обробки дерева запобіжними засобами (консервантами) або покриттям (грунтовка, шпаклівка) і які включають зокрема такі деревні відходи як будівельні відходи і будівельний брухт;

- волокнисті (жилаві) рослинні відходи виробництва целюлози з первинної сировини і виробництва паперу з целюлозної маси, якщо ці відходи концентруються в місці виробництва;

- пробкові відходи.

Якість деревних гранул визначають теплотехнічні та технологічні показники. До перших можна віднести породу деревини, їх відносну вологість, зольність на робочу масу, вихід летких на горючу масу і нижчу теплоту згорання. Технологічними показниками паливних гранул є їхні розміри, вміст крихти, механічна міцність (стиранність) насипна щільність, природний кут скосу. Крім теплотехнічних і технологічних показників EN 14961-1 регламентує елементний склад, наявність присадок, пластифікаторів, закріплювачів, їх процентний вміст, максимально допустиму довжину гранул. Повинні бути вказані кількість і склад добавок. Максимальна кількість добавок повинно бути не більше 20% від маси матеріалу інакше сировину, з якої виготовлено біопаливо, вважають сумішшою.

**Висновки.** Сертифікація виробництв має дуже важливе значення як для виробників деревних паливних гранул, так і для кінцевих споживачів. Виробникові сертифікат потрібен для отримання гарантій, що його продукт не буде причиною суперечок і судових розглядів. А для кінцевого споживача товар, придбаний у сертифікованого виробника, підкріплений стандартним актом якості, виключає поломки обладнання та скорочує ризики і витрати на проведення додаткових аналізів.

### Література

1. Bob Flach, Karin Bendz, Roswitha Krautgartner and Sabine Lieberz. EU Biofuels Annual 2013. The Hague.
2. Ståhl M. Improving Wood Fuel Pellets for Household Use – Perspectives on Quality, Efficiency and Environment. Doctoral Thesis. ISSN 1403-8099. Karlstad: Karlstads universitet, 2008. – 89 p.
3. Пелетний ринок Німеччини [електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.infobio.ru/analytics/2678.html>.
4. Калетнік Г. М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України / Г. М. Калетнік, В. М. Пришляк. – Вінниця, 2008. – 190 с.
5. EN 14961-1. Solid biofuels – Fuel specification and classes – Part 1: General requirements. European Standards (EN). Deutschen Pelletinstitut (DEPI) and Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Berlin, 2010. – 9 p.
6. ДСТУ EN 15234-2:2013 Тверде біопаливо. Забезпечення якості.

Частина 2. Пелети деревні для непромислового використання (EN 15234-2:2012, IDT).

7. Єсіпов О. В. Аналіз методології витовлення деревних гранул пресуванням / О. В. Єсіпов, С. О. Поляшенко, М. С. Чорноморець // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – Вип. 180 – С. 231-237.

### **Аннотация**

*Одним из распространенных активно используемых возобновляемых видов энергоресурсов являются древесные топливные гранулы (пеллеты). Ежегодное потребление топливных гранул намного превышает собственные производственные мощности ЕС. Падение цен на первичные энергоресурсы, снижение курса национальной валюты, увеличение потребления биотоплива и вовлечение в энергосистемы новых видов биотоплива (биоэтанол, биодизель, биогаз), колоссальные объемы неосвоенных природных ресурсов открывают для компаний, производящих биотоплива, и для биоэнергетики в целом, возможности успешно развиваться как внутри страны, так и за рубежом. Ко всему прочему из года в год стоимость биотоплива изменяется незначительно, тогда как природный газ, бензин и дизельное топливо для конечного потребителя дорожают.*

### **Summary**

*Wood pellets are one of the most popular active types of renewable energy resources. The annual consumption of pellets is much higher than the EU's own production capacity. The drop in prices for primary energy resources, the depreciation of the national currency, the increased consumption of biofuels and the use of new types of biofuels (bioethanol, biodiesel, biogas) in the energy systems, huge amounts of undeveloped resources of resources open up opportunities for companies producing biofuels and for bioenergy in general, Both at home and abroad. In addition, from year to year, the cost of biofuels changes insignificantly, while natural gas, gasoline and diesel fuel for the end consumer become more expensive.*