

9. Синицкая Наталья Сергеевна. Нуклеопротеиновые комплексы дрожжей : Получение и характеристика: дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.23. – Санкт-Петербург, 2000. – 132 с.
10. Римарева Л.В., Оверченко М.Б., Сербя Е.М., Игнатова Н.И., Туляков Т.В., Фурсова Н.А., Пасхин А.В. Использование комплексного препарата Амилопротооризин КФПА для энзиматического гидролиза дрожжевой биомассы // Хранение и переработка сельхозсырья. 2002. – № 1.
11. Бутова С.Н. Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья. – М.: Россельхозакадемия, 2004.
12. Сушкова В.И., Баранова А.В. Исследование оптимальных параметров процесса сернокислотного гидролиза некондиционного зерна// Химическая технология. 2004. – № 1.
13. Сушкова В.И. Оптимизация режимов переработки водной пульпы отрубей на кормовую белковую добавку// Кормопроизводство. 2004. – № 2.
14. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества. Сушкова В.И., Воробьева Г.И. – Киров, 2007. – 204 с.

УДК 620.95-611

КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВІДНОВЛЮВАНИХ ВИДІВ БІОЛОГІЧНОГО ПАЛИВА

Бордун Т.В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У матеріалах статті показано високу привабливість використання біомаси, особливо рослинного походження, для виробництва твердого біопалива (гранул та брикетів). Здійснено спробу класифікувати тверді види біопалива в залежності від виду рослинної сировини, форми випуску, способу пресування і призначення. Наведено деякі європейські стандарти якості на паливні гранули і брикети.

In the materials is demonstrated that high attractiveness of biomass, especially of plant origin for the production of solid biofuels (pellets and briquettes). An attempt to classify solid biofuels, depending on the type of plant material, release forms, compression method and purpose. Shows some European quality standards for pellets and briquettes.

Ключові слова: відновлювані джерела, рослинна сировина, біомаса, біопаливо, класифікація, технологія, гранули, брикети, стандарти якості.

Енергетична проблема дедалі гостріше постає перед людством усього світу. Вона виникла не сьогодні, але вирішувати її потрібно саме зараз. Розвиток сучасних технологій не дозволяє позбутися залежності від невідновлюваних джерел енергії, краще, навпаки, сприяє планомірному залученню до процесу суспільного виробництва значної частки цих ресурсів, що залишилися у розпорядженні людини [1]. На сьогоднішній день внесок відновлюваних джерел енергії в енергобалансі країни становить лише 2,7 %, з яких 2 % – гідроенергетика, біомаса 0,5 % та ін. Згідно з програмою Європейського Співтовариства передбачається, що до 2015 року 12 % енергії має виходити за рахунок відновлюваного палива, в т. ч. 5,5 % – з твердої біомаси. При цьому частка біопалива зростає до 74 % загального вкладу відновлюваних джерел енергії [2].

Відповідно до Закону України «Про альтернативні види палива» № 1391-XIV від 14.01.2000 року біологічні види палива (біопаливо) – тверде, рідке і газоподібне паливо, виготовлене з біологічно відновлюваної сировини (біомаси), яке може використовуватися як самостійне паливо або як компонент інших видів палива [3]. Біопаливо в усьому світі, і в тому числі, й в Україні класифікують за його агрегатним станом на тверде, рідке і газоподібне (рис. 1).

Метою наших досліджень стало вивчення саме твердих видів біопалива і перспективи їх виробництва на території України.

З урахуванням аналізу ринку, а також на основі вивчення й узагальнення літературних, патентних та інтернет джерел, нами була запропонована класифікація твердих видів біопалива в залежності від виду рослинної сировини, форми випуску, способу пресування і призначення (рис. 2).

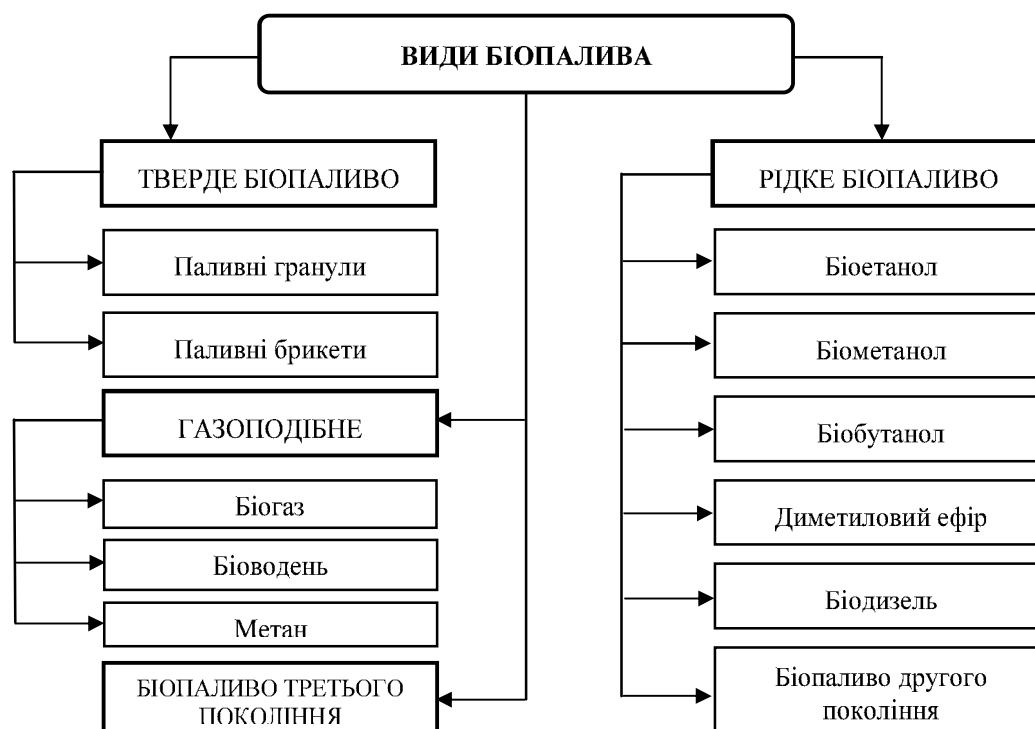


Рис. 1 – Класифікація біопалива за агрегатним станом

Залежно від виду рослинної сировини тверде біопаливо можна одержувати з відходів і побічних продуктів переробки деревини (стружка і тирса без кори, відходи з корою, кора, відходи виробництва МДФ, шліфувальний пил, відходи фанерних виробництв тощо), з відходів і побічних продуктів сільськогосподарської сировини (соломи, лушпиння зернових культур, рису, кукурудзи, соняшнику тощо) та з інших видів сировини.

Саме відходи і побічні продукти сільськогосподарської сировини становлять значну частку всієї біомаси і можуть бути значним джерелом палива для більшості сільських регіонів, особливо в регіонах з невеликими лісовими масивами. За оцінками провідних фахівців у сфері біоенергетики, економічний потенціал біомаси становить близько 30 млн тонн у.п./рік, що може забезпечити до 14 % потреби України в первинній енергії, з яких 17 млн тонн у.п. доступні вже сьогодні. Основний потенціал становлять відходи сільського господарства – солома пшениці та ріпаку, стебла і качани кукурудзи, лушпиння соняшнику та ін. Потенціал деревної біомаси – близько 1,63 млн. тонн у.п., що в 7 разів менше потенціалу сільськогосподарських відходів. Ці види сировини мають ряд переваг: вони є одним з найдешевших відновлюваних джерел енергії, мають високі енергетичні характеристики, і при спалюванні твердого біопалива, одержаного з відходів і побічних продуктів сільськогосподарської сировини, утворюється значно менша кількість шкідливих викидів, наприклад, в атмосферу виділяється рівно стільки CO_2 , скільки було поглинуто рослиною під час її росту [4].

Залежно від форми випуску тверде біопаливо поділяється на паливні гранули (пелети) і паливні брикети. Невід'ємним складником, який впливає на форму випуску гранул і брикетів, є спосіб пресування. В залежності від способу пресування розрізняють: гранулювання, як спосіб виробництва гранул (пелет) та гідравлічне, ударно-механічне і шнекове (або екструдерне) пресування, як спосіб виробництва брикетів.

Паливні гранули (пелети) – біопаливо, що отримують з відходів і побічних продуктів переробки деревини, сільськогосподарської сировини та інших видів рослинної біомаси шляхом гранулювання після висушування і подрібнення. Являють собою циліндричні гранули правильної форми різних розмірів.

Гранули відрізняються від звичайної сировини більш низькою вологістю (8 – 12 % вологи проти 30 – 50 % у дровах) і вищою – приблизно в 1,5 – 2 рази – щільністю. Ці якості забезпечують високу теплотворну здатність у порівнянні з вихідною сировиною. Основні властивості пелет:

— одна тонна пелет при спалюванні виділяє таку саму кількість енергії, як 1600 кг дров, 685 л мазуту, 500 л дизельного палива, 480 m^3 газу;

— теплотворна здатність пелет у порівнянні з вугіллям становить 4,3 – 4,7 кВт/кг, (в 1,5 разу більше, ніж у деревини);

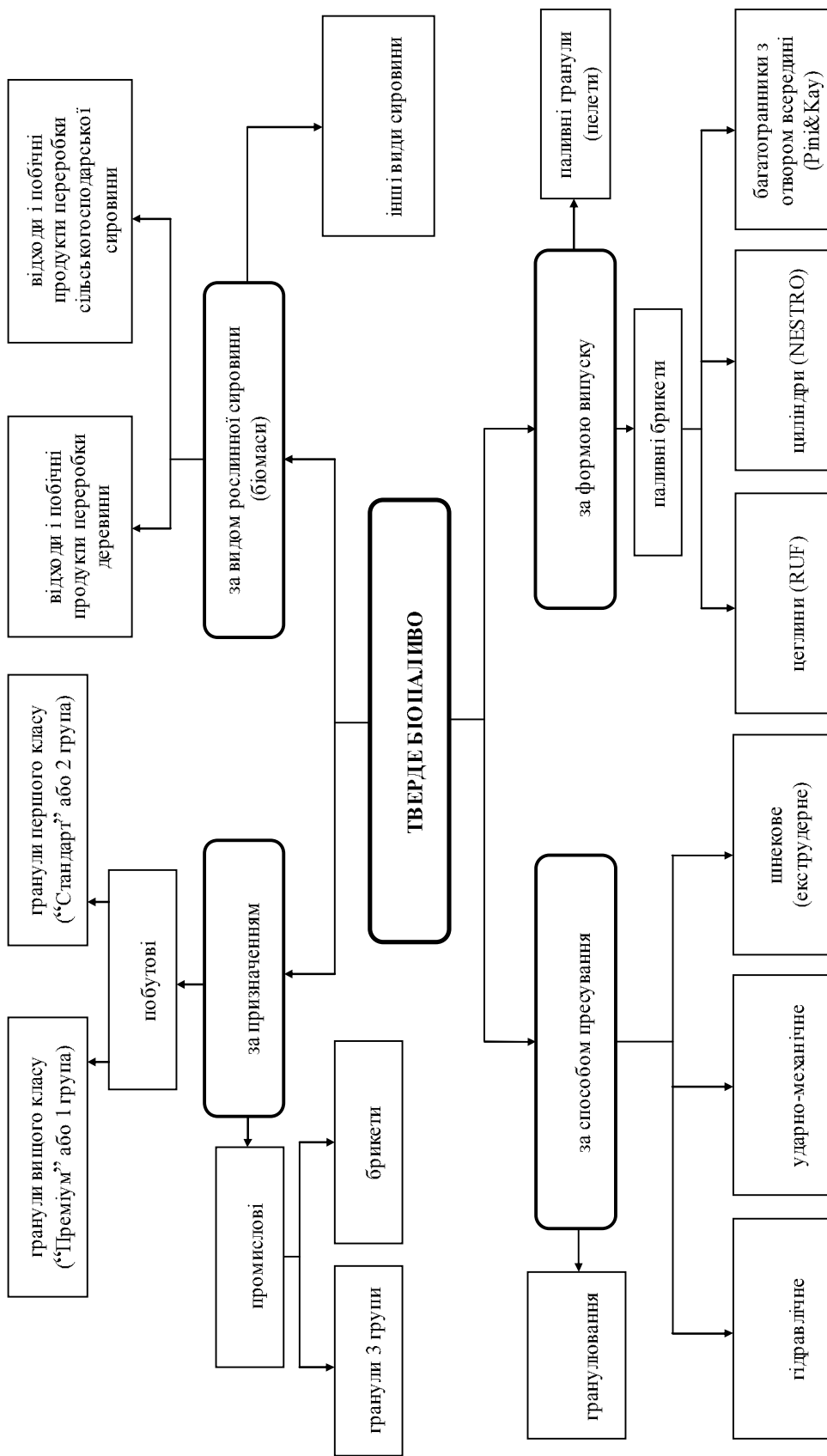


Рис. 2 – Класифікація твердого біопалива

— конструктивні особливості печей дозволяють автоматизувати процес отримання необхідної кількості теплової енергії;

— горіння пелет у топці котла більш ефективно: залишки (зола) не перевищують 0,5 – 1,0 % від загального обсягу використаних гранул;

— при спалюванні гранули не мають негативного впливу на навколишнє середовище;

— пелети не містять прихованих пор, схильних до самозаймання при підвищенні температури [5].

Паливні брикети – екологічно чистий продукт, який виробляють без хімічних добавок і склеювальних речовин з натуральних, не оброблених ніякими хімічними препаратами відходів і побічних продуктів переробки деревини, сільськогосподарської сировини та інших видів рослинної біомаси шляхом пресування. Тепловодна здатність брикетів становить 4,5 – 5 кВт/кг.

Брикети мають широке застосування і можуть використовуватися для всіх видів топок, котлів центрального опалення, відмінно горять у камінах і печах, грилях тощо. Великою перевагою брикетів є стабільність температури при згорянні протягом 4 годин.

Брикети ущільнені в 4 – 12 разів, у результаті чого зменшується площа складування. Брикети легше подавати в камеру топки в порівнянні з дровами і вугіллями. Вони добре розпалюються, горять довго і рівномірно. Згоряння брикетів відбувається більш ефективно: кількість залишків (золи) не перевищує 0,5 – 8,0 % від загального обсягу використаного палива (зольність деяких сортів вугілля досягає 30 – 40 %), а зола може використовуватися як калійне добриво. При спалюванні брикети не спричиняють негативного впливу на навколишнє середовище й атмосферу опалювального приміщення. При горінні не поширюють неприємного запаху, не стріляють і не іскрять, практично не виділяють диму, кіптяви, чадного газу та інших шкідливих речовин, на відміну від дров чи вугілля [6].

В залежності від способу пресування та форми випуску брикети класифікують на три види: у вигляді цеглини (RUF) – одержані способом гідравлічного пресування, циліндричної форми (NESTRO) – одержані способом ударно-механічного пресування та багатогранники з отвором всередині (Pini&Kay) – одержані способом шнекового (екструдерного) пресування.

Брикети у вигляді цеглини (RUF) мають форму прямокутного паралелепіпеда зі скошеними кутами. Такий брикет одержують шляхом гідравлічного пресування, і його розміри залежать від “пухкості” сировини, з якої він виготовлений, і тиску, який на нього чинився. Обмеження пов’язані з продуктивністю, а також з якістю і фіксованою формою брикету, призводять до того, що брикети RUF в Європі дуже мало використовуються на промисловому ринку, у великих котельнях. Якщо говорити про споживчий ринок, то й тут вони програють за декількома показниками брикетам, які виготовлені ударно-механічним способом, у середньому їх ринкова вартість на 20 % нижча. Також вони не користуються широким попитом і на внутрішньому ринку України [7].

Циліндричні брикети (NESTRO) одержують шляхом пресування на обладнанні ударно-механічного типу. Ці брикети виготовляють з отвором і без отвору всередині діаметром 50 і 80 мм, але можливо форму змінювати в залежності від застосовуваної насадки. Вони мають нескінченну довжину і можуть бути розділені як на шайби, так і на поліна. Мають дуже високу щільність, користуються великою популярністю в Європі. На внутрішньому ринку України найчастіше використовують кускові брикети, виготовлені за даною технологією, як паливо для твердопаливних котлів [8].

Багатогранники (призма 6 або 8-кутна) з отвором всередині (Pini&Kay) одержують шляхом шнекового пресування за допомогою поєднання високого тиску і термічної обробки в пресах-екструдерах. Такі брикети обов’язково мають отвір всередині та обпалену верхню поверхню. В основі екструзійної технології виробництва брикетів лежить процес пресування шнеком під високим тиском при нагріванні від 200 до 300 °С. Висока температура при пресуванні сприяє оплавленню поверхні брикетів, яка завдяки цьому стає міцною і водонепроникною, що важливо при подальшому зберіганні і транспортуванні брикетів, також знищується вся бактеріальна флора і виходить “мертвий” продукт для паразитів (жуків і мікроорганізмів). Вони користуються попитом у Прибалтиці, Росії, також їх охоче купують такі країни, як Німеччина, Данія, Великобританія, Норвегія, Швеція, Італія [9].

За призначенням тверді види біопалива класифікують на побутові і промислові. До промислових відносять переважно паливні брикети. Паливні гранули (пелети) побутового призначення поділяються на: гранули вищого класу (“Преміум” або 1 група), гранули першого класу (“Стандарт” або 2 група). До гранул 3 групи відносять гранули побутового призначення. Паливні гранули вищого класу повинні містити не більше ніж 1,0 % золи, а гранули першого класу – не більше ніж 3,0 %. У цій класифікації важливе значення приділяють таким показникам, як тепловодна здатність, діаметр, довжина, щільність, вміст пилу, об’ємна маса, вологість, масова частка шкідливих речовин і вміст зв’язувальних речовин.

У різних країнах прийнято різні стандарти на виробництво паливних гранул і паливних брикетів. У 1996 році в Німеччині вперше були сертифіковані гранули з відходів переробки деревини – стандарт DIN 51731. В Австрії діє стандарт ONORM M 7135, але у зв’язку з приходом на ринок низькосортних гранул,

виготовлених в основному за кордоном, з весни 2002 року на гранули в Німеччині отримують новий сертифікат DIN plus, у якому поєднано вимоги німецького та австрійського стандартів. У Великобританії – The British Biogen Code of Practice for biofuel (pellets), у Швейцарії – SN 166000, а у Швеції – SS 187120 [5]. Вимоги до якості паливних гранул і паливних брикетів у відповідності до європейських стандартів наведено в табл. 1, 2 [5].

Таблиця 1 – Деякі європейські стандарти якості на паливні гранули (пелети)

Показники	DIN 51731 Німеччина	ONORM M 7135 Австрія	DIN plus Німеччина	SS 187120 Швеція		
				1 група	2 група	3 група
Діаметр, мм	4-10	4-10	4-10	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Довжина, мм, не більше	50	5d	5d	4d	5d	5d
Щільність, кг/м ³ , не менше	1,0-1,4	1,12	1,12	н/в	н/в	н/в
Вологість, %, не більше	12,0	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0
Об'ємна маса, кг/м ³ , не менше	650,0	650,0	650,0	500	500	500
Вміст пилу, %, не більше	5,0	2,3	2,5	н/в	н/в	н/в
Зольність, %, не більше	1,5	0,5	0,5	0,7	1,5	1,5
Теплотворна здатність, МДж, не менше	17,5-19,5	18,0	18,0	16,9	16,9	15,1
Масова частка, %, не більше: сірки	0,08	0,04	0,04	0,08	0,08	н/в
азоту	0,30	0,30	0,30	н/в	н/в	н/в
хлору	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	н/в
миш'яку	0,80	н/в	0,80	н/в	н/в	н/в
свинцю	10,00	н/в	10,00	н/в	н/в	н/в
кадмію	0,50	н/в	0,50	н/в	н/в	н/в
хрому	8,00	н/в	8,00	н/в	н/в	н/в
міді	5,00	н/в	5,00	н/в	н/в	н/в
ртуті	0,05	н/в	0,05	н/в	н/в	н/в
цинку	100,00	н/в	100,00	н/в	н/в	н/в
Вміст зв'язувальних речовин, %, не більше	н/в	2,0	2,0	н/в	н/в	н/в

Примітка: н/в – не визначається

В Україні національних стандартів на паливні гранули та паливні брикети поки що не існує. А оскільки основна частка виробленого твердого біопалива іде на експорт, то виробники дотримуються вимог до якості країни-експортера. Проте, необхідно зазначити, що Західна Європа на сьогоднішній день має великий дефіцит у біопаливі, а це означає, що вимоги до якості мінімальні. На перше місце виходять критерії стабільності поставок. Отже, при виробництві твердого біопалива є сенс тимчасово орієнтуватися не на ті чи інші стандарти, а на вимоги конкретних покупців і на технічні можливості підприємств.

Таким чином, процес виробництва твердого біопалива залежить від ряду факторів, таких як наявність сировинної бази, ефективність технологій виготовлення готової продукції (паливних гранул і брикетів), ринку реалізації, державного регулювання та підтримки. Адже виробництво біопалива є достатньо специфічним виробництвом, оскільки одним із основних завдань, покладених на нього, є підвищення екологічної безпеки країни і світу в цілому.

Таблиця 2 – Деякі європейські стандарти якості на паливні брикети

Показники	ONORM7135		SS18 71 21			SS18 71 21				
	брикети із деревини	брикети із кори	група 1	група 2	група 3	5 класів за розміром				
Діаметр, мм	20-120	20-120	min 25	min 25	min 25	HP1	HP2	HP3	HP4	HP5
Довжина, мм	max 400	max 400	> 1/2 діаметра, max 300	min 10, max 100	–	>300	150-300	100-150	<100	<50
Об'ємна маса, кг/м ³ , не менше	–	–	550,0	450,0	450,0	–				
Вміст пилу, %, не більше	15	–	8	10	> 10	–				
Вологість, %, не більше	12,0	18,0	12,0	12,0	15,0	12,0				
Зольність, %, не більше	0,5	6,0	1,5	1,5	–	1,5				
Теплотворна здатність, МДж, не менше	18,0	18,0	16,2	16,2	–	17,5-19,5				
Масова частка, %, не більше: сірки	0,04	0,08	0,08	0,08	–	0,08				
азоту	0,30	0,60	–	–	–	0,30				
хлору	0,02	0,04	0,03	0,03	–	0,03				
кадмію	–	–	–	–	–	0,50				
хрому	–	–	–	–	–	8,00				
ртуті	–	–	–	–	–	0,05				
цинку	–	–	–	–	–	100,00				
Вміст зв'язувальних речовин, %, не більше	2,0		–	–	–	–				

Література

1. Лук'янихіна О.А. Визначення напрямків розвитку альтернативної енергетики у контексті виробництва біопалива [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/>
2. Зінчук Т.О. Еколого-економічні аспекти розвитку біоенергетики в ЄС: нові тенденції та перспективи для України [Текст] / Т.О. Зінчук // Вісн. ДАУ. – 2007. – №1. – С. 233 – 245.
3. Законодавство України / Закон України “Про альтернативні види палива” № 1391-XIV від 14.01.2000 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>
4. Клюс С.В. Оценка и прогноз потенциала твердого биотоплива Украины [Електронний ресурс] / С.В. Клюс, Г.Н. Забарный // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2011. – № 2. – С. 8 – 13.
5. Топливная гранула: Россия, Беларусь, Украина [Текст]: Справочник / сост. А.Д. Овсянко. – С.Пб.: Биотопл. портал Wood-Pellets.com, 2007. – 182 с.
6. Древесные топливные брикеты – евродрова [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://novotop.ru>.
7. Гидравлический пресс RUF [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bioresurs.com/press/ruf.php>
8. Пресс C.F. Nielsen [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bioresurs.com/press/nielsen.php>
9. Шнековое прессование [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bioresurs.com/press/pinikay.php>