О.В. Дьяконов,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ ІЗ КОРИ ДУБА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК

УДК 662.638/818:674.08

На основі результатів екологічного моніторингу встановлено, що в Україні утворюється значна кількість рослинних відходів, яка не використовується, а тільки забруднює навколишнє середовище (повітря, водойми та прилеглі території). Проаналізовано технології утилізації деревинних і рослинних відходів в тверде біопаливо-брикети, показано технологічні процеси і обладнання. Такі види твердого біопалива займають менший об'єм, ніж непресовані відходи, і, маючи велику масу, стають транспортабельними, що дає змогу їх використовувати на потреби опалення житлових та промислових приміщень. Обґрунтовано і реалізовано на практиці можливість і доцільність введення полімерних відходів до паливних брикетів з метою покращення їх фізико-механічних властивостей. При використанні шкіряного пилу, який дає тиксотропний ефект, запобігається витікання поліетилену при спалюванні брикету – найбільш висококалорійної частини палива. Таким чином, вирішується одна з екологічно-найважливіших технічних задач, що стосуються засобів вогневого знешкодження не тільки відходів деревини, шкіряного пилу, але й відходів термопластів.

Ключові слова: *безпека життєдіяльності, утилізація полімерів, переробка полімерів, екологія полімерів, утилізація рослинних та деревних відходів*

Вступ. Рішення задачі комплексного використання лісових ресурсів передбачає широке залучення в переробку численних видів відходів лісозаготівельного виробництва, в тому числі деревної кори. При сучасному стані обкорування деревини в лісовій та переробній промисловості нашої країни ресурси кори, придатної для використання, становлять понад 1 млн. м^3 [3]. Однак частка її використання на даний момент є незначною [1, 4, 6, 9, 11].

Огляд останніх досліджень і публікацій. Одним з основних способів утилізації кори є її енергетичне використання, де головне значення має теплотворна здатність, а також продукти, одержувані при їх термічному розкладанні; однак пряме використання таких відходів як палива з ряду причин ускладнене

За результатами досліджень доведено [2, 4, 5, 7], для ефективного спалювання кори потрібно мати паливні вироби майже однакові за розмірами і формою. Це забезпечує необхідний контакт з повітрям, підвищує тепловіддачу, дає можливість механізувати і автоматизувати процеси. Оптимальна вологість біосировини перед пресуванням у брикети має бути 8…12 %, фракційний склад – 1…3 мм [2, 4, 5, 7]. Технологія виробництва брикетів передбачає виконання таких технологічних процесів: подрібнення біосировини; сушіння; брикетування з нагрівом матеріалу до 170…250°С; охолодження; фасування. Діаметр брикетів сягає понад 25 мм і довжина становить 300…500 мм [2, 4, 5, 7, 8, 10].

Виділення невирішеної раніше частини проблеми. Мала теплотворна здатність, значний вміст пилу і дрібних частинок у брикетах із кори ознака поганої якості, малої механічної міцності і швидкого стирання. Цей показник важливий під час транспортування, зберігання і подачі брикетів в котел для спалювання, оскільки може бути причиною втрат під час завантажувально-розвантажувальних робіт, зменшення їх маси. Крім того, під час спалювання в малих котлах дрібна фракція засмічує подавальні шнеки, перешкоджає подачі кисню і таким чином може призвести до зниження ККД котла під час спалювання і навіть пошкодження дорогоцінного обладнання.

Щоб покращити теплотворну здатність брикетів для промисловості та комунально-побутових потреб на нашу думку необхідно додати ефективне дешеве висококалорійне

зв'язуюче у вигляді полімерних відходів. Застосування цих відходів дасть змогу розширити сировинну базу промисловості, знизити потребу в первинній сировині, зекономити трудові ресурси й електроенергію та сприятиме як подальшій охороні довкілля, так і покращенню вже наявної екологічної ситуації.

Проведений нами аналіз полімерних відходів у м. Харків та аналіз результатів науковців з інших міст України показав, що серед полімерних відходів, зокрема побутових, основну масу складають поліолефіни (поліетилен, поліпропілен, поліаміди) – від 50 до 77 %, полістирол – від 10 до 15 %, полівінілхлорид – від 10 до 15 %, поліетилентерефталат – від 5 до 7 %, упаковка з ламінованого паперу – до 2 % та ін. поліетилен. У більшості випадків під час перероблення поліетилен вдається досягти максимальної близькості якості вторинного матеріалу до первинного. З поліетилену низької щільності виготовляють плівки для побутової та промислової упаковки, які в подальшому і є сировиною для вторинного перероблення. Застосування переробленого поліетилену досить різноманітне та найбільш часто його використовують для виготовлення плівки і ємностей різного обсягу методом видувного формування, труб (діаметром до 630 мм), які виготовляються з суміші вторинного та первинного матеріалу, що дає змогу підвищити їх ударостійкість.

Метою дослідження є провести порівняльний аналіз впливу фракції кори дуба на фізико-механічні показники деревинно-полімерних брикетів

Матеріали та методи досліджень. Для наповнення брикета використовували кору дуба з вологістю не більше 18 % таких фракцій: 1 варіант – 25×10×10мм; 2 варіант – 15×10×10мм; 3 варіант – 5×5×5мм; 4 варіант – пил із кори. Всі фракції кори дуба були в суміші з відходами поліетиленової плівки (використані пакети подрібнені до 6мм) при наступному співвідношенні компонентів, мас.%:

Матеріал рослинного походження	80
Зв'язуюче	20

Зразки завантажували у металевий корпус (рис.1, а), а потім поміщали у електрообігрівач. Один з вкладишів матриці мав отвір для термопари, поміщеної у центр завантаження. Термопара виготовлялася з хромель-капеля і працювала у парі з мілівольтметром типу М-198 і коробкою холодних спаїв. Точність заміру температури 1…2°С. Після підігріву, котрий здійснюється зі швидкістю 6 градусів за хвилину до заданої температури 160°С корпус поміщали під масляний прес, де і проводилось пресування. Після досягнення потрібного тиску давалася витримка. Потім стальний корпус поміщали в охолоджувач (рис.1, б).

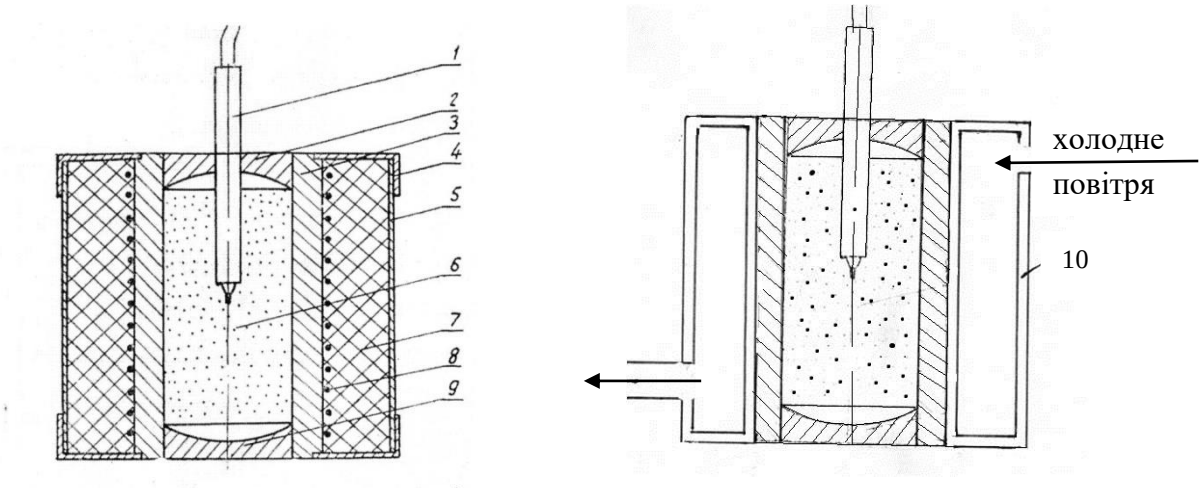

Рис. 1 – Схема експериментальної установки
а) - підігрів; б) – охолодження;
1 – термопара; 2,9 – вкладиш; 3 – корпус; 4 – кришка; 5 – кожух; 6 – суміш брикета;
7 – азбест; 8 - електроспіраль; 10 – корпус охолоджувача

Важливим недоліком виготовленого брикетованого палива є підвищене виділення шкідливих продуктів неповного спалювання, що створює зольний залишок в процесі спалювання.

Окрім цього, при спалюванні твердопаливного брикету спостерігається часткове витікання поліетилена, що призводить до зниження теплоутворювальної здатності, так як із зони горіння видаляється найбільш висококалорійна, підвергнута термоокислювальній деструкції, частина палива.

Проведений нами аналіз вітчизняних і зарубіжних науково-технічних розробок, а також виконаний патентний пошук дозволив вирішити цю задачу таким чином. В матеріал рослинного походження добавляється зв'язуюче – відходи поліетиленової плівки (використані пакети) та тиксотропну добавку - відходи виробництва шкіряної сировини – шкіряний пил (рис. 2).

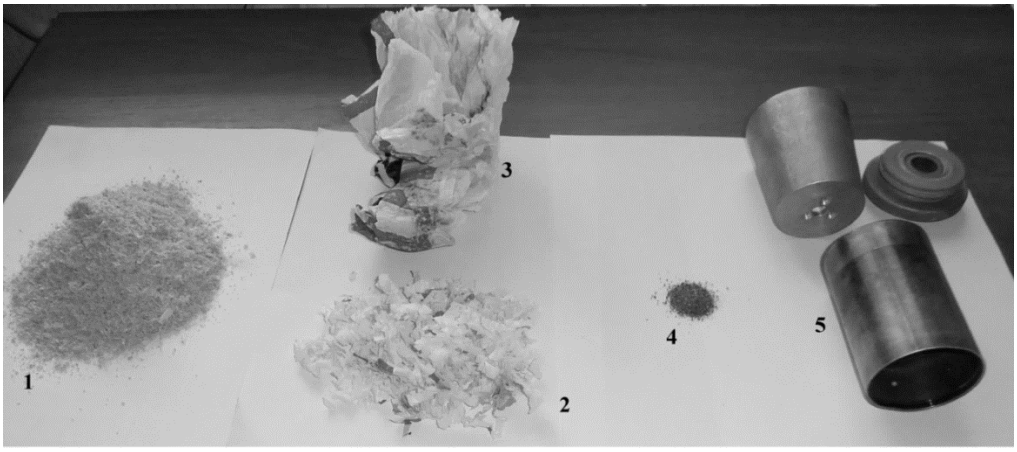

Рис.2 – Основні наповнювачі брикета
1 – подрібнена кора дуба; 2 – подрібнений пакет; 3 – використаний пакет;
4 – шкіряний пил; 5 – оснащення для виготовлення брикета

При використанні шкіряного пилу, який дає тиксотропний ефект запобігається витікання поліетилену при спалюванні брикету – найбільш висококалорійної частини палива(патент).

Таким чином, вирішується одна з найважливіших технічних задач, що стосуються засобів вогневого знешкодження не тільки відходів деревини, шкіряного пилу, але й відходів термопластів. Наступні варіанти досліджень проводились при наступному співвідношенні компонентів, мас.%:

Матеріал рослинного походження	80
Зв'язуюче	18
Тиксотропна добавка	2

Результати та їх аналіз. Результати експериментальних випробувань показали, що вищі показники теплотворної здатності брикета при варіанті 1та 2, але варіант 1 економічно вигідніший (рис. 4). Так як є можливість використовувати кору дуба великих фракцій (1 варіант – 25×10×10мм).

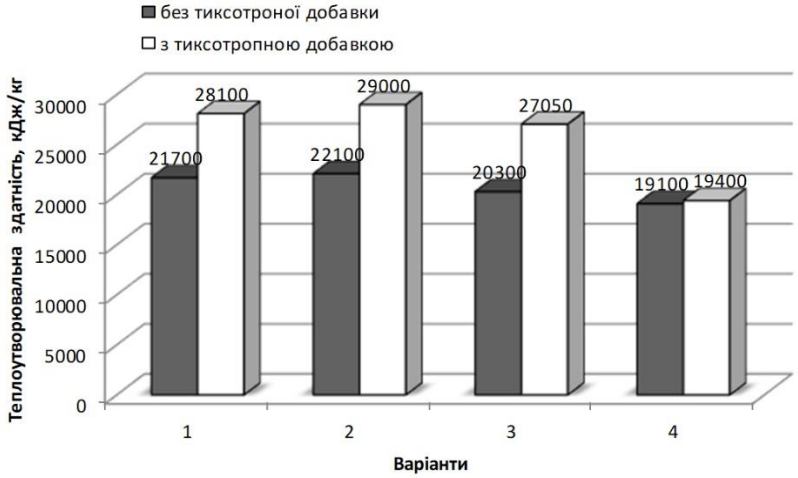

Рис. 3 – Вплив деревинного наповнювача брикета на його теплоутворювальну здатність

Результати експериментальних випробувань показали, що вищі показники межі міцності під час статичного згинання спостерігаються у брикетів, отриманих при варіанті 1 та 2 (рис. 4). Слід відмітити що при вологості меньше 16% кора дуба представляє собою дуже крихкий матеріал, який легко ломається вздовж і поперек волокон.

Для дослідів ми брали матеріал з вологістю 18% і попадали при пресуванні кори у пластичну фазу, але при варіанті 3 ми бачимо найгірші показники із-за великої кількості частинок кори і для її покриття потрібно використовувати велику кількість термопластичного полімеру.

Тому в брикеті утворюються зони із незв'язаними частинками. 4 варіант – (пил із кори) практично неприродний для використання. Полімер не може покрити величезну масу частинок.

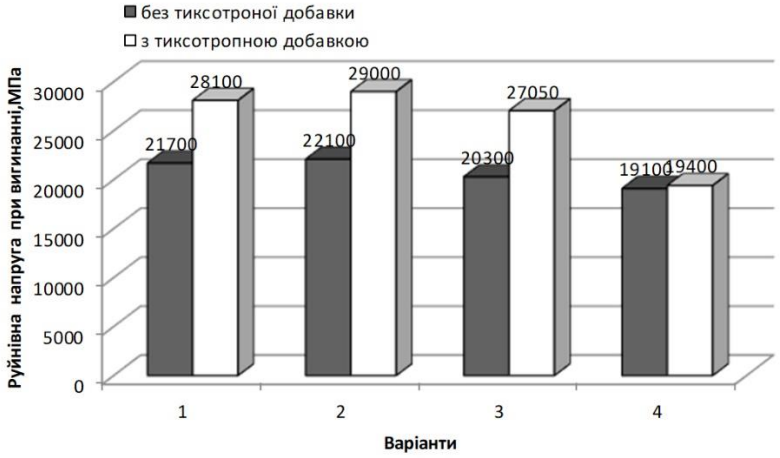

Рис. 4 – Вплив деревинного наповнювача брикета на руйнівну напругу при вигинанні

Найбільше водопоглинання та набрякання за товщиною спостерігається в брикеті на основі 3 варіанта – 5×5×5мм; (рис. 6).

Внаслідок неправильної та неоднорідної форми різновеликих деревинних частинок молекули води легко проникають у внутрішні шари брикету, створюючи в них надлишкові напруження, що супроводжується утворенням значної кількості тріщин і, відповідно, веде до набрякання матеріалів і поглинання води.

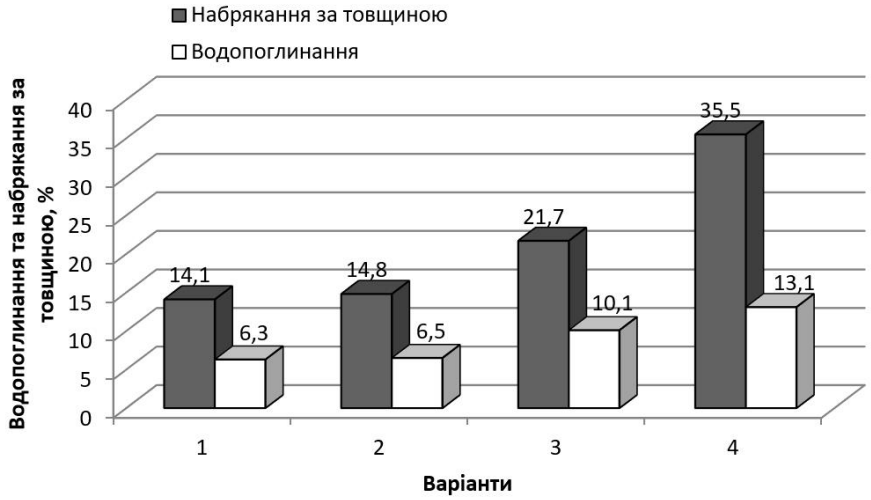

Рис. 5 – Вплив деревинного наповнювача брикета на водопоглинання та набрякання за товщиною

Укладання ж частинок пилу є щільнішим, вони наближаються одна до одної так близько, що молекули води неспроможні проникати у їхню капілярно-пористу структуру. Однак питома площа поверхні частинок пилу є більшою порівняно з питомою площею поверхні частинок кори і для її покриття потрібно використовувати велику кількість термопластичного полімеру. Тому в брикеті утворюються зони із незв'язаними частинками пилу , які легко піддаються набряканню та поглинанню води. Найбільша водостійкість спостерігається у брикеті варіант. Внаслідок своєї видовженої форми частинки стружки під час формування вкладаються паралельно до плит преса, утворюючи орієнтований деревинний композиційний матеріал. До того ж, на відміну від частинок пилу, вони не потребують значної кількості термопластичного полімеру. Термопластичний полімер, покриваючи поверхню частинок стружки, надає їй водостійкості й, відповідно, чим більша ним площа поверхонь деревинних частинок буде покритою, тим більшою буде водостійкість брикету.

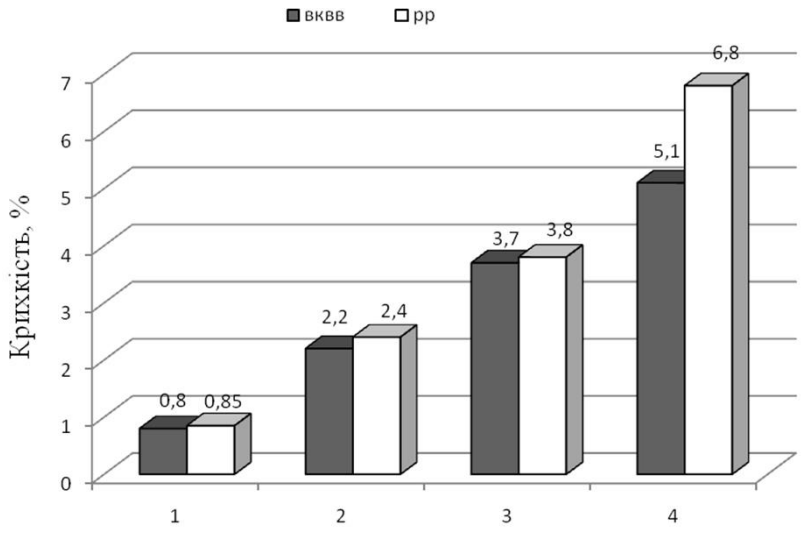

Рис.6 – Вплив деревинного наповнювача брикета на крихкість

Результати експериментальних випробувань показали, що самі низькі показники крихкості у брикетів, які виготовлені по варіанту 1 (рис. 6). Достатня кількість поліетелену дає змогу підвищити ударостійкість брикету.

Висновок. Порівняльний аналіз впливу фракцій кори дуба на експлуатаційні властивості брикета засвідчує, що для його виготовлення доцільним є використання кори розміром 25×10×10мм. Для такої фракції не потрібно робити доподрібнення кори дуба, що дає здешевлення виготовлення брикету.

Литература

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / [В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та ін.] – К.:Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.
2. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / [Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк та ін.] – К.:Аграр Медіа Груп, 2010. – 360 с.
3. Биоэнергетика: мировой опыт и прогнозы развития / [Л.С. Орсик, Н.Т. Сорокин, В.Ф. Федоренко и др.]. - М.: Росинформ агротех, 2008. - 404 с.
4. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: Науково-методичні рекомендації / [В.О. Дубровін, М.Д. Мельничук, Ю.Ф. Мельник та ін.] – К: НУБіП України, 2009. – 122 с.
5. Альтернативна енергетика: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / [М.Д. Мельничук, В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко та ін.] – К.: Аграр Медіа Груп, 2011. – 612 с.
6. Гелетуха Г.Г. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії в Україні / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, Ю.Б. Матвєєв, М.М. Жовнір // Промислова теплотехніка. – 2006. - Т. 28. - № 2. – С. 85-93.
7. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография / М.В. Гомонай. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.
8. Проспекти ведучих компаній з розробок технологій та обладнання для виробництва твердого біопалива [Електронний ресурс]. Режими доступу до журн.: www.fuelalternative.com.ua; www.bioresurs.com.ua; www.evrobriket.ru; www.brikk.info; www.presmash.if.ua; www.briketmal.kiev.ua; www.eco-en.ru; www.jasko.ru; www.weima.com.ua; www.npk-atek.ru; www.bri.ru; www.brikettieren.de; www.ekko.com.ua; www.gama-pardubice.cz; www.testmer.com.pl; www.lesintech.ru; www.ecology-energy.ru
9. Сарана В.В. Багатокритеріальна оцінка сучасного обладнання для виготовлення паливних гранул і брикетів з відходів переробки сільськогосподарських культур та деревини / В.В. Сарана, М.М. Гудзенко, С.М. Кухарець // Науковий вісник Національного університету біоресурсів природокористування України. Серія: техніка та енергетика. – К.: НУБіП України, 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 190-198.
10. Короткий словник-довідник найуживаніших термінів з екології, біотехнології та біоенергетики / [Д.О. Мельничук, М.Д. Мельничук, В.А. Гайченко та ін.] // За ред. акад. Д.О. Мельничука. – К.: НУБіП України, 2009. –310 с.
11. Цывик М М Использование древесной коры Монография /ММ Цывик.- М: Лесная промышленность,1973 – 94с

Summary

Dyakonov O.V. Investigation of the process for fuel brickets formation from core bases and the determination of their characteristics

Based on the results of environmental monitoring, it has been established that a significant amount of unused waste vegetation is produced in Ukraine, but pollutes the environment

(air, water bodies and adjacent territories). The technologies of utilization of wood and vegetable wastes in solid biofuel-briquettes are analyzed, technological processes and equipment are shown. Such types of solid biofuels occupy less volume than non-pressed waste, and, having a large mass, become transportable, which allows them to be used for the heating needs of residential and industrial premises. The possibility and expediency of introducing polymer waste to fuel briquettes in order to improve their physical and mechanical properties has been substantiated and implemented in practice. When using leather dust, which gives a thixotropic effect, the flow of polyethylene is avoided during the burning of briquettes - the most high-caloric part of the fuel. Thus, one of the most ecologically important technical problems is solved, concerning the means of fire elimination not only waste wood, leather dust, but also waste thermoplastics. The technique was developed and a fuel mixture of briquettes with improved physical and mechanical properties was created.

Keywords: *life safety, polymer utilization, polymer processing, ecology of polymers, utilization of plant and wood waste.*

References

1. Biopaliva (tehnologiyi, mashini i obladnannya) / [V.O. DubrovIn, M.O. Korchemniy, I.P. Maslo ta in.] – K.:Energetika i elektrifikatsiya, 2004. – 256 s.
2. Novitni tehnologiyi bioenergokonversiyi: MonografIya / [Ia.B. Blyum, G.G. Geletuha, I.P. Grigoryuk ta in.] – K.:Agrar Media Grup, 2010. – 360 s.
3. Bioenergetika: mirovoy opyit i prognozyi razvitiya / [L.S. Orsik, N.T. Sorokin, V.F. Fedorenko i dr.]. - M.: Rosinform agroteh, 2008. – 404 s.
4. Bioenergiya v Ukrayini – rozvitok silskih teritoriy ta mozhlivosti dlya okremih gromad: Naukovo-metodichnI rekomendatsiyi / [V.O. Dubrovin, M.D. Melnichuk, Yu.F. Melnik ta in.] – K: NUBIP Ukraini, 2009. – 122 s.
5. Alternativna energetika: Navch. posibnik dlya stud. visch. navch. zakl. / [M.D. Melnichuk, V.O. Dubrovin, V.G. Mironenko ta in.] – K.: Agrar Media Grup, 2011. – 612 s.
6. Geletuha G.G. Vikoristannya mistsevih vidiv paliva dlya virobnitstva energiyi v Ukrayini / G.G. Geletuha, T.A. Zheleznaya, Yu.B. Matveev, M.M. Zhovnir // Promislova teplotehnika. – 2006. – T. 28. – # 2. – S. 85-93.
7. Gomonay M.V. Proizvodstvo toplivnyih briketov. Drevesnoe syire, oborudovanie, tehnologii, rezhimyi rabotyi: monografiya / M.V. Gomonay. – M.: GOU VPO MGUL, 2006. – 68 s.
8. Prospekti veduchih kompaniy z rozrobok tehnologiy ta obladnannya dlya virobnitstva tverdogo biopaliva [Elektronniy resurs]. Rezhimi dostupu do zhurn.: www.fuelalternative.com.ua; www.bioresurs.com.ua; www.evrobriket.ru; www.brikk.info; www.presmash.if.ua; www.briketmal.kiev.ua; www.eco-en.ru; www.jasko.ru; www.weima.com.ua; www.npk-atek.ru; www.bri.ru; www.brikettieren.de; www.ekko.com.ua; www.gama-pardubice.cz; www.testmer.com.pl; www.lesintech.ru; www.ecology-energy.ru
9. Sarana V.V. Bagatokriterialna otsinka suchasnogo obladnannya dlya vigotovlennya palivnih granul i briketiv z vidhodiv pererobki silskogospodarskih kultur ta derevini / V.V. Sarana, M.M. Gudzenko, S.M. Kuharets // Naukoviy visnik Natsionalnogo universitetu bioresursiv prirodokoristuvannya Ukrayini. Seriya: tehnika ta energetika. – K.: NUBIP UkraYini, 2010. – Vip. 144, ch. 3. – S. 190-198.
10. Korotkiy slovnik-dovidnik nayuzhivanIshih terminiv z ekologiyi, biotehnologiyi ta bioenergetiki / [D.O. Melnichuk, M.D. Melnichuk, V.A. Gaychenko ta In.] // Za red. akad. D.O. Melnichuka. – K.: NUBIP Ukrayini, 2009. –310 s.
11. Tsyivik M M Ispolzovanie drevesnoy koryi Monografiya /MM Tsyivik. – M: Lesnaya promyishlennost,1973 – 94s