

maximum period of operation of aggregates dependence affects the change in the probability of accidents on mechanized and transport works. It is determined that the deadline for researching tractor types is 13-14 years.

Key words: *exhaustion of the operational resource, cracks in details of tractors, defectoscopic control.*

УДК 662.638/818:674.08

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА І АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ У ПАЛИВНІ БРИКЕТИ

**Полянський О. С., д.т.н., проф., Д'яконов В. І., к.т.н., доц.,
Дьяконов О. В., асист.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Встановлено, що існуючі технології виробництва паливних брикетів енерговитратні і використовують до 60% енергії на сушіння та брикетування біомаси. Виготовлені брикети гігроскопічні з малою тепловою здатністю та міцністю. Виконано класифікацію технологічних процесів брикетування біомаси ведучих світових фірм. Використання екологічно безпечних зв'язуючих дає можливість підвищити основні характеристики тепло здатності, міцності, гігроскопічності та економічності виготовлення паливних брикетів.

Ключові слова: *паливні брикети, рослинні та деревні відходи, технологія виготовлення.*

Вступ. Україна має високорозвинений сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, який щорічно генерує великий обсяг різноманітних відходів та залишків. В природному вигляді цю біомасу з малою насипною щільністю використовувати не доцільно - її необхідно переробляти в тверде паливо-брикети.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні роки в Україні і за кордоном ведуться інтенсивні дослідження і розробки, спрямовані на перетворення біомаси з потенційних паливно-енергетичних ресурсів в реально використовувані і конкурентоспроможні палива [1,2]. Процеси термообробки рослинних відходів для надання їм необхідних фізико-технічних і експлуатаційних характеристик є досить енергоємними і тривалими. Так затрати енергії на сушку і пресування сировини складають до 60% від всіх затрат при виробництві паливних брикетів із рослинних відходів[1,2]. З різноманіття методу реалізації цього процесу найбільш ефективним з точки зору продуктивності, енергозбереження, екологічної чистоти, якості готового продукту є сушка енергією електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ) [1,2]. Проте, незважаючи на значну кількість публікацій з даної проблематики, кількість

дискусійних питань не зменшується, особливо в частині пошуку сировинної бази для виробництва твердого біологічного палива та налагодження масового його виробництва та споживання в Україні

Мета, завдання та методика дослідження. Метою дослідження є збір і аналіз науково-технічної інформації для визначення подальших шляхів вдосконалення методів отримання твердого біопалива з деревних відходів з поліпшеними показниками енергозбереження, міцності і водостійкості.

Для проведення досліджень використано комплекс методів наукового дослідження: порівняльний, теоретичний і статичний.

Результати дослідження. Процес брикетування - це процес стискування матеріалу під високим тиском з виділенням температури від сили тертя. За рахунок даного впливу в деревині відбувається виділення лігніну, який є сполучною речовиною для формування брикету. Для брикетів не з деревної сировини, можуть застосовуватися екологічно чисті добавки.

На даному етапі виділяють три основні технології виготовлення паливних брикетів.

RUF технологія. Заснована на пресуванні прямокутних брикетів (рис.1) під високим тиском (30-40МПа). За формою вони нагадують цеглину зі скошеними кутами. Щільність до 1000 кг/м³. Особливістю такого методу є невисока вартість обладнання, простота в управлінні. До недоліків даного способу виготовлення паливних брикетів можна віднести те, що брикети малостійкі до вологи, що вимагає більш щільної і якісної їх упаковки. Брикети, виготовлені таким способом, мають проблеми з міцністю. В ряді випадків лігнін не здатний утримувати деревні частинки разом і отримані брикети розпадаються на великі частини. Брикети погано витримують тривале зберігання особливо при далеких перевезеннях, та коливаннях температури поблизу 0 С.



Рис. 1 – Паливні брикети виконані по технології RUF

Nestro технологія. В основі якої лежить ударний спосіб виготовлення циліндричних паливних брикетів з радіальним отвором або без нього (рис.2)

Щільність до 1200 кг/м³. Паливний брикет виробляється з допомогою ударних пресів при тиску 40-60 МПа. Так само, як і в першому випадку, собівартість виготовлення цього виду паливних брикетів невелика, оскільки відбувається економія на витратах на виробництво. Брикет крихкий та не терпить вологи, що негативно позначається на транспортуванні та коливаннях температури.

Pini&Kau технологія. Реалізує шнекове пресування при тиску 100-110МПа з 4 або 6 гранями та поверхневою термообробкою з радіальним отвором (рис. 3).



Рис. 2 – Паливні брикети виконані по технології Nestro

Щільність більше 1200 кг/м^3 . Такий спосіб є альтернативою першим двом, оскільки є найбільш вигідним у порівнянні з ними і дає продукцію більш високої якості. До недоліків шнекового способу пресування слід віднести високі експлуатаційні витрати і низький операційний час завантаження обладнання. Причин цьому декілька: значне спрацювання шнека і, як наслідок, необхідність зупинок для його заміни; необхідність ручного контролю декількох параметрів. Для виконання перелічених робіт необхідний кваліфікований персонал, внаслідок чого має місце високий вплив людського фактору. Поверхнева термообробка «оплавлення» брикету надає поверхневу міцність, але не створює міцну матрицю всередині матеріалу. Проведений аналіз свідчить, що мала теплотворна здатність, значний вміст пилу і дрібних частинок у брикетах 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. В таких випадках для надання міцності брикету необхідно використовувати сторонні зв'язуючі. Вибір технології виробництва паливних брикетів залежить від наступних факторів:

- а) планованого обсягу виробництва брикетів;
- б) наявності, вид і розміру відходів;
- в) вологості відходів.



Рис. 3 – Паливні брикети виконані по технології Pini&Kaу

До технологічного процесу необхідно долучити операції подрібнення і, за потреби, до подрібнення деревної маси. Важливим чинником є наявність вологи у деревних частинках. Сушіння деревини до вологості 6-15 % відбувається в традиційних сушильних камерах при допомозі зовнішнього агресивного впливу – температури, пари, вакууму. При такій дії в першу чергу висихають поверхневі шари деревини зневоднюючи їх і тільки потім процес сушіння просувається вглиб матеріалу, що вимагає великої витрати енергії [1,2]. Одним з найперспективніших видів термічної обробки є нагрів матеріалів в електромагнітних полях. Розповсюдження високочастотного методу нагрівання (сушіння) матеріалів пояснюється цілим рядом його гнучких особливостей.

Перш за все, при високочастотному нагріванні з'являється можливість забезпечення високих швидкостей підвищення температури в матеріалі. Це дозволяє виконувати вибірковий нагрів при обробці неоднорідних матеріалів, що понижує енергетичні витрати процесу в цілому. Перевагою НВЧ – нагріву є високий к. к. д. перетворення НВЧ – енергії в теплову, яка виділяється в об'ємі тіл, що нагріваються. Теоретичне значення цього к. к. д. близько 100 %. Теплові втрати в провідних трактах звичайно невеликі, і стінки хвилеводів і робочих камер залишаються практично холодними, що створює комфортні умови для обслуговуючого персоналу [1,2]. Впровадження високочастотного методу нагріву значно покращує санітарно – гігієнічні умови праці, але певним недоліком ЕМП технології є нагальна необхідність екранування ЕМП виключно в зоні взаємодії поля з речовиною та недопущення його витоків більше гранично- допустимих рівнів. Огляд літературних джерел та аналіз досліджень по виробництву паливних брикетів дозволили зробити висновок, що більшість задач по мінімізації енергозатрат цього виробництва ще недостатньо вивчені особливо використання НВЧ енергії.

Аналіз технологій виробництва паливних брикетів виявив такі недоліки:

- низька стабільність роботи обладнання в заявлених режимах;
- нездатність обладнання забезпечити заявлену продуктивність;
- недостатня механічна міцність та теплотдатність;
- висока енергоємність і наявність «прихованих» витрат;
- висока гігроскопічність.

Ці недоліки визначають низьку економічну ефективність виробництва паливних брикетів. Паливні гранули (пелети) в основному виробляються без додавання зв'язуючих речовин, в той час для отримання брикетів з поліпшеними показниками якості використовуються різні добавки і зв'язуючі речовини. Стандарти деяких країн світу забороняють застосування сполучних для виготовлення брикетів (пелет), оскільки містять жорсткі екологічні вимоги щодо викидів [3].

Однак застосування природних, екологічно чистих зв'язуючих дозволить поліпшити технологічні характеристики твердого біопалива і дасть можливість розширити сировинну базу для його отримання. В якості таких сполучних може бути використаний природний полімер - лігнін. Лігнін - аморфна речовина від світло-кремового до темно-коричневого кольору (в залежності від способу виділення), молекулярна маса розчинних лігнінів від 1 до 150 тис., щільність 1250-1450 кг /м³. Лігнін проявляє пластичні властивості при підвищеному тиску

і температури, особливо у вологому стані. Лігніни, виділені різними способами, відрізняються за складом і властивостями [4].

Лігнін, який представляє собою суміш нерегулярних полімерів родинної будови, в основі яких лежать близькі за будовою ароматичні речовини, вже давно є об'єктом досліджень, спрямованих на розробку способів його використання. Найбільший інтерес для отримання твердого біопалива представляють відходи гідролізного виробництва - гідролізний лігнін, який може служити як в якості наповнювача в паливному композиті, так і в якості сполучного при його виробництві [5].

В роботі [6] був вивчений вплив різних добавок і сполучних (ріпакове борошно, порошок кавових зерен, кора, порошок лігніну і соснові шишки) на пресування брикетів з тирси деревини модрина та тюльпанового дерева. Показано, що при використанні в якості сполучного порошку лігніну отримані паливні брикети з високими характеристиками міцності.

В оглядовій статті [7] продемонстровано, що лігнін - дешевий побічний продукт переробки деревини - може змішуватися з крохмалем і гліцерином, даючи більш міцні і пружні матеріали. У процесі подрібнення лігніну утворюються дуже дрібні частинки, що дає хорошу адгезію з крохмалем, білками сої та їх похідними з утворенням просторових структур, що робить їх привабливими для використання в якості в'язучих речовин.

Автори роботи [8] вивчали вплив крохмалю на щільність і теплотворну здатність брикетів з тирси. Встановлено, брикети з високою теплотворною здатністю 33 МДж / кг і щільністю 546 кг / м³ отримані при використанні в якості сполучного крохмалю.

Застосовуючи гліцерин в якості сполучного при пресуванні соломи пшениці, отримали брикети зі зниженою зольністю і високою теплотворною здатністю (18 - 19 МДж / кг) тільки в присутності тирси хвойних порід деревини [9].

В роботі [10] брикети отримували із суміші рисової соломи спільно з рисовими висівками і тирсою. Автори припускають, що щільність брикетів зростає за рахунок утворення зшиваючих зв'язків між двома рослинними полімерами - лігніном і білком. При цьому при температурі пресування 90 °С брикети мають достатню теплоту згоряння, але низьку щільність, що позначається на їх міцності. Підвищення температури пресування до 150 °С призводить до отримання високоміцних брикетів з теплотою згоряння 18 МДж / кг.

Автори винаходу [11] пропонують спосіб виготовлення твердого біопалива, що включає змішування рослинної біомаси з 0,1- 10 мас. % крохмалю і насичених довгих ланцюгових жирних кислот, які мають алифатичний ланцюг довжиною принаймні в 12 атомів вуглецю, або їх аналоги, що мають температуру плавлення в межах від 40 - 95 °С, а також в якості сполучного крім крохмалю використовували карбоксилметіл целлюлозу при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: крохмаль від 4 до 8 або карбоксилметіл целлюлози від 4 до 8, води менш 3, подрібненого деревного вугілля - інше, до 100. Застосування даних сполучних дозволило підвищити щільність паливного брикету з 500 до 900 кг / м³.

Такі технічні рішення розширюють асортимент твердого палива і забезпечують створення екологічно чистого брикетованого палива з високими характеристиками. Однак основним недоліком цих методів отримання твердих біопалив є застосування в якості сполучних продуктів харчового призначення, що може привести до збільшення їх вартості. Для підвищення теплоти згорання, зменшення зольності і збільшення водостійкості перед пресуванням біомасу піддавали термічній обробці при температурі 200 - 300 °С без доступу повітря. Потім отриману біомасу подрібнювали і пресували, змішуючи зі сполучним (крохмаль, борошно, ін.) [11] і без нього [12]. Брикети, отримані з термічно обробленою деревиною при використанні сполучних, мали високі характеристики. При торефікації біомаси при температурі 200-320 °С без доступу повітря отримують «чорні» брикети (пелети) – модифіковане вологостійке енергетичне паливо з не великим вмістом води (до 3%), малими обсягом і масою (зниження на 30-50%), з незначним вмістом сірки і низьким вмістом золи, здатне конкурувати з вугіллям. Воно може зберігатися на відкритому повітрі і відвантажуватися у відкриті контейнери, що знижує собівартість зберігання і транспортування в порівнянні зі звичайними дерев'яними гранулами [13].

Автори робіт з метою підвищення пластифікуючих властивостей і сполучних якостей лігніну і лігноцелюлозної біомаси в процесі пресування використовували активацію (вибуховий автогідроліз) [14], хімічну модифікацію (окислення лігнінів) [15] і механоактивацію гідролізного лігніну [16]. Отримані паливні брикети мали поліпшені характеристики.

В роботі [17] авторами було запропоновано для виробництва твердого біопалива використовувати сполучне біомасло, отримане піролізом біомаси або різних видів лігніну (крафт-лігнін, лігнін чорного лугу і ін.). В результаті проведених досліджень були отримані паливні брикети з підвищеною гідрофобністю і високою теплою згорання. У роботах [18] авторами встановлено, що низькомолекулярні лігніни, отримані в процесі окислювальної каталітичної делігніфікації деревини ялиці і осики в середовищі оцтової кислоти, мають велику кількість кисневмісних груп і можуть бути використані в якості сполучних при отриманні твердих біопалив. Так, деревні брикети, отримані з використанням уксуснокислотних лігнінів, мали міцність на стиск 28 і 21 МПа і водопоглинання 18 і 15% для ялиці і осики відповідно. Ще один рослинний полімер являє інтерес з точки зору застосування його як сполучного при виробництві твердих біопалив - суберін, ліпофільна високомолекулярна речовина з клітинних оболонок тканин, вміст якої в бересті кори берези досягає 37 - 40%. У патенті [19] запропонований спосіб виділення суберіна, що міститься в бересті берези. Потім подальша переробка фракції, збагаченою гідроксіоктадекановою кислотою, в моно-, оліго- і поліефіри або відповідні складні ефіри, які можуть бути використані в якості паливних компонентів, пластифікаторів, екологічно чистих агентів для модифікації деревини, сполучних речовин для деревних композитів і твердих біопалив.

Авторами [20] були виділені суберінові кислоти гідролізом водними розчинами NaOH і Na₂CO₃ з кори коркового дуба з подальшою їх

етерифікацією для застосування в якості сполучного агента при отриманні винних пробок, де наповнювачем брали мелкодисперсну кору. Також в роботі запропоновано використовувати отримане сполучне для виробництва твердих біопалив. В роботі [21] показано, що суберин, виділений з берести берези гідролізом КОН, має підвищену реакційну здатність за рахунок вмісту реакціонноздібних груп різної хімічної природи. Застосовуючи суберин в якості сполучного, автори отримали брикети з щільністю 850 - 862 кг / м³ і межею міцності на стиск 23- 29 МПа.

До особливої категорії твердого біопалива можна віднести брикети, отримані з використанням вторинної сировини в якості сполучних, наповнювачів і покращувачів. Для виготовлення таких брикетів застосовують всі види відходів переробки лігноцелюлозної сировини, а також побутові відходи.

Так, автори [22] пропонують використовувати в якості сполучного досить енергетичні побутові відходи (поліетилен та др.) і наповнювач - матеріали рослинного походження (солома, торф, тирса і папір). При пресуванні на поверхні таких брикетів утворюється захисна плівка, що поліпшує їх фізико-механічні властивості. Відомо, що молекули полімерів поліолефінової групи (поліетилен, поліпропілен) погано сумісні з частинками деревини. Ці смоли гідрофобні і неполярні, а деревні частинки, навпаки – гідрофільні і полярні. Ось чому при горінні поліетилен витікає із брикету і губиться найбільш висококалорійна частина палива (енергія, яка виділяється при спалюванні поліетилену-46 МДж/кг). Найбільше тепла виділяють популярні паливні брикети з лушпиння соняшника. Це пов'язано з наявністю масла, яке збільшує їх енергетичну цінність. Брикети з лушпиння соняшника володіють характерним олійним запахом і мають більш темний колір.

У ряді робіт [23] запропоновано додавати в прес-масу вугільний пил або рідкі моторні палива, в якості сполучного тут виступають водорості, віск або мул, що дає можливість розширити сировинну базу для утилізації відходів. Такі паливні брикети можуть бути використані як індустріальні палива.

Авторами обґрунтовано і запропоновано спосіб виготовлення брикету. В матеріал рослинного походження додаються енергетичне зв'язуюче – відходи поліетиленової плівки (відходи поліетилену) та тиксотропна добавка - відходи виробництва шкіряної сировини – шкіряний пил при такому співвідношенні компонентів, мас. %: сировина рослинного походження – 80, зв'язуюче – 20 (подрібнений поліетилен – 18, шкіряний пил – 2).

Авторами вперше удалося інтенсифікувати процес формування брикетної суміші (зв'язування відходів) шляхом створення ефекту об'ємного нагріву в матеріалі при допомозі високочастотного поля.

Розроблена гнучка НВЧ технологія дозволяє:

- зменшити час технічних циклів в 12 разів;
- економити енерговитрати до 63%;
- зменшити технологічні площі в 2 рази;
- отримувати якісно новий паливний брикет з підвищеною гігроскопічністю, міцністю та теплотворною здатністю.

Порівняльні дані занесені в табл. 1.

Таблиця 1 – Коефіцієнт енергетичної ефективності різних видів палива

Вид палива	брикети RUF	Nestro	Pini&Kay	Розроблені	Дизельне паливо	Кам'яне вугілля
Показники	3,9	4,1	4,3	4,8	4,2	4,9

Висновки

1. Аналіз існуючих технологій брикетування рослинної сировини показує, що особливу увагу необхідно приділити модулю формування брикету, який найбільш ефективно працює на основі електромагнітних технологій.

2. Запропоновано структуру побудови електромагнітної технології (ЕМТ) з застосуванням надзвичайно високої частоти (НВЧ) виготовлення паливних брикетів з рослинних та деревних відходів на основі зв'язуючого із поліетилену.

3. Встановлено, що доцільним вважається сушіння, при якій швидкість просування вологи з внутрішніх шарів наближається до швидкості її випаровування з поверхні деревини. Таким чином, основним параметром, що визначає тривалість сушіння, є волога провідність. В досягненні інтенсивного руху вологи усередині матеріалу (з центральної зони до його поверхні) є актуальними для отримання високих техніко-економічних показників процесу сушіння.

4. Автоматизація запропонованої технології дозволяє забезпечити високий коефіцієнт завантаження устаткування та зниження собівартості продукції. Тривалість мікрохвильовій сушки деревини зменшується більш ніж у 10 разів порівняно з традиційною обробкою.

5. Техніко-економічні розрахунки показують, що капітальні вкладення при застосуванні гнучкої потокової біотехнології залежно від кількості модулів збільшуються всього на 5–7 % від загальної вартості об'єкта, а пропускна спроможність при цьому підвищується на 50–70 %.

6. Доведено, що не тільки технічні, а й економічні переваги гнучких поточкових технологій очевидні.

Список використаних джерел

1. Шегельман І.Р., Васильєв А.С. Аналіз шляхів підвищення конкурентоспроможності енергетичної біомаси // Інженерний вісник. 2013. Т. 26, No 3 (26). С. 22-29. [Shegelman I.R., Vasiliev A.S. Analysis of ways to enhance the competitiveness of energy biomass. Engineering messenger Don 2013. V. 26 2012. Vol.4, P.49-54.
2. Пат. 117937 Україна, МПК С10L 5/40. Гнучка технологічна лінія для виготовлення паливних брикетів/ Дьяконов О. В., Д'яконов В. І., Полянський О.С., Горобець В.М. Коваленко О. І.; Заявник і патентовласник Харківський нац. ун-т міського господарства імені О.М. Бекетова, — №201701568; заявл. 20.02.2017; опубл. 10.07.2017, Бюл. № 13. с.6 .

3. Sotannde O.A., Oluyeye A.O., Abah G.B. Physical and combustion properties of briquettes from sawdust of *Azadirachta indica* // *Journal of Forestry research*. 2010. N 21 (1). P. 63 - 67.
4. Tarasov D., Shahi Ch., Leitch M. Effect of additives on wood pellet physical and thermal characteristics: Review // *ISRN Forestry*. Vol. 2013, Article ID 876939, 6 p. [Electronic resource] <http://dx.doi.org/10.1155/2013/876939>.
5. Donghui Lu, Tabil Lope G., Wang D., Wang G. Experimental trials to make wheat straw pellets with wood residue and binders // *Biomass and Bioenergy*. 2014. Vol. 69. P. 287-296.
6. Chuen-Shii Chou, Sheau-Horng Lin, Wen-Chung Lu Preparation and characterization of solid biomass fuel made rice straw and rice bran // *Fuel Processing Technology*. 2009. Vol. 90. P. 980-987.
7. Mustelier N.L., Almeida M.E., Cavalheiro J., et.al. Evaluation of pellets produced with undergrowth to be used as biofuels // *Waste Biomass Valor*. 2012. Vol. 3. P. 285-294.
8. Pat. WO 2011062488 A1 IPC C10L5 / 44 Fuels pellets, their preparation and use / Meneva B.V., Renirie J.G., Van Der Meijden J. A. A., Van Soest J. J.G., Plijter J.J. ; publ. 26.05.2011.
9. Пат. РФ 2378325 (C2) МПК C10L5 / 10; C10L5 / 12; C10L5 / 14 Паливний брикет / І.М. Мазурін, Б.П. Пономаренко; заявл. 27.08.2009; опубл. 10.01.2010. [Pat. RU 2378325 (C2) IPC S10L5/10; S10L5 / 12; S10L5 / 14 Fuel briquettes / Mazurin I.M., Ponomarenko B.P. ; appl. 27.08.2009; publ. 10.01.2010.
10. Stelte, Wolfgang. Pelletizing properties of torrefied spruce / Wolfgang Stelte [et. al.] // *Biomass and Bioenergy*. 2011. No 35. P. 4690-4698.
11. Веприкова Е.В., Чунарев Е.Н., Щипко М.Л., Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н. Исследование связующих свойств автогидролизованной древесины осины // *Химия растительного сырья* 2012. No 4. С.49-54. [Veprikova E.V., Chunarev E.N., Shchipko M.L., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. Investigation of binding properties of autohydrolyzed aspen wood // *Chemistry of plant raw materials* 2012. Vol.4, P. 49-54.
12. Gosselink, Richard J.A. Effect of periodate on lignin of wood adhesive application / J.A. Richard Gosselink et. al. // *Holzforchung* 2011, Vol. 65 (2), P. 155-162.
13. Євдокимов Н.В., Александров А.В. Розробка технології брикетування деревних відходів з використанням сполучною композиції на основі механоактивованого гідролізного лігніну // *Актуальні напрями наукових досліджень XXI століття: теорія і практика*. [Evdokimov N.V., Aleksandrov A.V. Development of technology for briquetting wood waste using the binder composition on the basis of mechanically hydrolytic lignin. Actual research directions of the XXI century: Theory and Practice 2014 року, No 2 - 3 (7-3). P. 65-68.
14. Pat. US 20130031830 (A1) IPC C10L11 / 06; C10L5 / 04 Method for producing binders and combustible composite materials and composition produced therefrom / Philip H. Steel, Venkata K. Penmetsa; publ. 07.02.2013.

15. Kuznetsov B.N., Sudakova I.G., Celzard A., Garyntseva N.V., Ivanchenko N.M., Petrov A.V. Binding properties of lignins obtained at oxidative delignification of wood and straw //Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2011. Vol. 1 (4). P.3-10.
16. Кузнецов Б.Н., Чесноков Н.В., Гаринцева Н.В., Яценкова О.В. Интегрированная каталитическая переработка древесины осики в жидкие и твердые биопалива //Журнал СФУ. Химия. 2013. No 3 (6). С. 286-298. [Kuznetsov B.N., Chesnokov N.V., Garyntseva N.V., Yatsenkova O.V. Integrated catalytic processing of aspen wood into liquid and solid biofuels // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2013. No 3 (6). P. 286-298.
17. Pat. US 20110319504 (A1) IPC C08G63 / 49; C10M105 / 34; C10L1 / 188; C09D11 / 02; A61K8 / 92; C09K3 / 00; C07C67 / 02; C09D191 / 00 Method for the manufacture of oligo- and polyesters from a mixture of carboxylic acid obtained from suberin and / or cutin and use thereof / S. Koskimies, J. Hulkko, P. Pitkänen, N. Heiskanen, J. Yli-Kauhaluoma, K. Wähälä .; publ. 29.12.2011.
Gil Luis Cork composites: A Review / Materials 2009 Vol.2, P. 776-789.
18. Судакова И.Г., Гаринцева Н.В., Иванов И.П. та ін. Виділення і застосування суберіна з берести кори берези // Журнал Сибірського федерального університету. Хімія. 2012 No 2 (5). С. 168-177 [Sudakova I.G., Garyntseva N.V., Ivanov I.P., et al. Isolation and application of suberin of the outer layer birch bark // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2012. No 2 (5). P. 168-177
19. Пат. РФ 2507241 (С2) МПК С10L5 / 00; С10L5 / 14; С10L5 / 36; С10L5 / 44 Брикет на основі спресованого лігноцелюлозної тіла, просоченого рідким паливом / Фуасак Г., Пліон П., Фіше В., Табі Ф .; опубл. 20.02.2014. [Pat. RU 2507241 (С2) IPC S10L5 / 00; S10L5 / 14; S10L5 /36; S10L5 / 44 Briquette on the basis of compacted lignocellulosic body impregnated with liquid fuel./ Fuasak G. Plion P., Fische V., Taba F.; appl. 20.12.2010; publ. 02.20.2014.

Аннотация

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ТОПЛИВНЫЕ БРИКЕТЫ

Полянский А. С., Дьяконов В. И, Дьяконов А. В.

Установлено, что существующие технологии производства топливных брикетов энергозатратны и используют до 60% энергии на сушку и брикетирование биомассы. Изготовленные брикеты гигроскопичны с малой теплоспособностью и прочностью. Выполнена классификация технологических процессов брикетирования биомассы ведущих мировых фирм. Использование экологически безопасных связующих дает возможность повысить основные характеристики теплоспособности, прочности, гигроскопичности и экономичности изготовления топливных брикетов.

Ключевые слова: топливные брикеты, растительные и древесные отходы, технология изготовления.

Abstract

COMPREHENSIVE EVALUATION AND ANALYSIS OF ENERGY INDICATORS OF EXISTING TECHNOLOGIES FOR THE PROCESSING OF PLANT WASTE IN FUEL BRIQUETTES

O. Polyansky, V. Diakonov, O. Diakonov

It is established that existing technologies of production of fuel briquettes are energy-consuming and use up to 60% energy for drying and biomass briquetting. Hygroscopic briquettes with low thermal conductivity and durability are manufactured. The classification of technological processes of biomass briquetting of leading world firms is carried out. It should be noted that the use of environmentally friendly couplings makes it possible to increase the basic characteristics of heat capacity, durability, hygroscopicity and cost effectiveness of production of fuel briquettes.

Keywords: *fuel briquettes, vegetable and wood waste, manufacturing technology.*

УДК 629.4.053

УМОВИ ПРАЦІ МАШИНІСТА ЕЛЕКТРОПОЇЗДУ МЕТРОПОЛІТЕНУ ЯК ФАКТОР ЙОГО ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ І БЕЗПЕКИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Д'яконов В. І., к.т.н., доц., Переверзева Л. М., ст. викл.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Серіков Я. О., к.т.н., доц., Чернявський А. В., маг.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Проведемо аналіз основних виробничих факторів, що формують умови праці машиніста. Визначено, що зміна психофізіологічного стану при роботі машиніста електропоїзду призводить до хронічної втоми, перенапруження, прискорення темпів біологічного старіння, розвитку захворювань серцево-судинної системи тощо. Для зменшення впливу негативних факторів на психофізіологічний стан працюючого на посаді машиніста електропоїзду метрополітену необхідне зниження рівня впливу цих факторів шляхом удосконалення рухомого складу не тільки в плані збільшення потужності, а й зміни в управлінні охороною праці на підприємстві шляхом введення додаткових нормативних актів.

Ключові слова: *група ризику, психофізіологічний стан, коефіцієнт засліпленості.*

Вступ. Праця машиніста електропоїзду метрополітену характеризується високим психофізіологічним навантаженням на протязі зміни, що визначається