

13. Охорона праці: європейські і міжнародні стандарти та законодавство України (порівняльний аналіз): Науково-практичний посібник: У 2-т./ Упор.: В. С. Венедіктов, В. П. Грохольський, М. І. Іншин та ін.; За ред. В. С. Венедіктова; М-во юстиції України, Державний департамент з питань адаптації законодавства, Українська асоціація фахівців трудового права. -Харків-Київ, 2006 - Т. 1. -2006. -713 с.

Labour protection: European and international standards and legislation of Ukraine (comparative

analysis): Naukovo-praktichniy manual: In 2-t./ Support.: In. S. Venediktov, In. P. of Grokhol'skiy, M. I. Inshin and in.; At an editor In. S. Venediktova; Mcode-vo of justice of Ukraine, State department on questions adaptation of legislation, Ukrainian association of specialists of labour right. -Kharkiv-kyiv, 2006 - Т. 1. - 2006. -713 s.

14. Ярошевська В.М. Охорона праці в галузі: навчальний посібник. – К.:ВД «Професіонал», 2004.

Yaroshevskaya v.m. labour Protection in industry: train aid. it is K.:V.D.«Professional», 2004.

Стаття рекомендована д-ром.техн.наук, проф. А.С. Беликовым (Україна);

Поступила в редколлегию 01.09.2015

УДК 674.81:662,638

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИБКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

ДЬЯКОНОВ В. И.¹, *к.т.н, доц.*,
СКРИПНИК Е. С.^{2*}, *к.т.н.*,
ДЬЯКОНОВ А. В.^{3*}.

¹ Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, ул. Революции, 12, 61002, Харьков, Украина, тел. (066) 723-00-94, e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

^{2*} Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, ул. Революции, 12, 61002, Харьков, Украина, тел. (096) 763-66-12, e-mail: elenaskripnik_86@mail.ru

^{3*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, ул. Артема, 44, 61002, Харьков, Украина, тел. (066) 723-00-94, e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

Аннотация. *Цель.* Обоснование необходимости использования «горельников» в качестве топлива. Поиск и разработка новых принципов и методов, которые обобщают и совершенствуют известные. *Методика.* С помощью гибкой мобильной установки доказывается целесообразность переработки известных отходов лесозаготовки прямо на месте их образования, что подтверждается расчетом общего объема поступления сырья на обработку в мобильную установку, дополнительного объема обработки сырья и коэффициента комбинирования сырья. *Результаты.* Установлено, что возможность обработки различных по назначению сортиментов древесины в общих потоках обеспечивается за счет установки на перерабатывающую мобильную установку универсального (многоцелевого) оборудования. Использование коэффициента комбинирования позволяет количественно оценить уровни комбинирования как отдельных технологических линий, так и установки в целом. При этом названный коэффициент учитывает долю каждого вида сырья в общем объеме обработки древесины в цехе и количество видов обрабатываемых сортиментов. *Научная новизна.* Впервые установлено, что для моделирования системы лесообрабатывающего процесса с целью определения параметров их функционирования наиболее подходящим является математический аппарат стохастической имитации. *Практическая значимость.* Возможность обработки различных по назначению сортиментов древесины в общих технологических потоках обеспечивается за счет установки оборудования универсального (многоцелевого) назначения, позволяет повысить загрузку использованного оборудования, улучшить использование сырья и складских площадей.

Ключевые слова: горельники; гибкие технологии; лесообрабатывающий цех; коэффициент комбинирования.

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГНУЧКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННИХ ТА ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ

Д'ЯКОНОВ В. І.¹, *к.т.н, доц.*,
СКРИПНИК О. С.^{2*}, *к.т.н.*,
ДЬЯКОНОВ О. В.^{3*}.

¹ Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, 61002, Харків, Україна, тел. (066) 723-00-94, e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

^{2*} Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, 61002, Харків, Україна, тел. (096) 763-66-12, e-mail: elenaskripnik_86@mail.ru

^{3*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, вул. Артема, 44, 61002, Харків, Україна, тел. (066) 723-00-94, e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

Анотація. Мета. Обґрунтування необхідності використання «горільників» в якості палива. Пошук та розробка нових принципів та методів, які узагальнюють та удосконалюють відомі. **Методика.** За допомогою гнучкої мобільної установки доводиться доцільно переробити відомі відходи лісозаготівлі прямо на місці їх утворення, що підтверджується розрахунком загального об'єму надходження сировини на обробку в мобільну установку, додаткового об'єму обробки сировини та коефіцієнту комбінування сировини. **Результати.** Встановлено, що можливість обробки різних за призначенням сортиментів деревини у загальних потоках забезпечується за рахунок встановлення на перероблювальну мобільну установку універсального (багатоцільового) обладнання. Використання коефіцієнту комбінування дозволяє кількісно оцінити рівні комбінування як окремих технологічних ліній, так і установки в цілому. При цьому названий коефіцієнт враховує частку кожного виду сировини в загальному обсязі обробки деревини в цеху і кількість видів оброблених сортиментів. **Наукова новизна.** Вперше з'ясовано що для моделювання системи лісообробного процесу з метою визначення параметрів їх функціонування найбільш придатним є математичний апарат стохастичною імітації. **Практична значимість.** Можливість обробки різних за призначенням сортиментів деревини у загальних технологічних потоках забезпечується за рахунок установки обладнання універсального (багатоцільового) призначення, що дозволяє підвищити завантаження використаного обладнання, покращити використання сировини та складських площ.

Ключові слова: горільники; гнучкі технології; лісообробний цех; коефіцієнт комбінування.

FEATURES FUNCTIONING FLEXIBLE TECHNOLOGY OF PROCESSING PLANT AND WOOD WASTE

DYAKONOV V. I. ¹, *Cand. Sc. (Tech.), Associate Prof.*

SKRYPNYK O.S. ^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.)*

DYAKONOV O. V. ^{3*}

¹ Department of Labour Protection and Life safety, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, st. Revolution, 12, 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. (057) 707-31-28, e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

^{2*} Department of Labour Protection and Life safety, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, st. Revolution, 12, 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. (096) 763-66-12, e-mail: elenaskripnik_86@mail.ru

^{3*} Department of Life safety, Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture str. Artem, 44, 61002, Kharkiv, Ukraine. e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

Abstract. Purpose. Rationale for the use of "burnt wood" as fuel. Search and development of new principles and methods that generalize and improve the well-known. **Methodology.** With flexible mobile unit proved the feasibility of recycling waste timber known directly to the place of their education, which is confirmed by the calculation of the total income of raw materials for processing in the mobile unit, an additional amount of processing of raw materials and raw materials ratio combining. **Findings.** It was found that the ability to process different purposes assortments of wood in total flows provided by the installation on the mobile processing unit universal (multi-purpose) equipment. Using a combination of the coefficient allows to quantify the levels of a combination of individual production lines and the installation as a whole. This factor takes into account called the share of each type of raw material in the total volume of timber handling in the workshop and the number of types of processed logs. **Originality.** It is established that the mathematical formalism of stochastic simulation is the most suitable for the simulation of wood processing in order to determine the parameters of its operation. **Practical value.** Processing of different timber assortments intended in the general process streams by installing equipment universal (multipurpose) purpose and to improve the loading of the equipment, improve the use of materials and storage areas.

Keywords: automatic locomotive signaling; noise; criterion of detection and identification the signals; matched filter

Вступ

Період засухи та підвищеної температури навколишнього природного середовища спричинює так звану високу пожежну небезпеку, яка встановлюється протягом такого періоду.

Найбільш потенційно небезпечними об'єктами з огляду на лісові пожежі є молоді хвойні насадження [2], поширені здебільшого на Поліссі, Сході та Півдні України. Їх

загальна площа становить понад 4 млн. га, а розосереджені вони переважно в таких областях, як Житомирська, Харківська, Чернігівська, Луганська, Херсонська [4, 6, 10].

Особливу небезпеку займання та горіння становлять молоді хвойні породи дерев. Згідно з теорією І. С. Мелехова [9] хвойні молодянки відносять до I класу пожежної небезпеки шкали оцінювання лісових ділянок за ступенем загрози виникнення лісових пожеж. Здебільшого до них віднесено такі найпоширеніші породи як сосна

звичайна, ялина, смерека, кедр тощо. Небезпека хвойних молодняків насамперед пояснюється специфікою фізичних та хімічних властивостей [7, 8, 15]. Стрункість та прямолінійна форма більшості таких дерев спричинена порядком розташування волокон. Наявність так званих смоляних ходів зумовлює накопичення та поширення смоли вздовж стовбура дерева. Смола, з одного боку, захищає дерево від деструкції, з іншого – посилює його горючі властивості [6, 10]. Вміст смоли є найбільшим у кореневій системі та нижній частині дерева, зокрема і в хвої. Також у хвойних деревах міститься скипидар та каніфоль, котрі, як відомо, є активними компонентами в процесі горіння. Молоді хвойні породи [8] містять достатньо багато живиці (суміші усіх вище взятих речовин).

Залежно від вмісту живиці у тій чи іншій породі дерева визначають її теплотворну здатність [6]. Вважають, що теплотворна здатність під час горіння сухого матеріалу є вищою ($Q_{\text{в}}$), а вологого – нижчою ($Q_{\text{н}}$). Кількість тепла, яке виділяється при згоранні речовини, в подальшому діє на підсушування нових порцій горючого матеріалу, з чого можна визначити, якою буде швидкість поширення полум'я. Розглядаючи таку породу дерева, як сосна звичайна віком до 10 років, можна стверджувати, що гілки майже повністю покриті хвою. Саме молода хвоя сосни, згідно з теорією Г. А. Амосова [14], має найвищу теплотворну здатність серед усіх видів горючого лісового матеріалу. Але слід зазначити, що при пожежі горить не лише хвоя, але й інші елементи біогеоценозу, а тому виникає поняття сумарної теплотворної здатності.

Таким чином хвойні молодняки становлять більшу небезпеку ніж насадження у старшому віці і статистика підтверджує, що вони найменше горять. Після горіння залишаються сотні гектарів «горільників», які необхідно переробити на брикети і використовувати у якості палива [9].

Мета

Обґрунтування необхідності використання «горільників» в якості палива. Пошук та розробка нових принципів та методів, які узагальнюють та удосконалюють відомі.

Методика

За допомогою гнучкої мобільної установки [13] можливо доцільно переробити відходи прямо на місці їх утворення – на місці роботи. Бажано такі установки робити на базі трактора класу 1.4:2 т з живленням від газогенератора. Така установка оснащується модулем для виробництва дров, подрібнювачем та сушкою рослинних та деревних відходів. Кінцева стадія роботи установки – пресування біомаси.

Відмінною здатністю гнучкого лісообробного процесу комбінованого цеху є здатність обробки у одному цеху в загальних технологічних потоках різних за призначенням сортиментів на різну продукцію з розрахунком зміни попиту на ринку лісопродукції. Така організація лісообробної промисловості дозволяє виключити простій обладнання у цеху через нехватку чи перебої у постачанні певного виду сировини, тобто збільшити коефіцієнт використання використаного обладнання

та, як наслідок, збільшити ефективність даної лісопереробної промисловості.

Загальний об'єм надходження сировини на обробку в мобільну установку ($V_{\text{заг}}$) дорівнює:

$$V_{\text{заг}} = V + V_{\text{д}}, \quad (1)$$

де V – об'єм обробки основного виду сировини, м^3 ;

$V_{\text{д}}$ – додатковий об'єм обробки сировини за рахунок інших за призначенням сортиментів, м^3 .

Додатковий об'єм обробки сировини залежить від величини зниження завантаження технологічних ліній внаслідок нестачі основного виду сировини, продуктивності технологічної лінії новому (додатковому) виду сортиментів та кількості технологічних ліній установок:

$$V_{\text{д}} = \delta_{\text{м}} + P_{\text{д}} \cdot n, \quad (2)$$

де $\delta_{\text{м}}$ – зниження завантаження технологічної лінії установки;

$P_{\text{д}}$ – продуктивність технологічної лінії на додатковому (новому) виду сортиментів м^3 ;

n – кількість технологічних ліній установок.

Значення $\delta_{\text{м}}$ визначається за наступною формулою:

$$\delta_{\text{м}} = \frac{1-C}{\frac{V}{P_{\text{зм}}} + 1 - C}, \quad (3)$$

де V – об'єм обробки основного виду сировини протягом зміни, м^3 ;

$P_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність технологічної лінії на основному виду сортиментів м^3 ;

C – залишок від ділення V на $P_{\text{зм}}$,

$$0 \leq C \leq 1. \quad (4)$$

Таким чином, додатковий об'єм випуску готової продукції у комбінованій установці за рахунок повної завантаження його станків буде дорівнювати:

$$q_{\text{м}} = V_{\text{д}} \cdot k, \quad (5)$$

де k – коефіцієнт виходу готової продукції з додаткового виду сировини.

Результати

Дослідження показали [3, 7], що можливість обробки різних за призначенням сортиментів деревини у загальних потоках забезпечується за рахунок встановлення на переробляльну мобільну установку універсального (багатоцільового) обладнання. При цьому функції універсального станка може виконувати будь який станок технологічного процесу (частіше головний), що оброблює декілька видів сортиментів.

Для оцінки рівня комбінування обробки різних за призначенням сортиментів пропонується використовувати наступний показник, який отримав назву коефіцієнта комбінування:

$$\varphi_{\text{к}} = 1 - \sum_{i=1}^n k^2 = 1 - \sum_{i=1}^n k^2 \left(\frac{V_i}{V_{\text{заг}}} \right)^2, \quad (6)$$

$$0 \leq \varphi_{\text{к}} < 1,$$

де k_i – доля i -го виду сировини в загальному обсязі обробки деревних і рослинних відходів;

$V_i, V_{\text{заг}}$ – середній об'єм обробки в цеху i -го виду сировини і об'єм обробки за визначений період часу, м^3 ;

n – кількість видів сортиментів, що надходять на обробку у установку.

Приведений коефіцієнт комбінування дозволяє кількісно оцінити рівні комбінування як окремих технологічних ліній, так і установки в цілому. При цьому названий коефіцієнт враховує частку кожного виду сировини в загальному обсязі обробки деревини в цеху і кількість видів оброблюваних сортиментів.

Практично кількість видів сортиментів, що обробляються в комбінованій установці, знаходиться в межах 2 ... 4, хоча можливо і більшу їх кількість. Коефіцієнт комбінування для установок може змінюватися в досить великих межах. Однак, як показали проведені дослідження, для більшості комбінованих цехів фк має значення до 0,5.

Концентрація обробки деревини на нижніх складах, яка досягається шляхом створення комбінованих цехів, збільшує завантаження застосовуваного обладнання та інтенсивність надходження деревини до досліджуваних установкам, що дозволяє створювати запаси сировини перед цехами меншою відносною місткістю, внаслідок чого скорочуються відповідно і питомі витрати на їх створення, а також зменшується зайнятість підійомно-транспортних машин на обслуговуванні.

Внаслідок обробки різних за призначенням сортиментів в загальних технологічних потоків комбінованих цехів, з'являється можливість зменшити майданчик під запас сировини перед цехом і скоротити витрати на її будівництво за рахунок складування всієї деревини в загальних штабелях без поділу за видами сировини.

Природно-виробничі умови лісозаготівельних підприємств носять випадковий характер. Тому, щоб встановити якість функціонування технологічного процесу комбінованого цеху, необхідно визначити статистичні розмірно-якісні характеристики оброблюваного сировини, досліджувати параметри потоків лісоматеріалів. Крім того, необхідно знати тривалості обробки на верстатах різних видів сортиментів. Ці тривалості є також випадковими величинами. На показники якості функціонування комбінованого цеху, крім нерівномірності

надходження сировини і коливання циклів обробки колод, впливає також потік відмов обладнання цеху, пов'язаний з надійністю.

Наукова новизна та практична значимість

Проаналізовано особливості лісообробного процесу комбінованого цеху, які дозволяють зробити висновок про складність його виробничої структури. Ряд параметрів функціонування даної системи є випадковими величинами що мають різні закони розподілу.

Вперше з'ясовано що для моделювання системи лісообробного процесу з метою визначення параметрів їх функціонування найбільш придатним є математичний апарат стохастичною імітації.

Встановлено, що гнучкі лісопереробні процеси у цехах можна класифікувати за рядом ознак, які впливають на якість їх функціонування.

Висновки

Можливість обробки різних за призначенням сортиментів деревини у загальних технологічних потоках забезпечується за рахунок установки обладнання універсального (багатоцільового) призначення, що дозволяє підвищити завантаження використаного обладнання, покращити використання сировини та складських площ.

Для оцінки рівня комбінування обробки різних за призначенням сортиментів у біообробному цеху пропонується використання спеціального показника, який отримав назву коефіцієнта комбінування гнучкості. Даний коефіцієнт дозволяє кількісно оцінити рівні комбінування як окремих технологічних ліній, так і цеха в цілому, а також враховує долю кожного виду сортиментів у загальному об'ємі обробки деревини у цеху та кількість видів оброблюваних сортиментів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Гербут Ф. Ф. Лісова пірологія / Ф. Ф. Гербут, – Ужгород: УНУ ГФ, 2012. – 103с.
Gerbut F.F. *Lisova pirologiya* [Forest pirolohiya]. Uzhgorod, UNU GF Publ., 2012. 103 p.
2. Державне агентство лісових ресурсів України. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://dkg.kmu.gov.ua>.
Derjavne agentstvo lisovih resursiv Ukrainy [State Forest Resources Agency of Ukraine]. Available at: <http://dkg.kmu.gov.ua>.
3. Д'яконов В. І. Ресурсний потенціал та перспективи використання енергії біомаси для газифікованих двигунів / В. І. Д'яконов, О. В. Богомолів, В. П. Богомоліва, О. В. Д'яконов та ін. // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Сучасні напрямки технології та механізації

процесів переробних і харчових виробництв – Харків, 2011. Вип. 119, – С.62-67.

http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_119/9.pdf

Diakonov V. I., Bohomolov O. V., Bohomolova V. P., Diakonov O. V. Resursniy potentsial ta perspektivi vikoristannya energii biomasi dlya gazifikovanih dviguniv [Resource potential and prospects for biomass gasification engines]. *Visnik KNTUSH im. P. Vasilenka. Suchasni napryamki tekhnologii ta mekhanizatsii protsesiv pererobnikh i kharchovikh virobnitstv* [Bulletin Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture. Modern trends of technology and mechanization of food production and processing], 2011, issue 119, pp. 62–67

4. Д'яконов В. І. Про підвищення рівня пожежної безпеки лісових насаджень Слобожанщини / В. І. Д'яконов, О. В. Д'яконов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2011. – Вип.135, – С 76-78.

http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_135/76.pdf

- Diakonov V. I., Diakonov O. V. Pro pidvyshhennya rivnya pozhezhnoyi bezpeky lisovyx nasadzen Slobozhanshchyny [Fire safety for improving forest stands slobozhanschina], *Visnik KNTUSH im. P. Vasilenka* [Bulletin Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture], 2011, issue 135, pp. 76-78.
5. Д'яконов О. В. Стан і перспективи використання енергії біомаси для газифікованих двигунів / О. В. Д'яконов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2011. – Вып.107, Т2. – С 345-355.
http://khntuse.com.ua/files/sbornik/vestnik_107-2/57.pdf
- Diakonov O. V. Stan i perspektivy vykorystannia enerhii biomasy dlia hazyfikovanykh dyvuhuniv [Resource potential and prospects biomass energy application for gasification engines], *Visnik KNTUSH im. P. Vasilenka* [Bulletin Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture], 2011, issue 107, pp. 345-355
6. Кузык А. В. Про пожежну небезпеку молодих соснових насаджень / А. В. Кузык, В. І. Товарнянський // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – Львів: ЛДУБЖД, 2014. Вып. 24, – С. 68-73
http://www.ubgd.lviv.ua/sites/default/files/files/12_11.pdf
- Kuzyk A. V., Tovarnyanskyj V. I. Pro pozhezhu nebezpeku molodyx sosnovykh nasadzen [On fire danger young pine stands], *Zbirnyk naukovykh pracz «Pozhezha bezpeka»* [Proceedings of "Fire Safety"], 2014, issue 24, pp. 68-73
7. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы / Н. И. Никитин – М. – Л.: Изд. АН СССР, 1962. – 711 с.
<http://www.twirpx.com/file/754351/>
- Nikitin N. I. Khimiya drevesiny i tsellyulozy [Wood and cellulose chemistry]. Moskva, Leningrad, Akademiya Nauk SSSR Publ., 1962. 711 p.
8. Зандерманн В. Природные смолы, скипидары, таловое масло (химия и технология) / В. Зандерманн – М. : Лесная промышленность, 1964. – 576 с.
<http://www.twirpx.com/file/156247/>
- Zandermann V. Prirodnye smoly, skipidary, talovoe maslo (khimiya i tekhnologiya) [Natural resins, turpentine, tall oil (chemistry and technology)]. Moskva, Lesnaya promyshlennost Publ., 1964. 576 p.
9. Зінченко В. О. Біомаса як альтернативне джерело енергії / В.О. Зінченко // Екологічний вісник. - 2005. - № 3. - С. 24-25.
- Zinchenko V. O. Biomasa yak alternatyvne dzherelo enerhii [Biomass as an alternative energy source], *Ekolohichnyi visnyk*
- *Ecological Gazette*, 2005, vol. 3, no. 3, pp. 24-25.
10. Иванов М. А. Химия древесины и целлюлозы / М. А. Иванов – М. : Лесная промышленность, 1982. – 400 с.
- Ivanov M. A. Khimiya drevesiny i tsellyulozy [Wood and cellulose chemistry]. Moskva, Lesnaya promyshlennost Publ., 1982. 400 p.
11. Мелехов И. С. Лесные пожары и борьба с ними / И. С. Мелехов. – Архангельск : Северное краевое изд-во, 1935. – 80 с.
- Melekhov I. S. Lesnye pozhary i borba s nimi [Forest fires and struggle against them]. Arkhangelsk, Severnoe kraevoe Publ., 1935. 80 p.
12. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.mns.gov.ua/content/nasodovid2012.html>.
- Natsionalna dopovid pro stan tekhnogennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini u 2012 rotsi. [National Report on the State of Techno and Natural Safety in Ukraine in 2012] Available at: <http://www.mns.gov.ua/content/nasodovid2012.html>.
13. Пат. 65904 Україна, МПК2011.1 В 27 В 5/00. Пристрій для переробки неликвідної деревини на дрова / Д'яконов О. В., Д'яконов В. І., Богомолова В. П. (Україна) – № 201011994; заявл. 11.10.2010 ; опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24. – 2с.
<http://uapats.com/3-65904-pristriji-dlya-pererobki-nelikvidno-derevini-na-drova.html>
- Diakonov O. V., Diakonov V. I., Bohomolova V. P. Prystrii dlia pererobky nelikvidnoi dereviny na drova [The illiquid wood recycling device for firewood] Patent UA, no. 201011994, 2010.
14. Свириденко В. С. Лісова пірологія : підручник / В. С. Свириденко, О. Г. Бабіч, А. Й. Швиденко. – К. : Агропромвидав України, 1999. – 172 с.
- Svyrydenko V. Ye., Babich O. H., Shvydenko A. Y. Lisova pirologhiia : pidruchnyk [Forest pyrology: textbook]. Ahropromvydav Ukrainy Publ., 1999. 172 p.
15. Хеттлунд Э. Химия древесины / Хеттлунд Э.; Пер. с нем. под ред. Л.П. Жеребова. – М.: Гос. лесное техн. изд-во, 1933. – 268 с.
- Khehhlund E. Khimiya drevesiny [Wood chemistry]. Moskva, Gosudarstvennoe lesnoe tekhnicheskoe izdatelstvo Publ., 1933. 268 p.

Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. В. Ф. Харченко (Украина);

д-ром. техн. наук, проф. О. В Кондращенко (Украина)

Поступила в редколлегию 3.09.2015