

УДК 620.92

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАГОТІВЛІ ДЕРЕВНОГО ПАЛИВА В ЛІСАХ УКРАЇНИ

Гелету́ха Г.Г., канд. техн. наук, Желі́зна Т.А., канд. техн. наук, Драгнєв С.В., канд. техн. наук,
Баштовий А.І., канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Желябова, 2а, Київ, 03680, Україна

Розглянуто бар'єри, що перешкоджають створенню ринку біопалива в Україні, пов'язані із заготівлею деревного палива. Запропоновано шляхи для подолання цих бар'єрів. Проаналізовано поточні характеристики лісів України, що впливають на можливість заготівлі деревного палива, та динаміку їх зміни. Запропоновано сценарій збільшення обсягів заготівлі деревного палива, що відповідає ключовим показникам розвитку біоенергетики, зазначеним у Енергетичній стратегії України на період до 2035 року.

Рассмотрены барьеры, препятствующие созданию рынка биотоплива в Украине, связанные с заготовкой древесного топлива. Предложены пути для преодоления этих барьеров. Проанализированы текущие характеристики лесов Украины, влияющие на возможность заготовки древесного топлива, и динамика их изменения. Предложен сценарий увеличения объемов заготовки древесного топлива, который соответствует основным показателям развития биоэнергетики, указанным в Энергетической стратегии Украины на период до 2035 года.

Barriers to the creation of a biofuel market in Ukraine, which are associated with wood fuel harvesting, are considered. The ways to overcome these barriers are proposed. The current characteristics of Ukrainian forests, which influence the possibility of wood fuel harvesting, and dynamics of their changes are analyzed. The scenario of increasing the volume of wood fuel harvesting, which corresponds to the key indicators of bioenergy development of the Energy Strategy of Ukraine until 2035, is proposed.

Бібл. 15, табл. 2, рис. 2.

Ключові слова: біоенергетика, біомаса, біопаливо, деревна біомаса, деревне біопаливо, порубкові рештки, деревна тріска, заготівля деревного палива.

ГЕС – гідроелектростанція;
н.е. – нафтовий еквівалент;

скл. м³ – складометр.

Проблеми ринку біопалива в Україні

Біоенергетика – сектор відновлюваної енергетики України, що динамічно розвивається, і на сьогодні біомаса заміщує вже близько 3,5 млрд. м³ природного газу на рік. Постійний ріст попиту на біопаливо піднімає цілу низку питань, серед яких забезпечення надійних поставок у необхідних обсягах, забезпечення належної якості біопалива і справедливих цін, прозорість механізмів купівлі-продажу та інші. Особливо гостро ці проблеми стосуються деревного палива, яке наразі використовується найбільш активно – близько 2 млн. т н.е./рік із загального обсягу використання біопалив та відходів 2,8 млн. т н.е./рік у 2016 році [1, 2].

Поточний стан розвитку сектора біоенергетики України і, особливо, поставлені на перспективу цілі вимагають створення і стабільного функціонування цивілізованого ринку біопалива. На сьогодні цей ринок розвинений в країні дуже слабо, що призводить до проблем пошуку надійних постачальників, нестабільності цін та якості біопалива.

Серед бар'єрів, що перешкоджають створенню ринку біопалива в Україні, особливо вагомими є ті, що пов'язані із заготівлею деревного палива, а саме:

- ускладнений доступ приватних компаній до порубкових решток, які є важливим потенційним джерелом сировини для виробництва деревного палива (тріски);
- відсутність обліку всього обсягу порубкових решток;

- відсутність у постійних лісокористувачів планів по заготівлі твердого деревного палива, узгоджених з Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та Енергетичною стратегією України на період до 2035 року.

Розглянемо детальніше ці бар'єри та можливі шляхи їх подолання, беручи до уваги поточні характеристики лісів України та динаміку їх зміни.

Порубкові рештки як джерело для виробництва деревного палива

За даними Державного агентства лісових ресурсів України, запас деревини в лісах України збільшився з 733 млн. м³ у 1961 р. до 2102 млн. м³ у 2016 р. Динаміка середніх запасів деревини на 1 га по лісах Держлісагентства також є позитивною, спостерігається ріст зі 167 м³/га у 1983 р. до поточних 241 м³/га. Цей показник відвідає сьомому місцю серед країн Європи. Для порівняння: в Польщі середній запас деревини становить 219 м³/га, в Білорусі – 183 м³/га, в Швеції – 119 м³/га. Ліси України характеризуються як невиснажені, але відбувається поступове старіння лісів, що впливає на їх санітарний стан [3-5].

На сьогодні використання щорічного приросту деревини в Україні становить лише 50,5 %, що набагато нижче рівня цього показника у багатьох країнах Європи: Австрія – 94 %, Швеція, Литва – 80 %, Словаччина – 79 %, Австрія – 94 %, Швеція, Литва – 80 %, Словаччина – 79 %.

Чехія – 78 %, Бельгія – 73 %, Нідерланди – 69 %, Франція, Португалія – 68 % [6].

Порубкові рештки є важливим потенційним джерелом для виробництва деревного палива (тріски) в Україні. Приймаючи, що в середньому їх обсяг складає близько 14 % загального об'єму заготівлі ліквідної деревини [7-9], за даними лісозаготівлі у 2016 р. для України він може бути оцінений у 2,74 млн. м³/рік. Враховуючи, що принаймні 20 % лісосічних відходів необхідно залишити у лісі для збереження біорізноманіття [9, 10], обсяг, доступний для виробництва тріски, складає 2,20 млн. м³/рік.

В європейській практиці ведення лісового господарства і заготівлі деревного палива розрізняють три основні варіанти виробництва деревної тріски з порубкових решток: виробництво безпосередньо на місці утворення лісосічних відходів, виробництво на майданчику біля дороги і виробництво на території розташування біоенергетичної установи.

Наразі найбільш розповсюдженим варіантом, особливо у скандинавських країнах (Фінляндія, Швеція), є виробництво деревної тріски з лісосічних відходів на майданчику біля дороги. В цьому випадку порубкові рештки збираються і доставляються до дороги форвардером, де викладаються у вигляді валів для зберігання протягом певного періоду часу з метою сушки. Тріска виробляється пересувною рубальною машиною, агрегованою з сільськогосподарським трактором, і вивозиться з лісу вантажівками. Інший варіант – виробництво і перевезення деревної тріски комбінованою машиною – автотрісковозом, оснащеним рубальним модулем [10, 11].

В Україні наразі лісосічні відходи практично не використовуються для виробництва біопалива. Правила поводження з порубковими рештками (способи очищення лісосік) включають збирання порубкових решток у купи та ваги для перегнивання, розкидання по лісосіці, укладання на трельовальні волокни та у місцях проїзду агрегатних лісових машин, а також часткове спалювання [12]. Заготівля порубкових решток та виробництво з них деревного палива чинним законодавством не передбачено. Крім того, у постійних лісокористувачів відсутня вимога по обліку всього обсягу порубкових решток (наразі обліковується лише хворост і сучки).

Поточна практика поводження з лісосічними відходами ускладнює доступ до них приватних компаній, які могли б займатися виробництвом деревної тріски. Проблема полягає в тому, що для таких компаній економічно доцільно працювати лише з порубковими рештками, які зібрані і доставлені до дороги, а займатися самостійно збором лісосічних відходів вони, як правило, не можуть ані з фінансової, ані з технічної точки зору.

Згідно оцінок фахівців Інституту технічної теплофізики НАН України, без використання порубкових решток як сировини для отримання біопалива неможливо виконати ключові цілі по біоенергетиці, визначені Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та Енергетичною стратегією України на період до 2035 року. З огляду на це, вважаємо за необхідне покласти на постійних лісокористувачів

обов'язок вивезення порубкових решток до найближчих доріг з метою виробництва твердого біопалива (для 80 % маси порубкових решток), а також запровадити заборону суцільного та часткового спалювання порубкових решток.

Це можна реалізувати шляхом внесення змін до Лісового кодексу України, який має статус закону, та передбачення нового способу очищення місць рубок і заборони будь-якого спалювання порубкових решток. Впровадження обліку порубкових решток пропонується шляхом врахування їх повної маси у лісорубних квитках, форма яких наразі визначена у Порядку видачі спеціальних дозволів на використання лісових ресурсів [13].

Важливим питанням є питома вартість перевезення порубкових решток з лісосіки до дороги. Виходячи з існуючого рівня механізації лісового господарства України, оцінку цієї вартості виконано із врахуванням використання наступної техніки: трактор МТЗ-82.1, оснащений маніпулятором з захватом, тракторний причеп зі збільшеним об'ємом кузова на базі 2ПТС-4. Розрахунок включає операції зі збирання порубкових решток (продуктивність близько 10 скл. м³/год) та їх транспортування до дороги на відстань 5 км (продуктивність до 26 скл. м³/год). Передбачається, що у виконанні операцій задіяний 1 тракторист і 2 вантажника. За результатами проведеної оцінки, вартість вивезення порубкових залишків з лісосіки до дороги складає 279 грн./т (з урахуванням технічного обслуговування і ремонту техніки).

Для забезпечення постійних лісокористувачів (державних лісових господарств) фінансовими засобами на виконання операцій збирання і доставки порубкових решток до дороги вважаємо за необхідне зменшити норму відрахування доходу таких підприємств до державного бюджету з 75 % (що відповідає вимогам чинного законодавства) до 40 %. При цьому 35 % чистого прибутку (доходу) від своєї діяльності держлігоспи повинні спрямовувати на модернізацію та закупівлю спеціалізованої техніки для збирання та вивезення порубкових решток до найближчих доріг, виробництва та транспортування твердого біопалива.

Оцінка необхідних обсягів заготівлі деревного палива постійними лісокористувачами в Україні на період до 2035 року

Прогнозна оцінка необхідних обсягів заготівлі деревного палива, такого як дрова та тріска, постійними лісокористувачами протягом 2018-2035 рр. ґрунтується на ключових показниках Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [14], а також існуючих статистичних даних та ряді експертних оцінок та припущень.

Згідно Енергетичної стратегії, внесок біомаси, біопалива та відходів до загального постачання первинної енергії має зрости з 2,1 млн. т н.е. у 2015 році до 11 млн. т н.е. у 2035 р., тобто у 5,2 разів (Таблиця 1).

Табл. 1. Структура загального постачання первинної енергії згідно Енергетичної стратегії України на період до 2035 року (млн. т н.е.) [14]

Найменування джерел	2015 (факт)	2020 (прогноз)	2025 (прогноз)	2030 (прогноз)	2035 (прогноз)
Вугілля	27,3	18	14	13	12
Природний газ	26,1	24,3	27	28	29
Нафтопродукти	10,5	9,5	8	7,5	7
Атомна енергія	23	24	28	27	24
Біомаса, біопаливо та відходи	2,1	4	6	8	11
Сонячна та вітрова енергія	0,1	1	2	5	10
ГЕС	0,5	1	1	1	1
Термальна енергія	0,5	0,5	1	1,5	2
Всього, млн. т н.е.	90,1	82,3	87	91	96

Об'єм твердих біопалив можна оцінити як 90 % цього внеску. Передбачається, що по своїй структурі тверде біопаливо буде включати деревне паливо (гранули, брикети, дрова, тріска), біопаливо аграрного походження (тюки, гранули, брикети), лушпиння соняшника (неущільнене, гранули, брикети) та енергетичні культури (гранули, тріска).

При кількісній оцінці обсягу твердих біопалив враховано, що особливостями структури енергетичного потенціалу біомаси в Україні є відносна обмеженість деревних ресурсів (близько 2,6 млн. т н.е./рік при загальному потенціалі біомаси 21,2 млн. т н.е./рік за даними 2016 р.) та наявність великого обсягу біомаси сільськогосподарського походження (первинні та

вторинні відходи, побічні продукти – загалом близько 9,0 млн. т н.е./рік за даними 2016 р.) і, потенційно, – енергетичних культур (близько 7,5 млн. т н.е./рік за даними 2016 р.) [15].

Частина дров для опалення заготовлюється шляхом самозаготівлі населенням (домогосподарствами). Обсяг самозаготівлі у 2015 році оцінюється фахівцями ІТТФ НАН України у 4,38 млн. м³; припускається, що він зменшиться до 2,20 млн. м³ у 2035 році за рахунок розвитку цивілізованого ринку біопалива. При оцінці необхідних обсягів заготівлі деревного палива постійними лісокористувачами об'єм самозаготівлі вираховується із загального обсягу використання деревного палива.

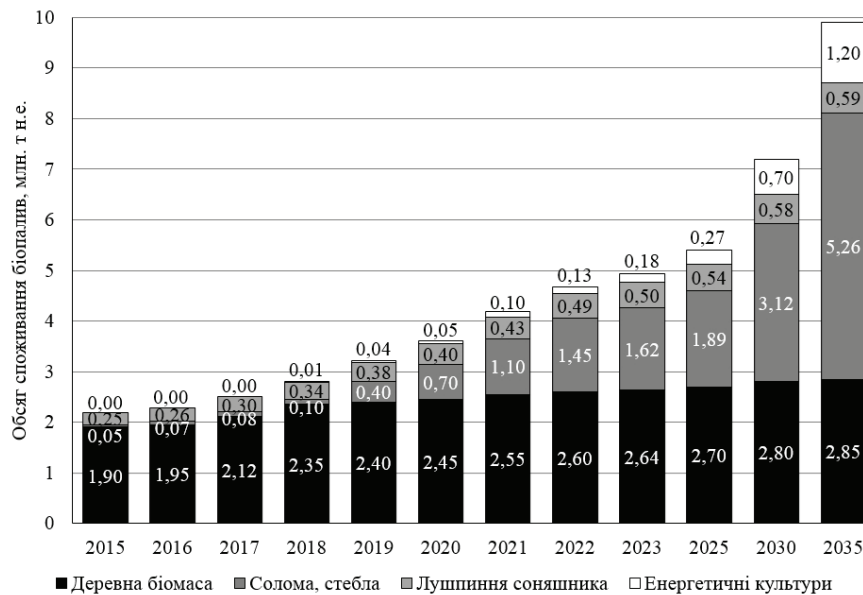


Рис. 1. Оцінка обсягу споживання біопалив в Україні за видами до 2035 року.

Видається, що частка рубки річного приросту деревини в Україні може бути збільшена з поточних 50,5 % (дані 2016 р.) до близько 70 % у 2035 р. (відповідає кращим європейським практикам).

При зазначеному підході та припущеннях частка деревного палива у загальній структурі твердого біопалива становитиме:

- з урахуванням самозаготівлі дров населенням (домогосподарствами) – 2,35 млн. т н.е. (12,36 млн. м³) у 2018 році із збільшенням до 2,85 млн. т н.е. (15,00 млн. м³) у 2035 році (рис. 1);
- без урахування самозаготівлі дров населенням

(домогосподарствами) – 1,76 млн. т н.е. (8,16 млн. м³) у 2018 році із збільшенням до 2,54 млн. т н.е. (12,80 млн. м³) у 2035 році (табл. 2).

Для забезпечення споживання зазначених обсягів твердого деревного палива (без урахування самозаготівлі дров населенням) об'єм його заготівлі постійними лісокористувачами має складати не менше 8,30 млн. м³ у 2018 році (у тому числі дрова – не менше 7,2 млн. м³, тріска – 1,1 млн. м³) із ростом до принаймні 13,0 млн. м³ у 2035 році (у тому числі дрова – не менше 9,5 млн. м³, тріска – 3,5 млн. м³) (табл. 2).

Табл. 2. Оцінка необхідних обсягів заготівлі деревного палива в Україні

Деревне паливо	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2025	2030	2035
Загальний обсяг використання, млн. т н.е. млн. м ³	1,90 10,0	1,95 10,26	2,12 11,15	2,35 12,36	2,40 12,63	2,45 12,89	2,55 13,41	2,60 13,68	2,70 14,20	2,80 14,73	2,85 15,00
Самозаготівля дров населенням, млн. т н.е. млн. м ³	0,62 4,38	0,62 4,38	0,61 4,30	0,59 4,20	0,56 4,00	0,54 3,80	0,49 3,50	0,45 3,20	0,40 2,85	0,35 2,50	0,31 2,20
Загальний обсяг використання без врахування самозаготівлі дров населенням, млн. т н.е. млн. м ³	1,28 5,62	1,33 5,88	1,51 6,85	1,76 8,16	1,84 8,63	1,91 9,09	2,06 9,91	2,15 10,48	2,30 11,35	2,45 12,23	2,54 12,80
Необхідний обсяг заготівлі постійними лісокористувачами: - дрова, млн. м ³ - тріска, млн. м ³ Всього, млн. м ³	6,29* н.д. –	6,92* н.д. –	7,10 н.д. –	7,20 1,10 8,30	7,40 1,40 8,80	7,60 1,70 9,30	8,00 2,10 10,10	8,30 2,60 10,90	8,60 3,10 11,70	9,20 3,30 12,50	9,50 3,50 13,00

* Фактично (статистичні дані); н.д. – немає даних.

Зобов'язання по заготівлі деревного палива постійними лісокористувачами у необхідних обсягах у період з 2018 р. до 2035 р. пропонується закріпити законодавчим чином у вигляді Постанови КМУ. Проекти запропонованих законодавчих актів наведено у роботі [1].

Пропозиції по сценарію забезпечення необхідних обсягів заготівлі деревного палива до 2035 року

Обсяг заготівлі деревного палива, що забезпечує потреби України відповідно до ключових показників Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, може бути досягнутий за рахунок збільшення площі рубок як головного користування, так і рубок формування/оздоровлення лісів.

Аналіз статистичних даних показує, що загальна площа рубок та заходів, пов'язаних з веденням лісового господарства, в Україні складала 504,2 тис. га у 1995 р., після чого постійно зменшувалася за рахунок площі рубок формування/оздоровлення лісів і досягла 386,4 тис. га у 2016 р. При цьому площа рубок головного

користування протягом зазначеного періоду часу зросла з 20,3 тис. га до 34,7 тис. га.

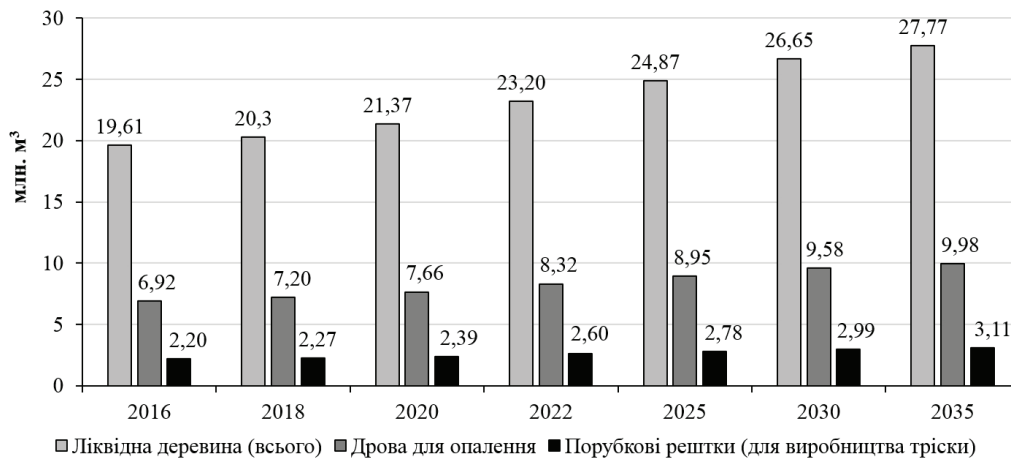
Пропонуємо збільшити площу рубок формування/оздоровлення лісів до 405,0 тис. га у 2035 р. (що суттєво нижче рівня 1995 р.) і площу рубок головного користування – до 45,0 тис. га у 2035 р. (що продовжує стати тенденцією росту, існуючу з 1995 р.). Тоді загальна площа, на якій буде здійснюватися заготівля деревини, становитиме 453,0 тис. га у 2035 р., що також значно нижче показника 1995 р.

При запропонованому сценарію росту площі рубок, а також поступовому підвищенні виходу ліквідної деревини з 1 га у ході рубок формування/оздоровлення лісів на 30 % від поточного рівня, заготівля ліквідної деревини у 2035 р. може досягти 27,77 млн. м³, у тому числі дров для опалення – 9,98 млн. м³. При цьому обсяг порубкових решток, доступних для потреб енергетики, оцінюється у 3,11 млн. м³ у 2035 р. (рис. 2). Таким чином повністю забезпечується необхідний об'єм заготівлі деревного палива (дров, тріски), визначений відповідно до ключо-

вих показників розвитку біоенергетики Енергетичної стратегії України на період до 2035 року.

Відповідно до розробленого сценарію, частка рубки

щорічного приросту деревини в Україні у 2035 р. складе 71,6 %, а частка рубки запасу деревини в лісах – 1,3 %, що відповідає кращим європейським практикам.



2016 р. – статистичні дані (заготівля ліквідної деревини, у т.ч. дров для опалення)

Рис. 2. Прогноз заготівлі ліквідної деревини та утворення порубкових решток в Україні.

Висновки

Серед бар'єрів, що перешкоджають створенню ринку біопалива в Україні, особливо вагомими є ті, що пов'язані із заготівлею деревного палива. Для подолання цих бар'єрів пропонується законодавчим чином покласти на постійних лісокористувачів обов'язок вивезення 80 % маси порубкових решток до найближчих доріг з метою виробництва твердого біопалива, запровадити заборону суцільного та часткового спалювання порубкових решток, а також увести облік всього обсягу порубкових решток, що утворюються. Крім того, вважаємо за доцільне зобов'язати постійних лісокористувачів здійснювати заготівлю деревного палива в обґрунтованих обсягах, що відповідають ключовим цілям Енергетичної стратегії України на період до 2035 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Пастух А.В., Драгнев С.В. *Можливості заготівлі деревного палива в лісах України. Аналітична записка БАУ №19, 2018* <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-19-ua.pdf>
2. *Енергетичний баланс України за 2016 рік*. Експрес-випуск Державної служби статистики України № 506/0/08.4вн-17 від 20.12.2017.
3. *Загальна характеристика лісів України, 2016 р.* Веб-сайт Держлісагентства http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867
4. *Лісокористування, 2012р.* Веб-сайт Держлісагентства http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=101934&cat_id=32876
5. *Проект Стратегії сталого розвитку та*

інституційного реформування лісового та мисливського господарства України на період до 2022 року, 2017 р. Веб-сайт Держлісагентства

http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=182224&cat_id=166243

6. *AEBIOM Statistical Report 2017* <http://www.aebiom.org/statistical-report-2017/statistical-report-2017-17-10-17/>

7. *Leen Kuiper. The harvest of forest residues in Europe, 2006*

<http://www.probos.nl/biomassa-upstream/pdf/reportBUSD15a.pdf>

8. *Handbook of Bioenergy Crop Plants*. Edited by Ch. Kole, Ch.P. Joshi, D.R. Shonnard. CRC Press, 2012, 811 p.

9. *Primary Forest Biomass*. Publication of Global CCS Institute

<https://hub.globalccsinstitute.com/publications/us-billion-ton-update-biomass-supply-bioenergy-and-bioproducs-industry/31-primary-forest-biomass>

10. *Bengt Nilsson. Extraction of logging residues for bioenergy*. Linnaeus University Dissertations N 270/2016

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1049815/FULLTEXT01.pdf>

11. *Developing technology for large-scale production of forest chips*. TEKES, Finland, Final Report, 2004

12. *Правила рубок головного користування*. Затверджено Наказом Державного Комітету лісового господарства України від 23.12.2009 № 364 <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0085-10>

13. *Порядок видачі спеціальних дозволів на використання лісових ресурсів*. Затверджено Постановою КМУ від 23.05.2007 № 761 <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/761-2007-%D0%BF>

14. *Енергетична стратегія України на період до 2035 року* «Безпека, енергоефективність,

конкурентоспроможність». Схвалено Розпорядженням КМУ від 18.08.2017 № 605-р

<http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=250250456>

15. Гелетука Г.Г., Железна Т.А., Драгнев С.В.,

Баитовий А.І. Перспективи використання біомаси від обрізки та видалення багаторічних сільськогосподарських насаджень для виробництва енергії в Україні // Промислова теплотехніка. – 2018. – Т. 40, № 1. – С. 115-121.

ANALYSIS OF OPPORTUNITIES FOR HARVESTING WOOD FUEL IN THE FORESTS OF UKRAINE

Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Drahnev S.V., Bashtovyi A.I.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine,
vul. Zhelyabova, 2a, Kyiv, 03680, Ukraine

Purpose of the study is to assess opportunities for the increase in harvesting wood fuel in Ukrainian forests in accordance with key targets of bioenergy development stated in the national strategic documents. Bioenergy has been developing quite dynamically in Ukraine lately, which has led to permanently increasing demand for biofuels. This requires stable functioning of the biofuel market, which is not well developed in Ukraine now. There are some barriers to the creation of the effective biofuel market in Ukraine. Three of them that are connected with the harvesting of wood fuel are considered. The ways to overcome these barriers are proposed. These ways take into account current characteristics of Ukrainian forests, which influence the possibility of wood fuel harvesting, and dynamics of their changes. It is proposed: (a) to impose on the regular forest users the obligation to haul logging residues to the nearest roads for the purpose of producing solid biofuels (for 80% of the mass of logging residues); (b) to prohibit the entire and partial combustion of logging residues; (c) to introduce the accounting of logging residues by taking into account their

full mass in felling permits; (d) to impose obligations on regular forest users to carry out the harvesting of solid wood fuel in determined volumes. The scenario of increasing the volume of wood fuel harvesting, which corresponds to the key indicators of bioenergy development stated in the Energy Strategy of Ukraine until 2035, is proposed. The required increase may be achieved by the raising of the use (felling) of the annual wood increment from current 50.5 % to about 70 %, which is in line with the best European practices.

References 15, tables 2, figures 2.

Key words: bioenergy, biomass, biofuel, wood biomass, wood biofuel, logging residues, wood chips, wood fuel harvesting

1. Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Pastukh A.V., Drahnev S.V. *Mozhlyvosti zahotivli derevnoho palyva v lisakh Ukrainy. Analitychna zapyska BAU №19 [Opportunities for wood fuel harvesting in forests of Ukraine. UABio's Position paper N 19]*, 2018. (Ukr.) <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-19-ua.pdf>

2. *Enerhetychnyi balans Ukrainy za 2016 rik. Ekspres-vypusk Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy № 506/0/08.4vn-17 vid 20.12.2017 [Energy balance of Ukraine for 2016. Express-issue by the State Statistics Services of Ukraine № 506/0/08.4VN-17 of 20.12.2017]* (Ukr.)

3. *Zahalna kharakterystyka lisiv Ukrainy. Veb-sait Derzhavnoho ahentstva lisovykh resursiv Ukrainy [General characteristics of forests of Ukraine. The website of the*

State Forest Resources Agency of Ukraine] (Ukr.) http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867

4. *Lisokorystuvannia*, 2012 r. Veb-sait Derzhavnoho ahentstva lisovykh resursiv Ukrainy [Forest management, 2012. The website of the State Forest Resources Agency of Ukraine] (Ukr.)

http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=101934&cat_id=32876

5. *Proekt Stratehii staloho rozvytku* ta instytutsiinoho reformuvannia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva Ukrainy na period do 2022 roku, 2017 r. Veb-sait Derzhavnoho ahentstva lisovykh resursiv Ukrainy [Draft Strategy for Sustainable Development and Institutional Reforms of the Forestry and Hunting Sector of Ukraine for the period up to 2022, 2017] (Ukr.)

http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=182224&cat_id=166243

6. *AEBIOM Statistical Report 2017* <http://www.aebiom.org/statistical-report-2017/statistical-report-2017-17-10-17/>

7. *Leen Kuiper*. The harvest of forest residues in Europe, 2006

<http://www.probos.nl/biomassa-upstream/pdf/reportBUSD15a.pdf>

8. *Handbook of Bioenergy Crop Plants*. Edited by Ch. Kole, Ch.P. Joshi, D.R. Shonnard. CRC Press, 2012, 811 p.

9. *Primary Forest Biomass*. Publication of Global CCS Institute

<https://hub.globalccsinstitute.com/publications/us-billion-ton-update-biomass-supply-bioenergy-and-bioproducts-industry/31-primary-forest-biomass>

10. *Bengt Nilsson*. Extraction of logging residues for

bioenergy. Linnaeus University Dissertations N 270/2016 <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1049815/FULLTEXT01.pdf>

11. *Developing technology* for large-scale production of forest chips. TEKES, Finland, Final Report, 2004

12. *Pravyla rubok* holovnoho korystuvannia. Zatverdzheno Nakazom Derzhavnoho Komitetu lisovoho hospodarstva Ukrainy vid 23.12.2009 № 364. [Rules for major felling. Approved by the Resolution of the State Forestry Committee of Ukraine N 364 of 23.12.2009] (Ukr.) <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0085-10>

13. *Poriadok vydachi spetsialnykh dozvoliv* na vykorystannia lisovykh resursiv. Zatverdzheno Postanovoioi KMU vid 23.05.2007 № 761 [The procedure for issuing special permits for the use of forest resources. Approved by CMU Resolution №761 of 23.05.2007] (Ukr.) <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/761-2007-%D0%BF>

14. *Enerhetychna stratehiia Ukrainy* na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist». Skhvaleno Rozporiadzhenniam KMU vid 18.08.2017 № 605-r [Energy strategy of Ukraine for the period up to 2035. Security, energy efficiency, competitiveness. Approved by CMU Resolution №605-p of 18.08.2017] (Ukr.)

<http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=250250456>

15. *Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Drahnev S.V., Bashtovyi A.I.* Perspektyvy vykorystannia biomasy vid obrizky ta vydalennia bahatorichnykh silskohospodarskykh nasadzen dlia vyrobnytstva enerhii v Ukraini [Prospects for using biomass from agrarian pruning and plantation removal in Ukraine], *Promyslova teplotekhnika* [Industrial Heat Engineering]. 2018. V. 40, № 1. P. 115-121. (Ukr.)

Отримано 12.02.2018

Received 12.02.2018