

УДК 697:378.091.6

О. М. ПШІНЬКО¹, В. О. ГАБРИНЕЦЬ^{2*}

¹Каф. «Будівлі та будівельні матеріали», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, ел. пошта pshinko@r.diit.edu.ua, ORCID 0000-0002-1598-2970

^{2*}Каф. «Теплотехніка», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 87, ел. пошта gabrin62@mail.ru, ORCID 0000-0002-6115-7162

ЕКОНОМІЧНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ВІДНОВЛЮВАНИХ БІОРЕСУРСІВ У ЕНЕРГЕТИЦІ

Мета. У дослідженні розглядаються економічні можливості переходу роботи теплогенеруючих потужностей Дніпровського регіону на відновлювані джерела енергії, а саме таке біопаливо, як солома. Головною метою роботи є розрахунок економічних можливостей та вартості конкретних заходів для такого переходу. Перехід на відновлювані джерела енергії приведе до значного скорочення витрат традиційних енергетичних ресурсів на опалення. Як приклад береться котельня компактного містечка Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ), що споживає природний газ. **Методика.** На основі аналізу законодавчої бази, яка стимулює використання відновлюваних джерел енергії, розглядається можливість переходу частки потужностей котельні на застосування соломи як палива. У роботі визначаються можливості Дніпровського регіону щодо забезпечення отримання та поставок соломи для роботи теплогенеруючих потужностей протягом опалювального сезону. Аналізуються вартісні показники перевезень вантажів територією України в 2016 році, які залежать від відстані, а також від розміру вантажівок. Ці показники, а також показники, що пов'язані з купівлею соломи, розглядаються разом з енергетичними можливостями застосування соломи як палива. **Результати.** За існуючого в Україні на 2016 рік стану сільського господарства відносно продуктивності зернових та вартісних показників у галузі перевезень перевід частки потужностей на відновлюване паливо є досить рентабельним. Вартість одиниці теплової потужності при цьому може бути знижена в чотири рази. **Наукова новизна.** Вперше запропоновано використовувати нові комплексні підходи для оцінки вартості одиниці потужності теплової котельні при переході її на застосування відновлюваних джерел енергії. Авторами також запропонована нова логістика доставки цих джерел до місця їх споживання. З технічної та вартісної сторін визначено оптимальний порядок переведення потужностей на нові відновлювані джерела енергії в конкретному регіоні залежно від структури посівних площ та їх продуктивності. **Практична значимість.** Запропоновані рішення й підходи щодо забезпечення частки потужностей котельні відновлюваними джерелами енергії можуть бути реалізовані при відносно невеликих капіталовкладеннях та можуть дати значний економічний ефект.

Ключові слова: біоресурси; солома; вартість перевезення; собівартість одиниці потужності; відновлювані джерела енергії; врожайність біоресурсів.

Вступ

Проблема енергозаощадження та перехід на технології, які дозволяють частково або повністю відійти від використання газу та іншого викопного органічного палива, є пріоритетною в Україні на сьогодні. Споживаючи традиційні енергоносії за застарілими технологіями для теплозабезпечення споруд житлового, рекреаційного та промислового призначення, Україна витрачає у 3-4 рази більше палива на одиницю ВВП порівняно з розвинутими країнами. Це в першу чергу пов'язано з відсутністю мотивації до використання сучасних науково-технічних

технологій та із слабкою розробкою самих технологій. Впровадження в системах енергозабезпечення нових інженерних і конструктивних рішень, у яких передбачено комплексне використання енергії відновлюваних джерел (сонячна та геотермальна енергії, біоенергія та ін.), дозволить розв'язати важливу господарську та науково-технічну проблему скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів для України. Це відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2030 р.» та іншим законодавчим документам.

Тому в Україні та світі для забезпечення споживачів електричною та тепловою енергією

поширюється комбіноване генерування цих видів енергії при використанні енергії альтернативних джерел. Впровадження таких технологій енергогенерування дозволить вирішити проблему неефективного використання енергії споживачами, бо це призводить до надзвичайно високого рівня питомого споживання енергії в країні.

Ефективність роботи системи енергозабезпечення з позиції економного енерговикористання потребує одночасного вирішення питань:

- вибору джерел енергії для комплексної системи енергозабезпечення;
- визначення впливу складових елементів системи енергозабезпечення на рівень енергетичної ефективності;
- вибору простої та ефективної методики техніко-економічної оцінки ефективності експлуатації комплексної системи енергозабезпечення.

Мета

Біоенергетика була головним джерелом енергії для людства протягом приблизно 500 тисячоліть. З кінця 19 століття її поступово витіснили такі джерела енергії, як вугілля, нафта, газ та атомна енергія. Однак починаючи з 1973 року людство все більше уваги приділяє відновлюваним джерелам енергії (ВДЕ), серед яких біоенергія займає особливе місце. У першу чер-

гу це пов'язано з можливістю одночасно вирішувати дві важливі проблеми людства: продовольчу та енергетичну.

У цій роботі вивчається питання виробництва енергії для котельні з біомаси, яка виробляється в Дніпровському регіоні. Особлива увага приділена визначенню цільових показників економічної доцільності реалізації такого проєкту, оптимальних обсягів виробництва теплової енергії з біоресурсів та можливості забезпечення котельні паливною сировиною. Такий підхід відповідає національній енергетичній стратегії держави щодо збільшення частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі країни та плану заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 р. щодо стимулювання використання відновлюваних джерел енергії.

Як приклад, розглянемо котельню Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Вартість природного газу для котельні в 2015 р. становила 9 600 грн за 1 тис. куб.м з ПДВ. Перелік основного теплогенеруючого обладнання, яке є в котельні, наведений у табл. 1.

Графік розподілу вироблення теплової енергії для котельні за місяцями 2015 року наведено на рис. 1.

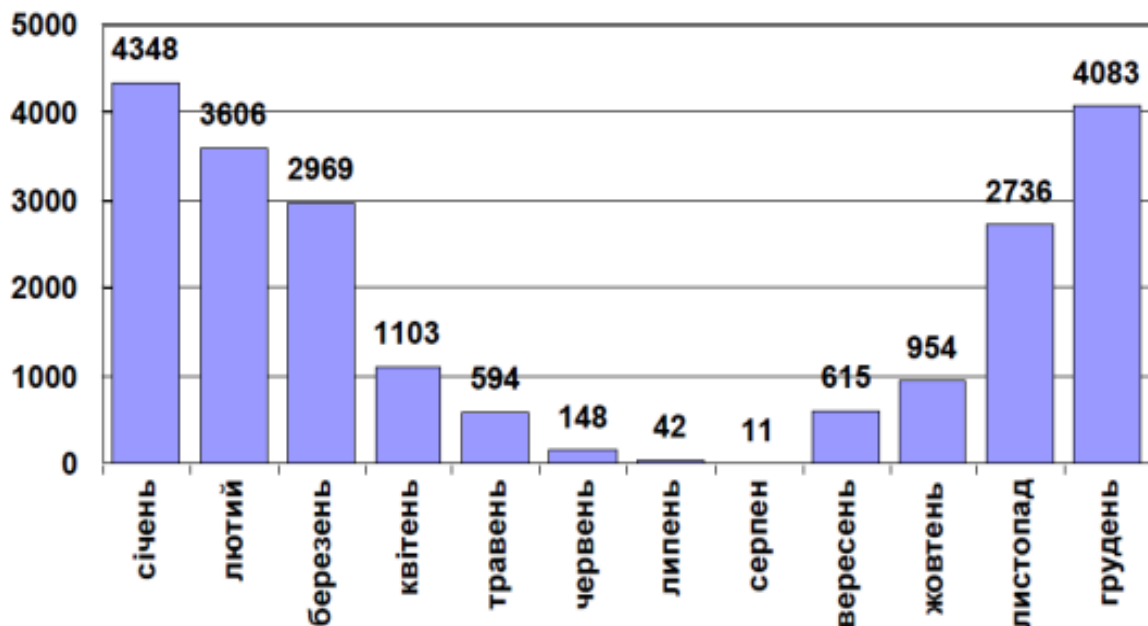


Рис. 1. Річний план постачання теплової енергії котельні за 2015 р., Гкал

Таблиця 1

Перелік основного обладнання котельні

Теплогенеруюче обладнання	Тип, марка котла	Потужність, Гкал	ККД, %
Котел № 1 (робочий)	КВГ-6.5-150	6,5	90
Котел № 2 (в резерві)	КВГ-6.5-150	6,5	89
Котел № 3 (на консервації)	КВГ-4-150	4	91
Котел № 4 (робочий)	Е-1/9	1	85
Котел № 5 (робочий)	Е-1/9	1	85
Котел № 6 (резервний)	Е-1/9	1	85

Методика

Теплова енергія буде вважатися такою, що отримана з дотриманням критеріїв сталого розвитку, коли її виробництво включатиме екологічний та соціальний фактори та мінімізуватиме свій вплив протягом життєвого циклу по всьому ланцюгу постачання стосовно соціально-економічного оточення. Директива Європарламенту з відновлюваних джерел енергії 2009/28/ЕС визначає та робить обов'язковими для дотримання критерії сталості. Комісією були розроблені та рекомендовані схеми сталості для певних видів біомаси, а країни-члени наразі в процесі запровадження національних критеріїв сталості біомаси. Серед критеріїв сталості для твердої біомаси, що використовується для виробництва теплової енергії в котельні, можна розглядати такі:

1) скорочення випусків парникових газів при впровадженні біоенергетичних технологій має становити не менше 35 % порівняно з аналогічним використанням викопного палива, з 1 січня 2017 р. – не менше 50 %, з 1 січня 2018 р. – не менше 60 % для установок, введених в експлуатацію з 01.01.2017. Цей критерій виконується, оскільки скорочення випусків парникових газів протягом всього життєвого циклу технології виробництва теплової енергії із агробіомаси (агропелет) становить близько 88...92 % (цей показник був розрахований для котельної установки меншої потужності та для умов України);

2) висока ефективність процесу виробництва теплової енергії з біомаси. Цей критерій виконується, оскільки котельня на агробіомасі характеризується ефективністю на рівні не нижче 85 %;

3) соціальний ефект, що пов'язаний зі створенням нових робочих місць. Цей критерій також виконується – введення в експлуатацію котельні на біомасі з виробництвом 1 ГВт·год теплової енергії створює 1,6 робочих місць, у т.ч. на суміжних ринках. Таким чином, очікується, що реалізація проекту приведе до створення 5-6 нових додаткових робочих місць порівняно з базовою ситуацією (без ланцюга логістики, оскільки це окремий сектор виробництва біопалива; тут розглядається лише приріст робочих місць у котельні – джерелі теплової енергії).

Проаналізуємо законодавчу базу стосовно відновлюваної енергетики України, у тому числі в секторі біоенергетики. Закон України «Про альтернативні види палива» [2] визначає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва (видобутку) і використання альтернативних видів палива. У законі «Про альтернативні види палива» дається визначення основних понять у секторі біоенергетики: біомаса, біопаливо, біогаз, виробник біопалива, тверде біопаливо та ін. Так, згідно із законом: біомаса – біологічно відновлювана речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів.

Біологічні види палива (біопаливо) – тверде, рідке та газове паливо, виготовлене з біологічно відновлюваної сировини (біомаси), яке може використовуватися як паливо або компонент інших видів палива.

Розглянемо механізми стимулювання та розвитку відновлюваних джерел енергії. Зокрема,

прийнято Постанову КМУ № 293 від 09.07.2014 «Про стимулювання заміщення природного газу у сфері теплопостачання», що набрала чинності з 01.10.2014 [3]. У разі виробництва теплової енергії для населення різниця між тарифом на виробництво теплової енергії на теплогенеруючих установках (крім теплоелектроцентралей, теплоелектростанцій і атомних електростанцій) з використанням будь-яких видів палива та енергії (за винятком природного газу) і тарифом на виробництво теплової енергії на звичайних теплогенеруючих установках з використанням будь-яких видів палива та енергії (за винятком природного газу) підлягає компенсації з державного бюджету. Органам місцевого самоврядування рекомендується сприяти реалізації інвестиційних проектів з виробництва теплової енергії з використанням будь-яких видів палива та енергії (за винятком природного газу), у тому числі з відновлюваних джерел енергії.

Також важливою є Постанова КМУ № 453 від 10.09.2014 «Про стимулювання заміщення природного газу під час виробництва теплової енергії для установ та організацій, що фінансуються з державного і місцевого бюджетів» [4]. Згідно з цією Постановою, тариф на виробництво теплової енергії для бюджетних установ та організацій на теплогенеруючих установках (крім ТЕЦ, ТЕС і АЕС) з використанням будь-яких видів палива та енергії (за винятком природного газу) встановлюється на 0.8 рівня діючого тарифу на виробництво теплової енергії для бюджетних установ та організацій з використанням природного газу та переглядається в разі зміни граничного рівня ціни на природний газ, що використовується для виробництва теплової енергії для бюджетних установ та організацій. Постанова набрала чинності з 1 жовтня 2014 р. та діє до 1 жовтня 2019 року.

В Україні розроблено низку важливих програм/стратегій стосовно пріоритетних напрямків розвитку сектору ВДЕ. Деякі з них є чинними, інші перебувають у статусі проекту. В Енергетичній стратегії України на період до 2030 року зазначено, що Україна має значний потенціал розвитку біоенергетики. Для широкого комерційного використання найближчими роками доцільно впроваджувати технології спалювання біомаси в котлах і технології збору й утилізації біогазу на полігонах твердих побутових відходів, оскільки ці технології поки що

найкраще розроблені. Потенційна встановлена потужність у сегменті біоенергетики може становити 10-15 ГВт теплових й 1-1,5 ГВт електричних. Затверджено Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. План дій було розроблено на виконання Україною її зобов'язань як члена Енергетичної спілки. Головна мета документа – довести в 2020 році до 11 % частку енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому енергоспоживанні країни. Згідно з проектом Плану дій, у 2020 році на опалення/охолодження буде використовуватися 4 млн т н.е. біомаси, у тому числі твердої – 3,9 млн т н.е., біогазу – 0,1 млн т н.е. Встановлена потужність об'єктів електроенергетики на біомасі становитиме у 2020 році 530 МВт (1,1 % загального обсягу виробництва), у тому числі на твердій біомасі – 400 МВт, на біогазі – 130 МВт.

Результати

Питанням економії традиційних ресурсів у ДНУЗТ надають великого значення [5, 6]. У цій статті проаналізовано можливості переведення частки потужностей котельні університетського містечка для генерації теплової енергії на біопаливо. При цьому бралися до уваги сучасні підходи стосовно ефективності систем теплопостачання [7], а також їх термомодернізації [8]. Оцінка такого переходу здійснювалася за сучасними підходами [9, 10]. Бралися також до уваги можливі зміни технічних характеристик обладнання при роботі на новому виді палива [11-14]. Після зробленого аналізу було запропоновано для спалювання біомаси встановити спеціальні котли. Реконструкція котельні з переведенням на біомасу частини потужностей з використанням існуючої будівлі технічно повністю можлива. Для цього є всі необхідні передумови, а саме: вільне місце у котельні, наявність інфраструктури, наявність будівлі під склад біопалива в безпосередній близькості до котельні (5 м), наявність вільних і просторих під'їзних шляхів для маневру будь-якого автотранспорту, наявність точки підключення до електромережі, димової труби, наявність навантаження на ГВП влітку (частково) і взимку. У будівлі існуючої котельні достатньо місця (10x5x8 м) для встановлення одного котла на біомасі потужністю до 3,0...3,5 МВт або двох

котлів по 1,5...1,75 МВт. Для цього треба здійснити демонтаж і перенесення існуючого допоміжного обладнання (насосів, теплообмінників, димоходів, тощо). Взагалі котельня відрізняється нещільним розміщенням існуючого обладнання усередині будівлі, тому більш компактне розміщення допоміжної інфраструктури забезпечить достатньо місця для потужності до 3,5 МВт на біомасі. Як буде показано далі, оптимальною потужністю котла на біомасі можна вважати діапазон більше 2 МВт. Такий діапазон потужності також добре узгоджується із простором, наявним у котельні та в господарській будівлі для складу, за габаритами. Як зазначено вище, газова котельня може бути частково реконструйована для спалювання біомаси та буде залишатися у власності ДНУЗТ. Як і раніше, планується забезпечувати 100 % цілорічну потребу споживачів у тепловій енергії для потреб опалення та ГВП. Облік відпущеної теплової енергії з котельні планується здійснювати на основі показників приладів автоматичного обліку.

Наукова новизна та практична цінність

Ресурси соломи з Дніпровського регіону як палива визначаються, з одного боку, її теплотворною здатністю, а з іншого - кількістю самої соломи біля місця її споживання як палива. Теплотворна здатність соломи, МДж/кг, різних видів становить:

Пшенична солома.....	17-18
Рапсова солома.....	16-17

Кукурудза.....	18
Деревина.....	18,5

Для розрахунку можливої кількості зібраної соломи потрібно враховувати врожайність пшениці. За статистичними даними для Дніпровського регіону кількість соломи з одного гектара за масою буде дорівнювати 0,8-1 від врожайності пшениці. Розбіжність пов'язана із сортом та технологією збирання. У подальших розрахунках ми будемо застосовувати найнижчий коефіцієнт 0,8. У Дніпропетровській області 63 % земель зайняті посівними площами. Це складає для регіону 1 968 тис га. Частка зернових становить 55 % від загальної площі під посівними культурами. Будемо вважати врожайність пшениці та ячменю в середньому 30 центнерів з гектара. Як центр доставки соломи з будь-якого напрямку прийемо котельню ДНУЗТ.

Тоді потенційну кількість соломи в тоннах, яку можна отримати для котельні з площі радіусом R , можна обчислити за співвідношенням:

$$M(R) = \int_0^{20} 0,63 \cdot 0,55 \cdot I \cdot \pi \cdot K \cdot R \cdot dR, \quad (1)$$

де K - коефіцієнт, який визначає частку соломи, що можна застосовувати для опалення. Він приблизно дорівнює 0,5. Інша солома застосовується як корм для скота; 0,63 – загальна частка посівних площ області, 0,55 – частка, яка зайнята під посів зернових.

Результати підрахунок маси зібраної соломи за співвідношенням (1) наведено на рис. 2.

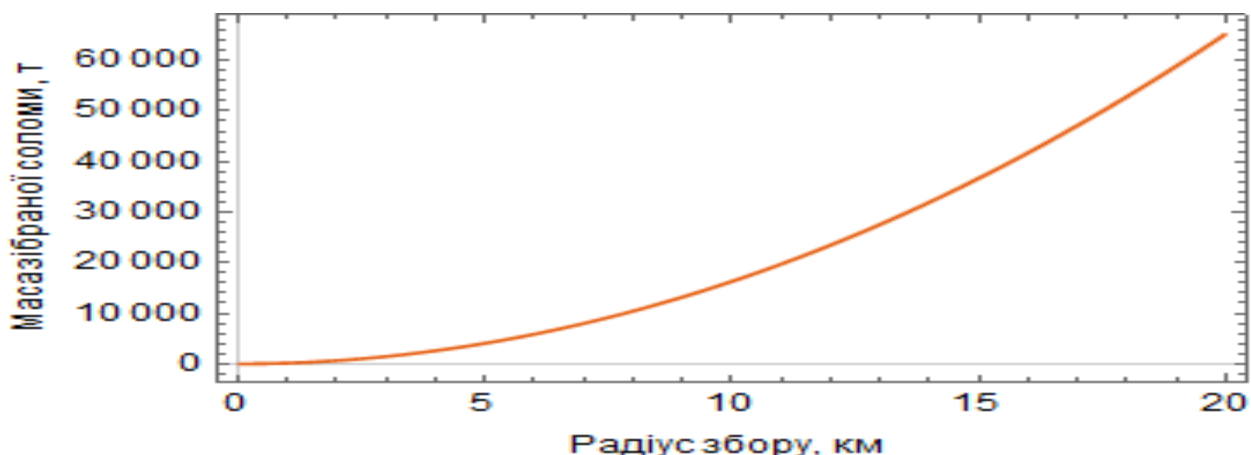


Рис. 2. Можлива кількість зібраної соломи біля міста Дніпра

Можлива потужність котельні за умов безперервної роботи протягом опалювального сезону (триває 180 днів), яку здатна забезпечити

зібрана біля м. Дніпра з різної площі солома при ККД ТЕЦ 0,82, теплотворній здатності соломи 17 МДж/кг, наведена на рис. 3.

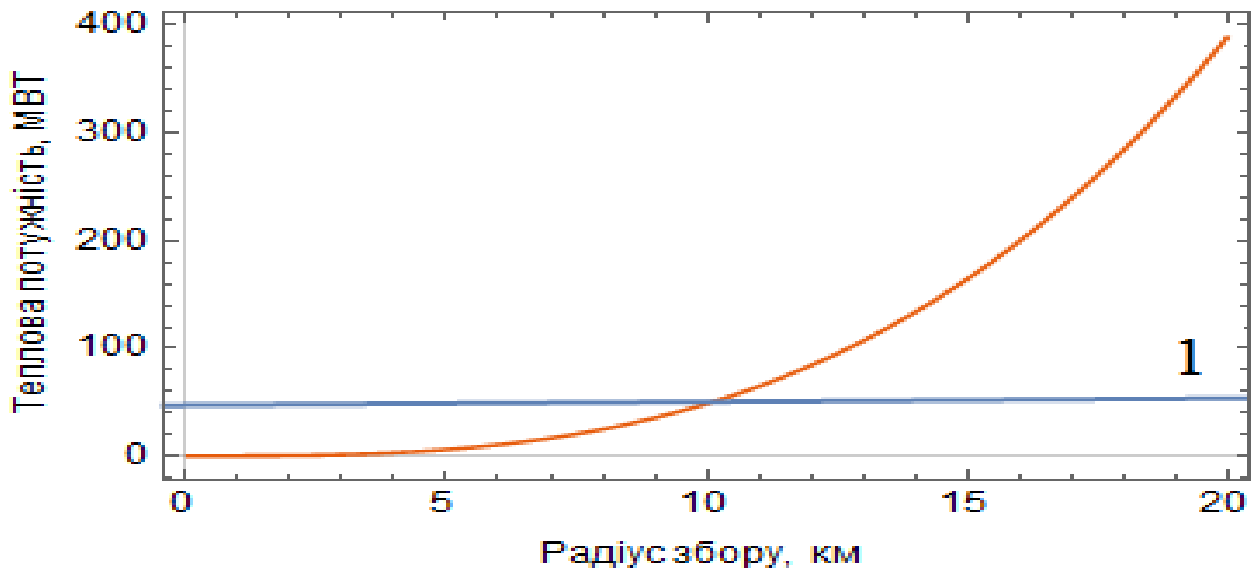


Рис. 3. Можливі потужності ТЕЦ, яка працює на зібраній біля м. Дніпра соломі

З графіка видно, що для того щоб забезпечити безперервну роботу котельні ДНУЗТ протягом опалювального сезону потрібно збирати соломі в радіусі не більш 11 км. При переході на біопаливо потрібно враховувати не тільки його вартість, а також вартість перевезень.

Вартість перевезень по Україні залежить від відстані перевезення. Якщо апроксимувати дані різних фірм відносно вартості одного тоннокілометра в 2016 році квадратичною залежністю, отримуємо співвідношення

$$S(R) = 3,53214 - 0,0114295 R + 0,0000160748 R^2 \quad (2)$$

Для лінійної залежності маємо співвідношення:

$$S(R) = 3,39517 - 0,0077453 R, \quad (3)$$

де $S(R)$ - вартість одного тоннокілометра для 2016 року, R - відстань перевезення вантажу.

Обробка статистичних даних щодо вартості одного тоннокілометра для 2016 року для лінійної та квадратичної залежностей наведена на рис. 4.

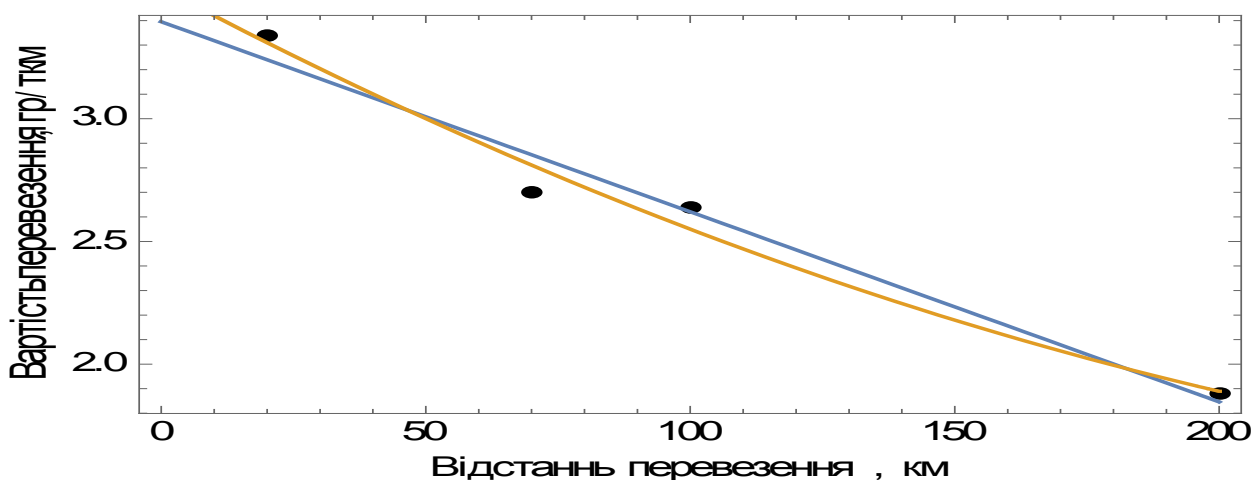


Рис. 4. Середня вартість перевезень вантажу для України в 2016 році

Сама вартість соломи для України складає від 500 до 1 500 грн за тону. Цю соломі потрібно також доставити до котельні. Тож треба

брати до уваги також вартість доставки соломи для котельні. Загальну вартість соломи можна обчислити за формулою:

$$S_d = S_c \cdot M(R) + \int_0^{R^2} M(R) \cdot S(R) \cdot dR, \quad (4)$$

де S_d - сумарна вартість купленої та доставленої соломи, грн; S_c - вартість купівлі соломи, грн; $S(R)$ - вартість доставки соломи залежно від відстані, грн; $M(R)$ - маса зібраної соломи залежно від радіуса збору, т; R - радіус збору, км.

Розрахунок витрат на купівлю та доставку соломи до котельні за співвідношенням (4) наведено на рис. 5.

Була також обчислена вартість 1 МВт потужності котельні залежно від відстані збору соломи.

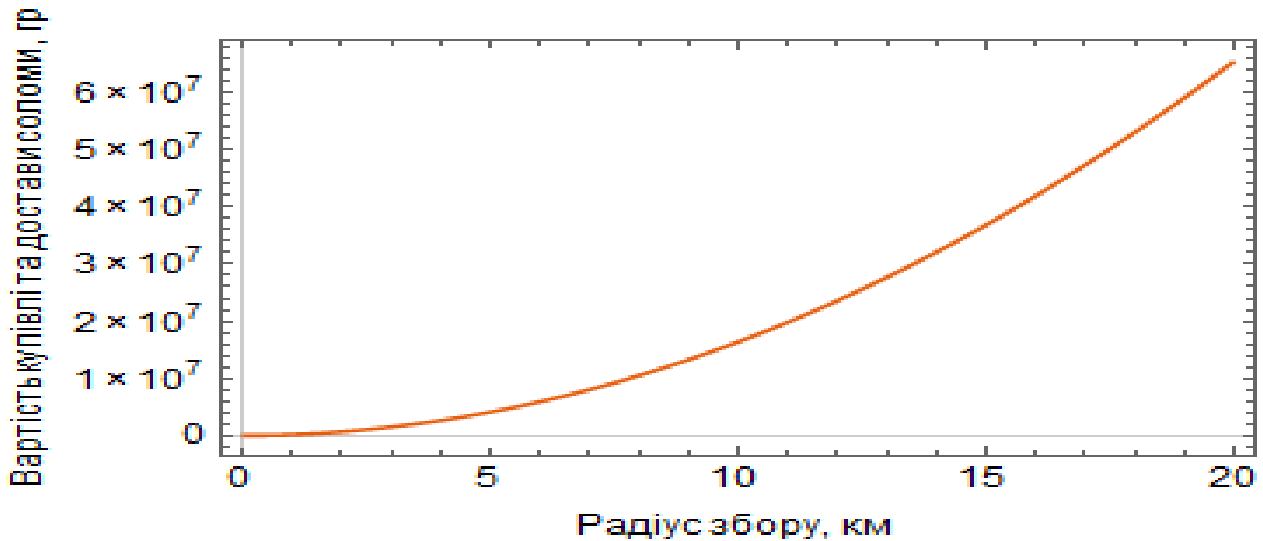


Рис. 5. Вартість доставки зібраної соломи з урахуванням вартості купівлі

Розрахунок здійснювався за співвідношенням:

$$S_1 = \frac{M(R) \cdot r \cdot f}{T_R \cdot S_d} \quad (5)$$

$M(R)$ - маса зібраної соломи; r - теплотворна здатність соломи, $r = 17$ МДж/кг, коефіці-

єнт корисної дії котельні, 0,82; T_R - тривалість опалювального сезону, $T_R = 180$ діб; S_d - вартість купівлі та доставки соломи. Результати розрахунку за співвідношенням (5) наведені на рис. 6.

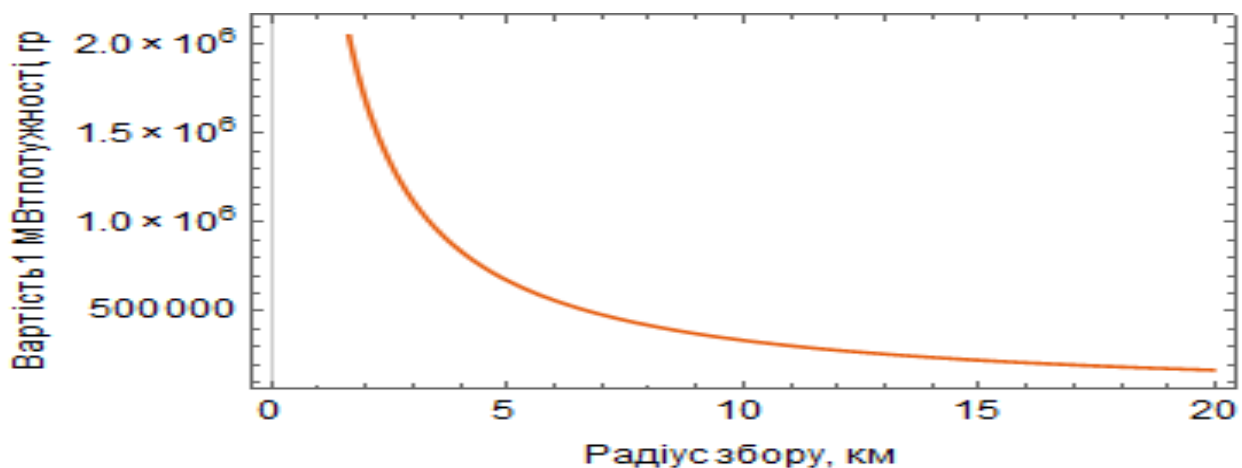


Рис. 6. Вартість 1 МВт потужності котельні залежно від відстані збору соломи

Для порівняння вартість 1 МВт протягом опалювального сезону для газу за ціною 9 600 гривень за 1000 м³ дорівнюватиме 5,68976

·10⁶ гривень, тобто буде в чотири рази дорожчою.

Висновки

Таким чином, на прикладі котельні ДНУЗТ доведена можливість переведення частки потужностей котельень Дніпровського регіону на застосування біопалива. За існуючого стану щодо собівартості купівлі та перевезень біопалива собівартість однієї гігакалорії буде приблизно в чотири рази нижчою порівняно із застосуванням природного газу як палива. При зростанні потужностей котельні перехід її на біопаливо є більш рентабельним. Звичайно, є необхідність перебудови котлів під конкретний тип біопалива і це потребує значних коштів. Однак окупність при застосуванні біопалива складає 3-5 років.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року : Розпорядження від 1 жовтня 2014 р. № 902-р / Кабінет Міністрів України. Режим доступу – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-p>
2. Про альтернативні джерела енергії: Закон від 20.02.2003 № 555-IV / Верховна Рада України. Режим доступу – <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/555-15>
3. Про стимулювання заміщення природного газу у сфері теплопостачання: Постанова КМУ від 09.07.2014 № 293 Режим доступу – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/293-2014-p>
4. Про стимулювання заміщення природного газу під час виробництва теплової енергії для установ та організацій, що фінансуються з державного і місцевого бюджетів : Постанова КМУ від 10.09.2014 № 453. Режим доступу - <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/453-2014-p>
5. Пшінько О. М. Підвищення ефективності роботи системи теплопостачання інфраструктури громадських будівель на прикладі ДНУЗТ / О. М. Пшінько, В. Г. Кузнецов, Д. К. Яценко, В. О. Габрінець // Наука та прогрес транспорту. – 2016. – № 3 (63). – С. 97–107.
6. Пшінько О. М. Аналіз ефективності системи теплопостачання студмістечка Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту // О. М. Пшінько, В. А. Габрінець, В. М. Горячкін // Наука та прогрес транспорту. – 2014. – № 2 (50). – С. 74–82.
7. Показники ефективності систем теплопостачання // В. І. Дешко, М. М. Шовколюк, Ю. В. Шовколюк, С. М. Дудніков // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання : наук.-техн. зб. – Київ, 2012. – Вип. 16. – С. 182–192.
8. Никитин Е. Е. Концептуальные вопросы модернизации теплообеспечения населенных пунктов Украины / Е. Е. Никитин // Проблемы загальної енергетики : наук. зб. / Нац. акад. наук України, Ін-т заг. енергетики. – Київ, 2012. – Вип. 2. – С. 5–11.
9. ДСТУ 4472-2005. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги. – Київ : Держстандарт України, 2005. – 28 с.
10. Никитин Е. Е. Оценка технико-экономической эффективности комплексной термомодернизации централизованной системы теплоснабжения и зданий / А. В. Дутка, Е. Е. Никитин // Энергетика и ТЭК. – 2013. – № 9 (126). – С. 22–26.
11. Dawid Taler, Experimental determination of correlations for average heat transfer coefficients in heat exchangers on both fluid sides // Dawid Taler, Heat Mass Transfer (2013) 49:1125–1139 DOI 10.1007/s00231-013-1148-5
12. Magdalena Jaremkiewicz ,Accurate measurement of unsteady state fluid temperature / Magdalena Jaremkiewicz, Heat Mass Transfer 2016, DOI 10.1007/s00231-016-1866-6
13. Heiland HG. Flow and temperature field measurements of thermal convection in a small vertical gap using liquid crystals./ Heiland HG, Wozniak G., Wozniak K.// Heat Mass Transf, (2007), 43:863–870
14. IStephan P., Local heat flow and temperature fluctuations in wall and fluid in nucleate boiling systems // Stephan P., Fuchs T (2009),. Heat Mass Trans 45:919–928

А. Н. ПШИНЬКО¹, В. А. ГАБРИНЕЦ^{2*}

¹Каф. «Здания и строительные материалы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепр, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, эл. почта pshinko@r.diiit.edu.ua, ORCID 0000-0002-1598-2970

^{2*}Каф. «Теплотехника», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепр, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 87, эл. почта gabrin62@mail.ru, ORCID 0000-0002-6115-7162

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Цель. В исследовании рассматривается экономическая возможность перехода работы теплогенерирующих мощностей Днепропетровского региона на возобновляемые источники энергии, в частности такое биотопливо, как солома. Главной целью работы является просчет экономических возможностей и стоимости конкретных мероприятий для такого перехода. Переход на возобновляемые источники энергии приведет к значительному сокращению расходов традиционных энергетических ресурсов на отопление. В качестве примера берется котельная компактного городка Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДНУЖТ), которая потребляет природный газ. **Методика.** На основе анализа законодательной базы, которая стимулирует использование возобновляемых источников энергии, рассматривается возможность перехода части мощностей котельной на применение соломы в качестве топлива. В работе определяются возможности Днепропетровского региона по обеспечению получения и поставок соломы для работы теплогенерирующих мощностей в течение отопительного сезона. Анализируются стоимостные показатели перевозок грузов по территории Украины в 2016 году, которые зависят от расстояния, а также от размера грузовиков. Эти показатели, а также показатели, связанные с покупкой соломы, рассматриваются совместно с энергетическими возможностями применения соломы в качестве топлива. **Результаты.** При существующем в Украине в 2016 году состоянии сельского хозяйства относительно производительности зерновых и стоимостных показателей в области перевозок перевод части мощностей на возобновляемое топливо достаточно рентабельный. Стоимость единицы тепловой мощности при этом может быть снижена в четыре раза. **Научная новизна.** Впервые предложено использовать новые комплексные подходы для оценки стоимости единицы мощности тепловой котельной при переходе ее на применение возобновляемых источников энергии. Авторами также предложена новая логистика доставки этих источников в место их применения. С технической и стоимостной сторон определен оптимальный порядок мощностей перевода на новые возобновляемые источники энергии в конкретном регионе в зависимости от структуры посевных площадей и их продуктивности. **Практическая значимость.** Введение предлагаемых решений и подходов к обеспечению части мощностей котельной возобновляемыми источниками энергии могут быть реализованы при относительно небольших капиталовложениях и могут дать значительный экономический эффект.

Ключевые слова: биоресурсы; солома; стоимость перевозки; себестоимость единицы мощности; возобновляемые источники энергии; урожайность биоресурсов.

O.PSHINKO¹, V.HABRINETS^{2*}

¹Dep. "Building and construction materials", Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Str. Lazaryan, 2, Dnepr, Ukraine, 49010, Tel. +38 (056) 373 15 46, e-mail pshinko@r.diiit.edu.ua, ORCID 0000-0002-1598-2970

^{2*} Dep. "Heattechnik", Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, st. Lazaryan, 2, Dnepr, Ukraine, 49010, Tel. +38 (056) 373 15 87, e-mail. mail gabrin62@mail.ru, ORCID 0000-0002-6115-7162

EKONOMYCAL ISSUES OF USING REGIONAL RENEWABLE RESOURCES FOR ENERGY SUPPLY

Goal. The study considered economic circumstances the possibility of transfer of heat generating capacity Dnipro region on renewable energy sources such as biofuels as straw. The main purpose is to miscalculation of economic opportunities and the cost of specific measures for such a transition. This transition will result in a significant reduction in the cost of traditional energy resources for heating. As an example set boiler compact town of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (DNUZT) that consumes natural gas. **Method.** The analysis of the legal framework that encourages the use of renewable energy sources considering the share transfer power boiler to the use of straw as fuel. The paper identifies opportunities Dnieper area to ensure receipt and supply of straw for heat supply capacity during the heating season. The cost parameters of cargo transit through Ukraine territoriyyi in 2016, depending on the distance and the size of trucks are analyzed. These indicators and indicators related to its purchase, considered together with energy potential use of straw as fuel. **Results.** With existing in Ukraine as of 2016 regarding agriculture and grain productivity cost prices in transport the transition on renewable fuels is very effective. The cost of thermal power units can be lowered in four times. **Scientific novelty.** The first time the use of new approaches to integrated evaluation unit cost of thermal power boiler with transition to the use of renewable energy is proposed. The authors also proposed a new logistics delivery of these sources to the city of their use. From the technical side and the value determined optimum power transfer order for new renewable energy sources in a particular region depending on the structure of sown surfaces and their productivity. **The practical significance.** The introduction of the proposed solutions, and approaches to share power boiler renewable energy can be implemented at relatively low capital investment and can provide significant economic benefits.

Keywords: biological resources; straw; transportation cost; the cost per unit of capacity; renewable energy; productivity of grain.

Надійшла до редколегії 15.12.2016.

Стаття рекомендована до друку д-ром екон. наук, проф. Барашем Ю. С., д-ром екон. наук, проф. Мешко Н. П.