

УДК 662.641:622'11(477.53):[662.65:628.474

DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-4-2>

ЗАСТОСУВАННЯ ТОРФУ З РОДОВИЩ ПОЛТАВЩИНИ ЯК КОМПОНЕНТА КОМПОЗИЦІЙНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ ГОРЮЧИХ ФРАКЦІЙ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Голік Юрій Степанович,

кандидат технічних наук, доцент,

завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ORCID ID: 0000-0002-5429-6746

Серга Тетяна Миколаївна,

аспірантка, асистент кафедри прикладної екології

та природокористування

Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ORCID ID: 0009-0006-6575-5529

Статтю присвячено розв'язанню одного з найбільш важливих та сучасних завдань для України – досягнення енергетичної незалежності шляхом заміщення традиційних, не відновлюваних природних ресурсів на альтернативні. Оскільки спостерігається постійне зростання обсягів утворення побутових відходів на території Полтавської області та переважно застосування технологій їх видалення, що призводить до подальшого збільшення кількості несанкціонованих сміттєзвалищ, засмічення значних площ земель та зростання емісії забруднювачів у різні компоненти навколишнього середовища, доцільно використовувати потенційно значні обсяги ресурсоцінних матеріалів як вторинну сировину, так і джерело енергії. Встановлено, що на території Полтавської області є достатні запаси родовищ торфу, тому його варто застосовувати як альтернативний вид палива. Проаналізовано напрацювання вчених, в яких розкрито питання розроблення технології виготовлення композиційного твердого палива, зокрема з торфом, використовуючи останній як зв'язувальний елемент. З аналізу літературних джерел встановлено, що хімічний склад торфу зумовлює адсорбційну здатність поглинати з газів і рідин різні речовини, зокрема гази, пари, іони або розчинені органічні/неорганічні сполуки, тобто під час спалювання зменшується кількість диму, сажі, а також викидів важких металів і хлорорганічних сполук, які характерні для окремих компонентів побутових відходів (наприклад, пластику). Метою роботи є застосування торфу з родовищ Полтавщини як компонента композиційного палива на основі горючих фракцій побутових відходів. Створення такої суміші забезпечить зниження зольності, оптимізацію вологості, покращення енергетичної щільності та зменшення викидів шкідливих речовин, дозволяючи досягти оптимальних енергетичних, економічних і екологічних показників.

Ключові слова: торф, композиційне паливо, побутові відходи, адсорбційні властивості, альтернативні види палива.

Holik Yurii, Serha Tetiana. Application of peat from deposits of Poltava region as a component of composite fuel based on combustible fractions of household waste

The article is devoted to solving one of the most important and modern tasks for Ukraine – achieving energy independence by replacing traditional non-renewable natural resources with alternative ones. Since there is a constant increase in the volume of household waste generation in the Poltava region and the predominant use of technologies for its disposal, which leads to a further increase in the number of unauthorized landfills, littering significant areas of land and increasing emissions of pollutants into various components of the environment, it is advisable to use potentially significant volumes of resource-valuable materials as secondary raw materials and a source of energy. It has been established that there are sufficient reserves of peat deposits in the Poltava region, so it should be used as an alternative type of fuel. The work of scientists who have revealed the issue of developing a technology for the production of composite solid fuel, in particular with peat, using the latter as a binding element, is analyzed. From the analysis of literary sources, it was found that the chemical composition of peat determines the adsorption ability to absorb various substances from gases and liquids, in particular gases, vapors, ions or dissolved organic/inorganic compounds, i.e. during combustion, the amount of smoke, soot, as well as emissions of heavy metals and organochlorine compounds, which are characteristic of individual components of household waste (for example, plastic), is reduced. The purpose of this work is to use peat from deposits in the Poltava region as a component of composite fuel based on combustible fractions of household waste. The creation of such a mixture will provide a decrease in ash content, optimization of humidity, improvement of energy density and reduction of emissions of harmful substances, allowing to achieve optimal energy, economic and environmental indicators.

Keywords: peat, composite fuel, household waste, adsorption properties, alternative fuels.

Вступ. Вплив і наслідки воєнних дій вимагають пошуку альтернативних варіантів тепло- та енергопостачання, нових видів палива, більш ефективних та автономних, а ще краще – децентралізованих систем малої комунальної енергетики.

Незалежність від зовнішніх факторів функціонування систем теплопостачання та енергозабезпечення приватних домогосподарств, підприємств громадського харчування і торгівлі, адміністративних та громадських установ і організацій, лікувально-профілактичних та навчальних закладів, готелів, гуртожитків, санаторіїв передбачає використання автономних джерел енергії, що дає можливість вибору найбільш зручного та економічно обґрунтованого способу забезпечення теплом та енергією кожного споживача [1]. Поряд із цим залишаються задачі, які окреслені концепцією збалансованого розвитку: зниження викидів парникових газів, зменшення використання викопних невідновлюваних видів палива, зниження маси побутових відходів та площ, зайнятих полігонами, рециклінг відходів.

Методи та методика досліджень. У процесі виконання роботи використовувалися методи систематизації та узагальнення отриманих теоретичних результатів.

Результати. Термін «альтернативні джерела енергії» включає відновлювані джерела енергії та вторинні енергетичні ресурси. Відповідно до Закону України «Про альтернативні види палива» [2] такі види палива – тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. У статті 5¹ [2] вказано, що до альтернативних видів твердого палива належать:

- продукція та відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також гранули, брикети, деревне вугілля та вуглиста речовина, вироблені з цієї продукції та відходів, що використовуються як паливо;
- органічна частина промислових та побутових відходів, а також гранули та брикети, вироблені з них;
- торф, а також гранули та брикети, вироблені з нього.

Серед природних ресурсів, які відносять до альтернативного палива, торф займає особливе місце. В Україні більшість боліт є торфовищами. Останній термін часто використовують для зазначення осушених боліт, іноді

під торфовищем розуміють торфовий поклад болота, особливо під час його розроблення [3].

В Україні розвідано близько 500 родовищ торфу. Приблизно 81 % видобутого в Україні торфу використовується як паливо, а решта 19 % – як добрива [4].

За офіційними даними [5], геологічні запаси цієї корисної копалини становлять 2,04 млрд тонн, а сумарна площа торфових родовищ сягає близько 1 млн га. У найбільших об'ємах видобувають торф у Волинській, Рівненській та Чернігівській областях. Також значні запаси родовищ торфу наявні в Сумській, Житомирській, Львівській, Полтавській, Черкаській, Київській, Хмельницькій та Тернопільській областях (рис. 1) [4].

Серед відомих в Україні нетрадиційних видів твердого палива значну увагу почали надавати торфу – органічній породі, що утворилася внаслідок неповного біохімічного розкладу відмерлих болотних рослин в умовах надлишкового зволоження за нестачі кисню, яка містить до 50 % мінеральних компонентів на суху речовину й відноситься до біопалива другого покоління [6; 7]. Торф має низький рівень вмісту карбону й, як результат, – найменше значення теплоти згоряння. Поверхневе розташування торфових родовищ та порівняно невеликі витрати на організацію і ведення видобувних робіт роблять цю корисну копалину потенційно ефективним місцевим видом палива [8].

Питанням використання торфу як компонента альтернативного виду палива займається низка провідних українських учених Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України. Наприклад, робота Д.М. Корінчука [9] присвячена розв'язанню актуальної науково-прикладної проблеми зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів базових стадій технологій виробництва біо- та торфопалива. Тому на основі власних досліджень автор розробив технологію виготовлення з торфу як зв'язувального елемента та рослинної і деревинної біомаси як наповнювача композиційного твердого палива із заданими енергетичними та механічними якісними показниками для використання в теплоенергетичних установках.

Також робота [10] присвячена дослідженню з розроблення комплексного підходу для ефективного перероблення торфу на паливо та добриво. Запропонована технологія дозволить максимально вилучити гумусові та гумінові речовини з торфу із суттєвим зменшенням температури та часу екстракції з подальшим застосуванням рідкої фракції як добрива, а твердого залишку – після екстракції – для виробництва дешевого палива.

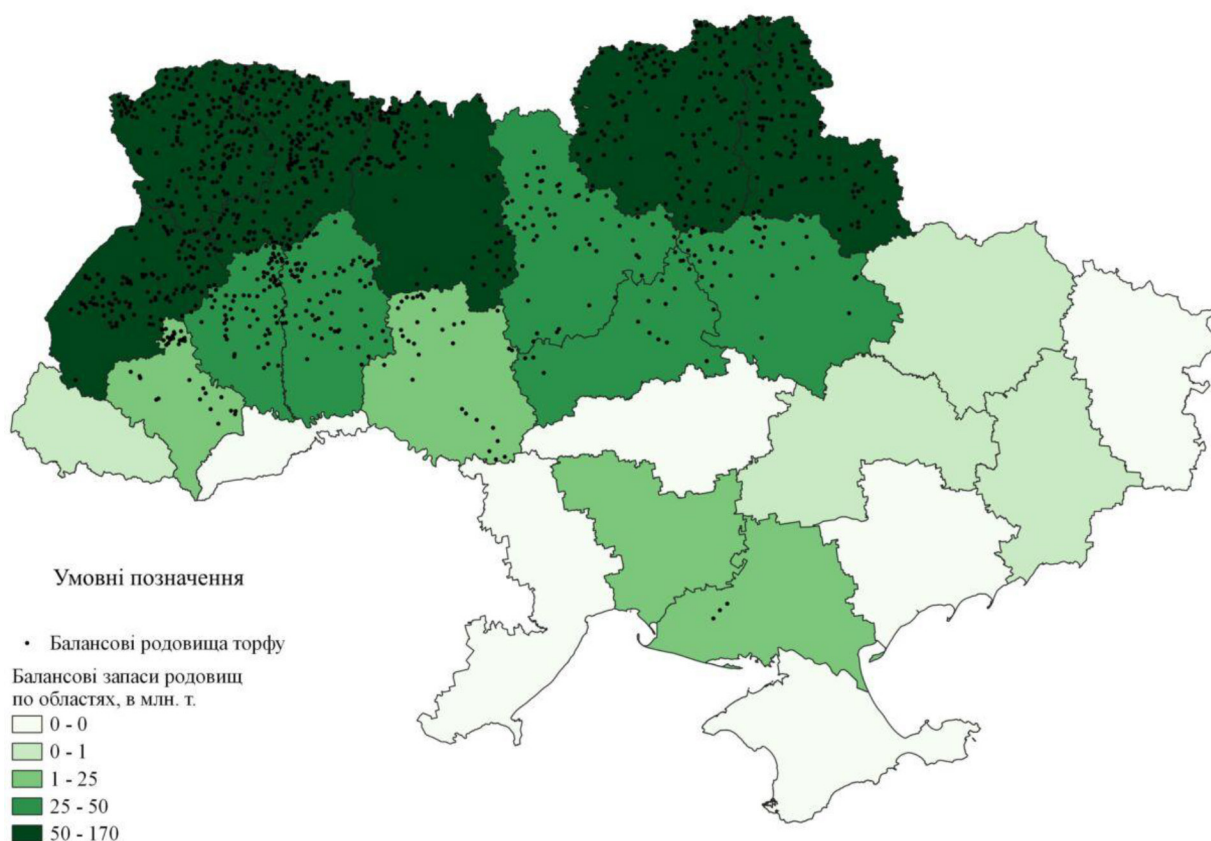


Рис. 1. Балансові запаси родовищ торфу за областями України [4]

Торф – природне утворення органічного походження, що виникає в результаті відмирання і неповного розкладання болотної рослинності в умовах підвищеної вологості й нестачі кисню. Він належить до цінної природної сировини.

Хімічний склад пов'язаний із типом, ботаничним складом і ступенем розкладання торфу. Елементний склад такий:

- С – 48–65 %;
- О – 25–45 %;
- Н – 4,7–7,0 %;
- N – 0,6–3,8 %;
- S – до 1,2–2,5 %.

Торф низинного типу, характерний для родовищ України, зокрема і Полтавської області, містить у своєму складі доволі меншу кількість целюлози порівняно з біомасою, оскільки в процесі їх часткового розкладу утворюються лігнін (12–15 %) та гумінові речовини, які своєю чергою поділяються на гумінові кислоти (40 %) та фульвокислоти (близько 15 %). Також у торфі в невеликій кількості присутні бітуми – 4,2–7 % [11], які у своєму складі мають основні компоненти: віск, смоли, парафіни.

Лігнін утворюється в процесі торфоутворення і сам бере участь в утворенні гумінових речовин. Спостерігається, що накопичення лігніну відбувається шляхом підвищення ступеня

розкладу торфу [12]. Велика кількість активних функціональних груп різного типу робить лігнін здатним до численних хімічних перетворень. У роботі [13] показано, що лігнін проявляє здатність змінювати свою структуру, тобто переходити із твердого стану у високоеластичний та пластичний стан під час нагрівання за температури 140 °С, і діє як зв'язувальна речовина.

Оскільки метою цієї роботи є застосування торфу з родовищ Полтавщини як компонента композиційного палива на основі горючих фракцій побутових відходів, нами було виділено основні переваги використання торфу в складі паливної суміші:

1) зв'язувальна здатність: торф містить гумінові речовини, які діють як природний зв'язувальний агент, покращуючи структуру паливних брикетів або гранул;

2) регулювання вологості: торф здатен поглинати надлишкову вологу з відходів, знижуючи загальну вологість паливної суміші;

3) покращення згоряння: завдяки вмісту легких речовин торф забезпечує стабільніше горіння, що важливо під час спалювання гетерогенної маси побутових відходів;

4) зменшення емісій: у разі додавання торфу зменшується кількість диму, сажі, а також викидів важких металів і діоксинів, які характерні

для окремих компонентів побутових відходів (наприклад, пластику).

Екологічними аспектами цієї суміші є оброблення та/або відновлення значної частки побутових відходів, зменшення потреби у викопному паливі (вугілля, мазут), зниження об'єму захоплення відходів, можливість використання місцевих ресурсів (наприклад, торфовища Полтавщини).

Висновки. З огляду на аналіз наукових літературних джерел доцільно вважати, що торф як компонент палива, наприклад, з побутовими відходами, є перспективним рішенням у сфері відновлення та/або оброблення відходів і використання альтернативних джерел енергії. Така композиційна паливна суміш поєднує органічні залишки торфу з горючими фракціями побутових відходів, що дозволяє

досягти оптимальних енергетичних, економічних і екологічних показників.

Запровадження в Полтавській області розширеного виробництва відновлюваного палива, наприклад, із побутових відходів і торфу, та створення системи його енергетичного перероблення, під якою розуміється спалювання такого палива з метою вироблення електричної й теплової енергії, сприятиме розв'язанню проблеми невпинного «засмічення» території країни, спонукатиме до оснащення високоефективними установками з очищення викидів димових газів об'єктів теплоенергетичної галузі.

Отже, включення в енергообіг альтернативних джерел енергії може стати вагомим внеском у розв'язання проблеми дефіциту первинних енергоносіїв у країні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Голік Ю. С., Ілляш О. Е., Монастирський О. М., Чепурко Ю. В., Серга Т. М. Оцінка енергоресурсного потенціалу територіальних громад Полтавської області як складової енергетичної безпеки. *The 3rd International scientific and practical conference "Scientific research in the modern world"*, 2023. С. 205–215.
2. Про альтернативні види палива : Закон України від 14.01.2000 р. № 1391-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
3. Петрова Ж. О., Пазюк В. М., Новікова Ю. П., Петров А. І. Дослідження з переробки торфу на композиційне паливо. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : колективна монографія*, за ред. проф. Мальованого М. С. Київ : Яроченко Я. В.. 2022. С. 93–103.
4. Видобуток торфу в Україні: доцільність відновлення торфовищ. 2024. URL: <https://geogroup.com.ua/blog/vydobutok-torfu-v-ukrayini-doczilnist-vidnovlennya-torfovyskh/>
5. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. *НАН України. Інститут відновлюваної енергетики*. Київ, 2012. 69 с.
6. Саранчук В. І., Ільяшов М. О., Ошовський В. В., Білецький В. С. Основи хімії і фізики горючих копалин. Донецьк : Східний видавничий дім. 2008. 640 с.
7. Снежкін Ю. Ф., Корінчук Д. М. Торф – ефективний альтернативний вид палива. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2022. Т. 44, № 3. С. 5–15.
8. Стріха В. А., Жуков С. О., Соболевський Р.В. Аналіз сучасного стану та технологічного потенціалу покладів торфу Рівненської області. *Вісник ЖДТУ*, 1(81), 2018. С. 281–286. [https://doi.org/10.26642/tn-2018-1\(81\)-281-286](https://doi.org/10.26642/tn-2018-1(81)-281-286)
9. Корінчук Д. М. Розробка композиційного палива на основі торфу і рослинної біомаси для використання в теплоенергетичних установках : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.14.06. Київ, 2010. 20 с.
10. Петров А. І. Вдосконалення теплотехнології переробки торфу на паливо та добриво : дис. ... на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Київ, 2023. 152 с.
11. Білецький В. С., Гнеушев В. О. Торф. *Велика українська енциклопедія*. 2021. URL: <https://vue.gov.ua/Торф>
12. Zandersons J., Gravitis J., Zhurinsh A., Kokorevics A., Kallavus U., Suzuki C. Carbon materials obtained from self-binding sugar cane bagasse and deciduous woodresidues plastics. *Biomass and Bioenergy*. 2004. Vol. 26. P. 345–360.
13. Van Dam J. E., van den Oever W., Teunissen E., Keijsers P. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk. *Lignin as intrinsic thermosetting binder resin, Industrial. Crops and Products*. 2004. Vol. 19(3). P. 207–216.

REFERENCES:

1. Holik, Yu. S., Illiash, O. E., Monastyrskiy, O. M., Chepurko, Yu. V., Serha, T. M. (2023). Otsinka enerhoresurnocho potentsialu terytorialnykh hromad Poltavskoi oblasti yak skladovoi enerhetychnoi bezpeky [Assessment of the energy resource potential of territorial communities of Poltava region as a component of energy security]. *The 3rd International scientific and practical conference "Scientific research in the modern world"*. S. 205–215 [in Ukrainian].
2. Pro alternatyvni vydy palyva [About alternative fuels] : Zakon Ukrainy vid 14.01.2000 r. No 1391-XIV. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text> (data zvernennia: 25.06.2025) [in Ukrainian].
3. Petrova, Zh. O., Paziuk, V. M., Novikova, Yu. P., Petrov, A. I. (2022). Doslidzhennia z pererobky torfu na kompozytsiine palyvo [Research on processing peat into composite fuel]. *Stalyi rozvytok: zakhyst navkolyshnoho seredovyshcha. Enerhooshchadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannia : kolektyvna monohrafiia*, za red. prof. Malovanoho M. S. Kyiv : Yarochenko Ya. V.. 2022. S. 93–103 [in Ukrainian].
4. Vydobutok torfu v Ukraini: dotsilnist vidnovlennia torfovyskh [Peat extraction in Ukraine: feasibility of peatland restoration]. 2024. Retrieved from: <https://geogroup.com.ua/blog/vydobutok-torfu-v-ukrayini-dotsilnist-vidnovlennya-torfovyskh/> [in Ukrainian].
5. Atlas enerhetychnocho potentsialu vidnovliuvanykh ta netradytsiinykh dzherel enerhii Ukrainy [Atlas of the energy potential of renewable and non-traditional energy sources of Ukraine]. *NAN Ukrainy. Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky*. Kyiv, 2012. 69 c. [in Ukrainian].
6. Saranchuk, V. I., Iliashov, M. O., Oshovskyi, V. V., Biletskyi, V. S. (2008). Osnovy khimii i fizyky horiuchykh kopalyn [Fundamentals of chemistry and physics of fossil fuels]. *Donetsk: Skhidnyi vydavnychyi dim*. 640 s. [in Ukrainian].
7. Sniezkin, Yu. F., Korinchuk, D. M. (2022). Torf – efektyvnyi alternatyvnyi vyd palyva [Peat is an effective alternative fuel]. *Teplofizyka ta teploenerhetyka*. T. 44, No 3. S. 5–15 [in Ukrainian].
8. Strikha, V. A., Zhukov, S. O., Sobolevskiy, R. V. (2018). Analiz suchasnocho stanu ta tekhnolohichnocho potentsialu pokladiv torfu Rivnenskocho oblasti [Analysis of the current state and technological potential of peat deposits in the Rivne region]. *VISNYK ZhDTU*, No 1(81). S. 281–286. [https://doi.org/10.26642/tn-2018-1\(81\)-281-286](https://doi.org/10.26642/tn-2018-1(81)-281-286) [in Ukrainian].
9. Korinchuk, D. M. (2010). Rozrobka kompozytsiinoho palyva na osnovi torfu i roslynnoi biomasy dlia vykorystannia v teploenerhetychnykh ustanovkakh [Development of composite fuel based on peat and plant biomass for use in thermal power plants]: avtoref. dys.... kand. tekhn. nauk : 05.14.06. Kyiv, 2010. 20 s. [in Ukrainian].
10. Petrov, A. I. (2023). Vdoskonalennia teplotekhnolohii pererobky torfu na palyvo ta dobryvo [Improving thermal technology for processing peat into fuel and fertilizer] : dys. ... na zdobuttia naukovocho stupenia doktora filosofii za spetsialnistiu 144 "Teploenerhetyka". Kyiv, 2023. 152 s. [in Ukrainian].
11. Biletskyi, V. S., Hnieushev, V. O. (2021). Torf [Peat]. *Velyka ukrainska entsyklopediia*. 2021. Retrieved from: <https://vue.gov.ua/Torf> [in Ukrainian].
12. Zandersons J., Gravitis J., Zhurinsh A., Kokorevics A., Kallavus U., Suzuki C. Carbon materials obtained from self-binding sugar cane bagasse and deciduous woodresidues plastics. *Biomass and Bioenergy*. 2004. Vol. 26. P. 345–360.
13. Van Dam J. E., van den Oever W., Teunissen E., Keijsers P. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk. *Lignin as intrinsic thermosetting binder resin, Industrial. Crops and Products*. 2004. Vol. 19(3). P. 207–216.