

УДК 662.641

Тимошук І. І., аспірант, Мощич С. З., аспірант, Єленець П. Г., студент, Артеменко В. І., студент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## ВИГОТОВЛЕННЯ РІДКОГО ПАЛИВА З ТОРФУ – ЗАПОРУКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

**Представлений спосіб виготовлення рідкого палива з торфу шляхом його двохступеневого нагріву з отриманням твердої та рідкої складових. Цей спосіб дозволить безвідходно переробити торф у рідке та газоподібне паливо, дизельне пальне, бензин марки А-95, А-92 та А-76.**

**Ключові слова:** рідке паливо, торф, енергетична безпека.

Одним з напрямків енергозбереження і підвищення рівня енергетичної безпеки держави є заміна дорогих імпортованих енергоносіїв дешевшими вітчизняними.

Серед відомих в Україні видів твердих палив варто звернути увагу на торф – органічну гірську породу, що утворилася внаслідок неповного біохімічного розкладу відмерлих болотних рослин в умовах надлишкового зволоження при нестачі кисню, яка містить до 50% мінеральних компонентів на суху речовину. І хоча торф, геологічно наймолодша ланка в ланцюгу каустобіолітів «торф – буре вугілля – кам'яне вугілля – антрацит», має найнижчий рівень карбонізації і, відповідно, найменше значення теплоти згорання, поверхнєве розташування торфових родовищ та порівняно невеликі витрати на організацію і ведення видобувних робіт роблять цю корисну копалину потенційно ефективним засобом енергозбереження.

Походження торфу пов'язано з щорічним приростом рослин на болотах, їх відмиранням, накопиченням і неповним розпадом фітомаси в умовах надмірного зволоження і недостатнього доступу кисню. Відмерла частина рослин піддається в основному біохімічному розкладу. Значна втрата їх у вазі на перших етапах деструкції відбувається внаслідок інтенсивної діяльності мікроорганізмів і вилуговування. Процес розкладання рослин закінчується у верхньому (глибина 0,2-0,9 м) торфогенному шарі поклади під впливом гетеротрофних ґрунтових організмів-деструкторів, серед яких численні безхребетні тварини і мікроорганізми (бактерії, гриби). Розкладання рослинних залишків на поверхні і в торфогенному шарі відбувається переважно в теплий період

року, при знижених рівнях ґрунтових вод. Інтенсивність і ступінь розкладу біомаси залежить від виду рослин, їх хімічного складу (вміст протеїнів, азоту, кальцію, вуглеводів і водорозчинних органічних сполук, що легкогідролізуються), кислотності середовища, кліматичних умов, водо- і повітренасиченості торфогенного шару, складу вступників мінеральних речовин та інших факторів. Від 8 до 33% біомаси перетворюється на торф.

Використання торфу як палива обумовлено його складом та великим вмістом вуглецю, малим вмістом сірки, шкідливих горючих залишків і домішок. По суті, це молоде вугілля. Основними недоліками цього виду палива є нижча, ніж у вугілля енергетична калорійність і труднощі спалювання через високий вміст вологи (до 65%), але:

- низька собівартість виробництва;
- екологічна чистота згоряння (мала частка сірки);
- повне горіння (малий залишок золи);

Все це робить торф перспективним місцевим джерелом отримання теплової та електричної енергії:

- дешевше кам'яного вугілля та рідкого палива;
- більш екологічно чистим.

Геологічні запаси торфу в Україні оцінюються в 2,171 млрд т, балансові – близько 936,1 млн т, що робить торф реальним резервом покращання паливно-енергетичного балансу України. Виявлено і розвідано 2474 торфові родовища, загальна площа, яких в межах промислової глибини покладу складає 642 тис. га. Найбільшими ресурсами торфу володіють три поліські регіони: Рівненська, Волинська та Чернігівська області (рис. 1).

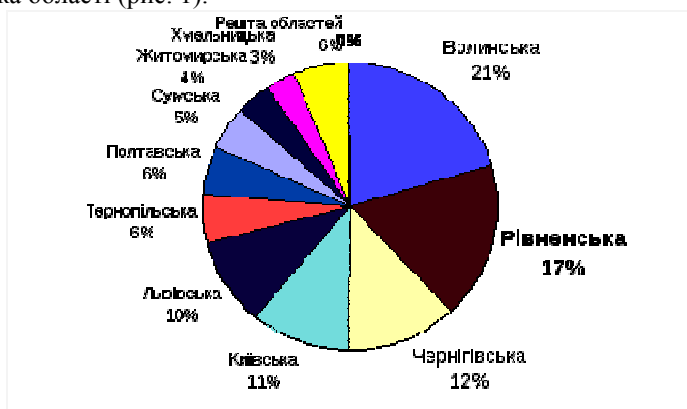


Рис. 1. Діаграма розподілу запасів торфу в Україні

Торф становить дуже незначну частину паливного балансу України.

Розвиток торфової промисловості в Україні почався на початку ХХ століття.

Видобуток торфу протягом 1940-1970-х років коливався в межах 3000-4000 тисяч тон на рік.

В 1950 роках були збудовані заводи з брикетування торфу на Житомирщині, та Сумщині. У 1960-х роках до них додалися Озерянський (Житомирська область), Замглайський (Чернігівщина) та Стоянівський (Львівщина) брикетні заводи. На їх територіях виявлено і розвідано 1051 родовище (36% всіх родовищ країни), а геологічні запаси торфу складають 1,09 млрд тонн (50% всіх родовищ країни). Заторфованість польських районів Волинської, Рівненської та Житомирської областей досягає 15%. В західному і східному Поліссі переважають середні за площею родовища (200-1000 га), а в центральному Поліссі (Київська і Житомирська області) невеликі – до 100 га.

Станом на 1958 рік виробництво торфобрикетів в Україні становило близько 75 тисяч тонн на рік, а до середини 1970-х рр. збільшилося до 800 тисяч т/рік. Незважаючи на збільшення обсягів виробництва, торфова промисловість у той період працювала переважно для індивідуального споживання.

На сьогодні основна частина торфу, який видобувається в Україні, використовується для потреб сільського господарства (для поліпшення якості ґрунтів) або входить до складу складніших торфопохідних матеріалів (торфокомпостів, торфобрикетів, торфосубстратів, торфокрихти тощо).

Сьогодні на території України торф видобувають у Чернігівській, Волинській, Житомирській, Львівській, Сумській та Рівненській областях. Щороку добувають понад 20 млн т торфу. Організовано виробництво торфобрикетів. До 70-х років провідним способом добування був екскаваторний (понад 60%). З розвитком торфобрикетного виробництва основним способом став фрезерний. Значно змінився напрям застосування торфу. Якщо раніше майже весь добутий в Україні торф використовували як паливо, то з 1975 р. – лише 10-11% його загальною видобутку.

**Сучасний стан та перспективи використання торфу для отримання рідкого палива, залежить від технологічних рішень.**

В даний час проводиться відпрацювання технології та обладнання технологічної лінії біофізичної переробки торфу, у рідке й газоподібне паливо методом «швидкого піролізу» з виходом рідкого палива і газу в об'ємах до 40 відсотків від маси сухої органічної речовини. Енергови-

трати на реалізацію не перевищують 20 відсотків від енерговмісту одержаного рідкого і газоподібного палива. Теплота згоряння одержаного рідкого палива відповідає дизельному паливу.

Основою для виробництва даних видів продукції є торф, який видобувається одноменним способом на торфопідприємствах. На сьогоднішній день основними споживачами торфу є сільське господарство і промислово-енергетичний комплекс.

Спосіб безвідходної переробки торфу відноситься до хімічної, нафтохімічної промисловості, сільського господарства і теплоенергетиці.

Технічним результатом є можливість здійснення практично безвідходної, екологічно чистої переробки торфу з найменшими енерго-матеріальними витратами при збільшенні продуктивності і ККД використання торфу і досягається технічний результат, що полягає в оптимізації процесу переробки торфу за рахунок подачі такої кількості торфу, яке збільшує продуктивність способу, і за рахунок інтенсивного підведення енергії в два етапи: до температури сушіння торфу, що виключає утворення смолистих речовин, і різко до температури піролізного газу, при протіканні екзотермічних реакцій, що не вимагає додаткового підведення зовнішньої енергії і покращує характеристики готових перероблених продуктів.

Технічний результат досягається наступним чином. Відповідно до запропонованого способу безвідходної переробки торфу шляхом двоступеневого нагріву з можливістю отримання газоподібної і твердої складових на першій стадії торф висушують до вологості не більше 15% шляхом його порціонної подачі по 350-1050 г/сек і нагрівання до температури  $120 \pm 5^\circ \text{C}$ . Пару, що утворилася, і топкові гази очищують і відводять для використання в муніципальних енергетичних системах, на другій стадії твердий залишок різко нагрівають до температури  $520-530^\circ \text{C}$  без доступу кисню протягом 1-6 секунд, піролізний газ надходить в систему конденсації для отримання рідкого піролізного палива. Тверда вуглиста речовина з реактора після охолодження (до температури  $40^\circ \text{C}$ ) направляється для подальшого використання як заміна калійних добрив або напівкокс для застосування в металургії. Заявлений температурний режим переробки торфу за запропонованим способом є оптимальним і ґрунтується на теоретичних розрахунках теплоемкостей вихідного (торфу) і одержуваних речовин і підтверджується емпірично. Температура сушіння на першій стадії встановлена  $120 \pm 5^\circ \text{C}$ , щоб виключити процес бертінування, який для торфу може відбуватися в інтервалі  $130-170^\circ \text{C}$ . Температура в реакторі (піролізній камері) становить  $520-530^\circ \text{C}$ . У даному температурному інтервалі переважаючи-

ми для торфу є екзотермічні реакції, тобто реакції, які йдуть з виділенням теплоти і не вимагають підведення зовнішньої енергії. Час першої стадії – сушіння торфу не має обмежень. Основний визначальний фактор проходження цієї стадії – вологість торфу на виході. Після сушіння вона повинна бути не більше 15%. Час піролізу на другій стадії в реакторі не повинно бути більше 6 секунд. Високошвидкісний піроліз відбувається в часовому інтервалі 0,7-6,1 секунд. Тому оптимальний час перебування частинок торфу в реакторі знаходиться в інтервалі 1,0-6,0 секунд. Продуктивність процесу вибирається виходячи з економічної доцільності, мінімізації конструктивних розмірів установки і конструкторських рядів.

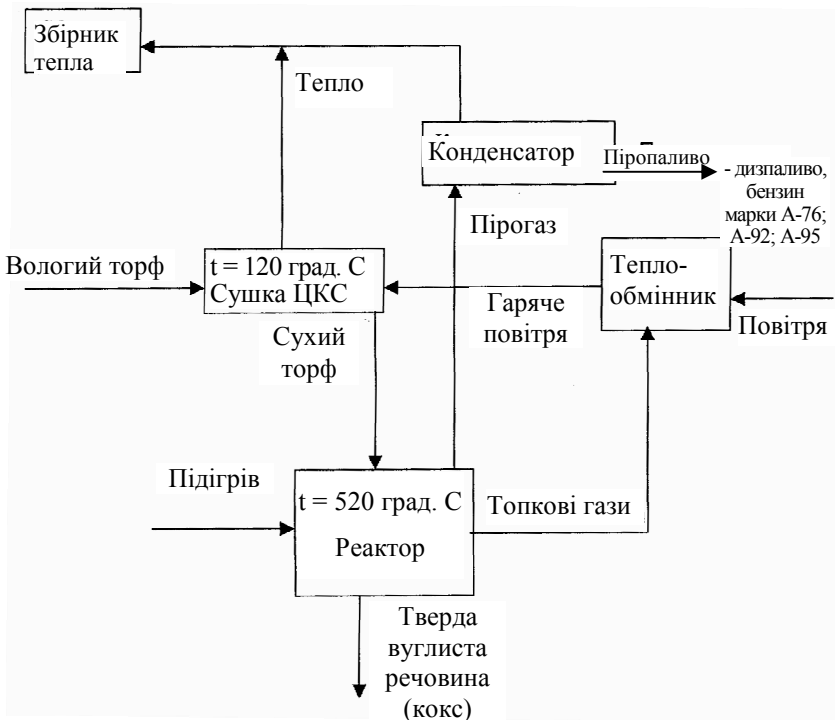


Рис. 2. Структурна схема отримання рідкого палива з торфу

Мінімальна продуктивність конструкторського ряду обрана 100-300 г/сек сухого торфу в реакторі. Виходячи з продуктивності реактора, продуктивність процесу сушіння повинна перевищувати продуктив-

вність реактора не менш ніж в 3,5 рази. Висока швидкість процесу забезпечується високоінтенсивним підведенням енергії, що і знижує тепловтрати в навколишнє середовище. Значний виграш енергії досягається при проведенні процесів, що протікають при наближенні параметрів торфу до кордону існування похідних торфу в конденсованій фазі (до «спінодалі»). Чим ближче параметри торфу наближаються до параметрів «спінодалі», тим вище швидкість процесу і нижче тепловтрати, а отже, більш економічно вигідний процес.

Це дозволяє вирішити багато екологічних завдань і підвищити ступінь спалювання палива. Потім за допомогою затвора-дозатора з продуктивністю 100 г/сек по сухому торфу торф з вологістю 15% подається в реактор, де з тривалістю 1,0~6,0 секунд відбувається високошвидкісний піроліз торфу (екзотермічні реакції) з утворенням піролізного газу та твердої вуглистої речовини. Для піролізу торфу економічно більш вигідна безпосередня переробка його в установці, оскільки в цьому випадку не потрібно повторне нагрівання торфу до температури його сушіння. Однак газ може спалюватися і в іншому місці. Піролізний газ прямує в пристрій конденсації (конденсатор) для отримання рідкого піролізного палива (піропалива), складується, а потім направляється для використання як вихідна сировина, паливно-мастильні матеріали автомобільної та локомотивної техніки, дизельне пальне та бензин марки А-95, А-92, А-76, пічного палива для різноманітних ТЕЦ і котельень. Залишившись після конденсації газ направляється для спалювання. Тверда вуглиста речовина охолоджується і складається, а потім направляється для використання в сільське господарство як добриво, а в металургію як коксова складова. Для управління температурними режимами. Для охолодження і конденсації продуктів піролізу та сушіння торфу використовується вода і повітря. Виділена теплота при цьому прямує в систему муніципального опалення або парогенерації для вироблення електроенергії. Інтенсивний теплопідвід здійснюється за рахунок швидкої зміни температури, причому нагрів торфу переважно проводиться за рахунок горіння торфу і / або газу, але й може проводитися за рахунок використання електроенергії або використання будь-яких інших джерел енергії. У процесі (після сушіння торфу) виходять газоподібні речовини і твердий осад, що складається переважно з неорганічних речовин. Газоподібна фракція направляється на спалювання або охолодження. При охолодженні відбувається конденсація фракцій, які використовуються по різному призначенням. Твердий осад, отриманий в результаті піролізу торфу, якщо це необхідно, спалюється до повного видалення органічних речовин, модифікується і після охолодження використовується як добриво. Оскільки вихідні речовини і речовини, що утворюються в процесі, нагріваються до високої температури, то для отримання максимальної економічної вигоди

може проводитися їх охолодження за рахунок нагріву води, наприклад використовуватися для опалення.

**Отримане пальне має наступну характеристику.**

**1. Рідке піролізне паливо.** З 100 грамів вихідного палива при даному способі обробки виходить близько 65 грамів піропалива, тобто ДП, бензин марки А-76, А-92 та А-95.

**2. Тверда вуглиста речовина.** За своїм хімічним складом вуглиста речовина, отримана після піролізу торфу, знаходиться між напівкоксом і коксом, що дозволяє застосовувати його в металургії. За способом впливу, при застосуванні в сільському господарстві як добриво, рівнозначно калійним добривам. З 100 грамів сухого торфу виходить 15 грамів твердої вуглистої речовини.

**3. Виділювана теплота.** При даному способі переробки торфу виділена теплота за своїм енергетичним впливом рівнозначна теплоті, одержуваної в ТЕЦ і котельні. Відповідно до цього отримана теплота може мати широкий спектр застосування в муніципальному господарстві як альтернатива існуючим способам одержання тепла. Для обігріву адмінбудівель, теплиць, а також повертається назад в бункер сушки торфу для подальшого використання.

**Висновок.** Спосіб безвідходної переробки торфу шляхом його двоступеневого нагріву з можливістю отримання газоподібної і рідкої складових, відрізняється тим, що на першому ступені торф висушують до вологості не більше 15% шляхом його порціонної подачі по 350-1050 г/с і нагрівання до температури  $120 \pm 5^\circ \text{C}$ , при цьому утворений пар і топкові гази очищають і відводять, на другому ступені твердий залишок нагрівають до температури  $520-530^\circ \text{C}$  без доступу кисню протягом 1-6 с, потім охолоджують і утворений пірогаз конденсують до утворення рідкого палива – дизельного пального, бензину марки А-95, А-92, А-76.

1. Игнатюк И. З. Организационно-экономический механизм реабилитации торфяных месторождений Украины / И. З. Игнатюк // Сборник докладов XVIII Межд. науч. конф. «Актуальные вопросы современной экономической науки». 21 ноября 2014 г., Россия. – Липецк, 2014. – С. 49–52. 2. Игнатюк І. З. Еколого-економічна оцінка доцільності рекультивації вироблених площ / Ігнатюк І. З., Ковшун Н. Е., Мошич С. З. // «Science and Education Studies». – Stanford University Press, 2015. – № 2 (16). – С. 125–132.

Рецензент: д.т.н., професор Маланчук З. Р. (НУВГП)

---

**Tymoshchuk I. I., Post-graduate Student, Moshchych S. Z., Post-graduate Student, Yelenets P. H., Senior Student, Artemenko V. I., Senior Student** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

### **PRODUCTION OF LIQUID FUEL FROM PEAT – KEY OF UKRAINE ENERGY SECURITY**

**Presents a method of manufacturing liquid fuels from peat through its two-stage heating for solid and liquid constituents. This method will allow betwedn to process peat liquid and gaseous fuels, diesel fuel, petrol A-95, A-92 and A-76.**

**Keywords:** liquid fuel, peat, energy security.

---

**Тимошук И. И., аспирант, Мощич С. З., аспирант, Еленец П. Г., студент, Артеменко В. И., студент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИЗ ТОРФА – ЗАЛОГ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ**

**Представлен способ изготовления жидкого топлива из торфа путем его двухступенчатого нагрева с получением твердой и жидкой составляющих. Этот способ позволит безотходно переработать торф в жидкое и газообразное топливо, дизельное топливо, бензин марки А-95, А-92 и А-76.**

**Ключевые слова:** жидкое топливо, торф, энергетическая безопасность.

---