

УДК 622.331:504.062

**В.О. ГНЄУШЕВ** (канд. техн. наук, доц.)

**О.С. СТАДНИК** (канд. техн. наук, асист.)

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, м. Рівне

## ЕКОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИДОБУВАННЯ ТОРФУ

Наведені результати дослідження комплексу екологічних та технологічних проблем, що виникають у зв'язку з видобуванням торфу найбільш поширеним в Україні і світі фрезерним способом. Вказано на роль торфових родовищ в екології регіону. Показаний безпосередній зв'язок між осушенням торфовища і погіршенням виконання ним специфічних біосферних функцій. Запропоновані концептуальні підходи до екологізації як окремих технологічних операцій, так і до створення екологізованих технологій видобування торфу.

**Ключові слова:** торфові родовища, осушення торфовищ, екологія регіону, технології видобування торфу, екологізація технологій.

**Вступ.** Як відомо, енергетична безпека держави є невід'ємною складовою національної безпеки. Надра України містять значні запаси кам'яного і бурого вугілля, а також природний газ, нафту, сланці. У порівнянні з цими енергоносіями енергетичний потенціал торфових ресурсів відносно невеликий, але для багатьох районів Північно-Західних областей та Українського Полісся саме торфове паливо є ефективним як з точки зору економіки, так і соціально-культурного розвитку цих регіонів.

Завдяки поверхневому розташуванню торфових родовищ, відпрацьованості систем видобування та переробки цієї корисної копалини, собівартість енергії, що міститься в торфових паливах, значно менша за цей показник для таких традиційних палив, як кам'яне вугілля і природний газ. В умовах соціально-економічної кризи, падіння рівня доходів населення, обмеженості фінансування бюджетних установ торфове паливо стало соціальним і затребуваним для опалювання житла, дитсадків, шкіл, лікарень, організацій та установ бюджетної сфери. Зріс інтерес до найбільш енергонасиченого торфового палива – брикетів торфових паливних і в країнах ЄС, і українські торфобрикетні заводи вже мають позитивний досвід експорту цієї продукції.

Специфічні властивості торфу – природного продукту органічного походження – зумовлюють також можливість його використання як основи для виготовлення широкого спектру продукції для сільського господарства, садівництва та городництва, грибництва, тваринництва, квітникарства: компостів, добрив, поживних ґрунтів, субстратів, підстилки тощо.

Отже, торфова галузь України об'єктивно потрібна і потенційно ефективна. Водночас, існуючі технології видобування торфу є носіями екологічних загроз як для самих торфовищ, так і для прилеглих територій.

**Основна частина.** Біосферні функції торфових родовищ і боліт численні: між-кругообігова, гідрологічна, акумулятивна, біологічна, газорегуляторна, геохімічна, ландшафтна, кліматична, ресурсно-сировинна, культурно-рекреаційна, інформаційно-історична [1]. Вони важливі та, переважно, незамінні – тобто їх не можуть виконувати інші територіально-природні комплекси (ліси, степи, озера та ін.). Та при реалізації ресурсно-сировинної функції торфовищ виникають проблеми екологічного характеру. Головним джерелом виникнення більшості екологічно небезпечних факторів є осушення торфового родовища – технологічно абсолютно виправданий і ефективний спосіб первинного збагачення торфу шляхом зниження вологості торфу при одночасному досягненні підвищення несучої здатності покладу для забезпечення прохідності машин видобувного комплексу. Однак при осушенні торфовища дуже швидко набувають дієвості численні загрози, головними з яких є:

відмирання болотяної рослинності, припинення процесів утворення і накопичення торфу, втрата міжкругообігової, біологічної біосферних функцій торфовищ;

окиснення органічної речовини торфу, його мінералізація, ерозія, зростання зольності, деградація до стану торфо-мінерального ґрунту, емісія в атмосферу CO<sub>2</sub>, втрата ресурсно-сировинної, газорегуляторної функцій торфового родовища, зміна фізико-механічних, водних,

теплових і електричних властивостей торфу, погіршення виконання чи втрата гідрологічної; акумулятивної; геохімічної; ландшафтної; кліматичної; культурно-рекреаційної; інформаційно-історичної функцій.

Конкретними проявами цих змін стає зростання ризику виникнення таких екологічних небезпек, як повені, пожежі, посухи, різкі добові і сезонні коливання температур, забруднення надземних, ґрунтових і підземних вод та ін.

Слід зазначити, що в історичному аспекті створення нових технологій видобування торфу за своєю хронологією суперечило принципу підвищення екологічної безпеки торфяного виробництва: майже кожна нова технологія несла із собою все більше загроз і ризиків для торфовищ і довкілля.

Подібний стан справ пояснюється тим, що екологічним аспектам використання торфових ресурсів взагалі і способів видобування торфу зокрема в попередні десятиліття достатньої уваги не приділялось. І в наш час, коли «сформовано нові наукові школи з екологічної безпеки практично в усіх галузях знань» [2, с. 10], торфове виробництво залишається потужним носієм техногенних небезпек. Якщо для аналізу видів і підвидів екологічних небезпек процесів видобування і переробки торфу скористатись класифікацією техногенного класу екологічної небезпеки, запропонованою В.М. Шмандієм та О.В. Шмандієм [3], то стає очевидним, що торфове виробництво генерує шість із семи видів екологічних небезпек техногенного класу.

Г.І. Рудько [4] розглядає екологічну безпеку техноприродної геосистеми як «такий її стан в межах розрахункового періоду, який забезпечує функціонування системи в режимі, що виключає порушення гомеостазису». Такий підхід повною мірою відповідає світовій концепції сталого розвитку і українській зокрема, в якій екологічна безпека визнається складовою частиною «національної та транснаціональної безпеки, що визначає захищеність права людини на безпечне для життя і здоров'я навколишнє середовище та забезпечує необхідні умови для відтворення природних ресурсів шляхом регулювання техногенної діяльності» [5, с. 16].

Стан безпеки техноприродної геосистеми (ТПГ) у параметризованому за головними її чинниками вигляді представлено Г.І. Рудьком так [4]:

$$K_{\sigma(ТПГ)} = \frac{W_{Pec(t)}}{ГП} \rightarrow KC \approx \frac{V_{(P)}}{V_{(T)}}, \quad (1)$$

де  $K_{\sigma}$  – коефіцієнт екологічної безпеки;  $W_{Pec}$  – вартість ресурсного потенціалу, в рамках відповідного часу ( $t$ );  $V$  – об'єм геологічного простору, який є просторовою складовою частиною геосистеми;  $P$  – природна організація геологічного середовища (тип геологічного середовища);  $T$  – техногенний вплив на геологічне середовище;  $ГП$  – геологічні процеси в межах геосистеми та її стан в умовах оптимального функціонування;  $KC$  – чинники критичного стану геосистеми;  $V_{(P)}$  – об'єм геологічного середовища, який знаходиться в межах природної організації геосистеми;  $V_{(T)}$  – об'єм геологічного середовища, який знаходиться в межах впливу техногенної складової геосистеми;  $Pec.$  – ресурсний потенціал геологічного і суміжних середовищ.

В контексті нашого дослідження методологічно важливо те, що аналіз даної формули веде до двох принципово важливих висновків.

По перше, з наведеної формули очевидно, що коефіцієнт екологічної безпеки техноприродної геосистеми (і, відповідно, її торфяно-болотних комплексів як складових ТПГ) має тим вище значення, чим більша вартість ресурсного потенціалу  $W_{Pec}$  і чим менші впливи геологічних процесів в межах геосистеми  $ГП$ .

По друге, продовження аналізу формули (1) в частині чинників критичного стану геосистеми  $KC$  призводить до висновку, що при сталому об'єм геологічного середовища, який знаходиться в межах природної організації геосистеми  $V_{(P)}$ , зростанню її екологічної стійкості сприяє зменшення  $V_{(T)}$  – об'єму геологічного середовища, що знаходиться в межах впливу техногенної складової геосистеми.

Перший висновок є формалізованим за допомогою математичної логіки підтвердженням зроблених прогнозів щодо зростання екологічних ризиків для ТБК і прилеглих до них територій через несприятливі геологічні процеси (ГП), що масштабно відбуваються в покладах осушених торфовищ в умовах їх неоптимального функціонування.

Другий висновок свідчить про принципову правильність підходу до модернізації технологій видобування і переробки торфу в напрямку забезпечення виконання програми виробництва продукції при суттєвому зменшенні виробничих площ (зменшення  $V_{(T)}$ ) для збереження решти площ родовищ у стані, що забезпечує виконання властивих торфовищам біосферних функцій.

Отже, ключовим питанням удосконалення технологій видобування торфу є мінімізація осушення торфового покладу. Стосовно фрезерного способу ця вимога виглядає парадоксально, оскільки не осушений чи слабо осушений торфовий поклад не може забезпечити прохідності торфових машин, до того ж вологість покладу понад 75 % (для торфовищ низинного типу) є порушенням діючих технологічних регламентів. Тому, удосконалюючи фрезерний спосіб видобування торфу на засадах його екологізації, варто ставити питання про зменшення експлуатаційної площі торфового родовища при збереженні обсягів видобутку. Це дасть можливість, ведучи видобувні роботи на невеликій площі, утримувати у неосушеному стані більшу частину родовища. Такий підхід вимагає інтенсифікації спрацювання торфового покладу, збільшення сезонного збору торфу з одиниці площі  $q_c$ , який залежить від глибини  $h$  фрезерування торфового покладу, його густини  $\gamma$ , початкової  $w_n$  і умовної  $w_y$  вологості торфу, а також від коефіцієнта збору фрезерного торфу  $\alpha$ , який враховує втрати фрезерної крихти при сушінні і збиранні, а також від кількості технологічних циклів протягом сезону  $n$ :

$$q_c = \frac{h \cdot \gamma \cdot (100 - w_n)}{100 - w_y} \alpha \cdot n. \quad (2)$$

Глибина фрезерування – нормативний показник, і його близькість до оптимуму підтверджена багаторічним досвідом: саме при  $h = 12$  мм в кліматичних умовах України вдається отримати найбільший сезонний збір торфу. На цей показник також впливає ступінь осушення торфового покладу: чим менше початкова вологість торфу  $w_n$ , тим більше  $q_c$ . Збільшенню сезонного збору сприяє також зростання кількості технологічних циклів  $n$ , яке може бути досягнуто за рахунок скорочення їх тривалості.

Тривалість технологічного циклу видобування торфу фрезерним способом певною мірою залежить від швидкості виконання технологічних операцій фрезерування, ворущіння, валкування, збирання та штабелювання (машинний час), але значно більшими є витрати часу на сушіння торфу. В таблиці 1 показані результати розрахунку витрат машинного часу на обробку 1 га полів видобування.

**Таблиця 1.** Витрати машинного часу на обробку 1 га полів видобутку

Технологічна операція	Марка машини (знаряддя)	Продуктивність, га/год.	Витрати часу на обробку 1 га, год.
Фрезерування	МТФ-13М	6,0	0,17
Ворущіння (два за технологічний цикл)	МТФ-22	14	0,14
Валкування	МТФ-31	7,7	0,13
Збирання	МТФ-44	2,0	0,5
Разом:			0,94

Як видно з таблиці, з 48 годин нормативної тривалості технологічного циклу (дві доби при механічному збиранні) сумарні затрати машинного часу на обробку одиниці площі становить менше 1 год./га, решта 47 годин – це перерви між технологічними операціями, під час яких відбувається найважливіший фізичний процес у первинному збагаченні цієї корисної копалини – випаровування вологи. Отже, реальним засобом підвищення сезонного збору є саме інтенсифікація процесу сушіння торфу до досягнення ним нормативної вологості (50 % для торфу паливного призначення).

В рамках існуючої технології видобування фрезерного торфу інтенсифікувати сушіння розстилу можна не лише за рахунок поліпшення осушення ділянки родовища, а й шляхом мо-

дернізації операцій фрезерування (пошарове фрезерування покладу зі створенням організованого розстилу торфової крихти [6]) та валкування (пошарове валкування розстилу торфу [7]). Обидва методи реалізовані на рівні експериментально-дослідних зразків фрезера та валкувача, підтвердили свою ефективність (дозволяють сподіватись на можливість скорочення виробничих площ в 1,4-1,8 рази при умові видобування торфу для брикетування), але не впроваджені у виробництво як через брак коштів на розробку промислових зразків, так і через відсутність розуміння доцільності розвитку даного напрямку технології торфовидобування.

З урахуванням викладеного, набуває актуальності розробка принципової схеми нової технології видобування фрезерного торфу, яка була б ефективною для отримання торфу різного призначення і відповідає наступним вимогам:

- базувалась на використанні типових технологічних процесів, машин і обладнання (це здешевлює і спрощує впровадження інновацій у виробництво, особливо – в кризові періоди);
- забезпечувала суттєве зменшення осушеної експлуатаційної площі торфовища;
- мінімізувала дієвість притаманних фрезерному способу видобування торфу негативних чинників впливу на торфовище і довкілля;
- дозволяла швидко перейти від етапу видобування до етапів реабілітації та ренатуралізації виробленої ділянки у безпосередній близькості від технологічних майданчиків виробництва фрезерного торфу.

Оскільки в цих вимогах наявні технічні протиріччя (типові технологічні процеси – але мінімізація притаманних їм негативних наслідків їх застосування, типові машини і процеси – але виконання виробничої програми на в рази меншій площі, тощо), розробка екологізованої технології видобування фрезерного торфу також здійснювалась із застосуванням евристичних методів. Результатом застосування евристичного «принципу об'єднання» став екскаваторно-фрезерний спосіб видобування торфу, на який (у співавторстві) був отриманий патент на корисну модель [8].

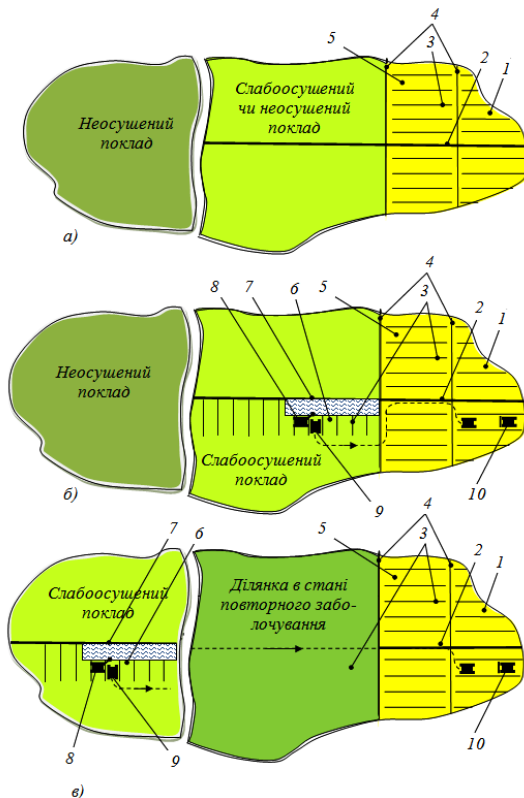
Суть запропонованого екскаваторно-фрезерного способу видобування фрезерного торфу [9] полягає у наступному (рис. 1): до розробки готується ділянка першочергового видобутку (1) площею від 25 до 40 % від загальної площі родовища, на якій здійснюється осушення покладу, зведення рослинності, виготовлення магістрального (2), картових (3) і валових каналів (4), профілювання поверхні карт (5) тощо. Ця першочергова ділянка має розташовуватись на найбільш підвищеній частині торфового родовища.

На створених технологічних площах («східна» ділянка) розпочинають видобування торфу звичайним фрезерним способом, можливо – із застосуванням запропонованих вище екологізованих операцій фрезерування та валкування. Після відпрацювання ця ділянка перетворюється на поля сушіння торфу, видобутого екскаваторним способом.

Екскавація торфу здійснюється на ділянці екскавації 6 (див. рис. 1 а), яка перед цим перебувала у природному стані. Для ведення екскаваторних робіт прокладається екскаваторний (кар'єрний) канал 7 та картові канали 3, призначення яких полягає в зниженні вологості покладу приканальної смуги до рівня, що забезпечує прохідність і стійкість екскаватора 8 та транспортних засобів 9, що під'їжджають під завантаження.

Екскавована з кар'єра торфомаса транспортується на карти 5 полів сушіння, де вивантажується, розрівнюється по поверхні за допомогою бульдозерів 10, розпушується (фрезеруванням чи ворущінням, залежно від дисперсності торфу) піддається природному сушінню, валкується і збирається торфозбиральними машинами фрезерно-бункерного видобувного комплексу (приміром, МТФ-44) в штабеля, як це передбачено технологією фрезерного способу видобування торфу.

По мірі спрацювання центральної частини родовища фронт видобувних робіт переміщується з центральної на західну ділянку (див. рис. 4.9 б), а центральна ділянка переводиться в режим повторного заболочування і поступового відновлення притаманних торфовищам біосферних функцій.



**Рис. 1.** Послідовність розробки торфового родовища: *а* – початкова стадія (фрезерний спосіб); *б, в* – екскаваторно-фрезерний спосіб

(формула 1), а отриманий результат став прикладом можливості розробки в торфовій галузі таких технологічних процесів, які за своїми впливами на техноприродні геосистеми в контексті екологічної безпеки наближаються до концептуальних вимог сьогодення.

### Библиографический список

1. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. Минск: Бел. наука, 2005. – 285 с.
2. Шмандій В.М., Шмандій О.В. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави // Екологічна безпека. – 2008. – №1. – С. 9-15.
3. Шмандій В.М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепка А.М., Бахарев В.С., Харламова О.В. Екологічна безпека: Підручник. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 366 с.
4. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи): автореф. дис. докт. техн. наук: 21.06.01 / Рудько Георгій Ілліч. – Сімферополь, 2005. – 35 с.
5. На меті – сталий розвиток України // Вісн. НАН України, 2007, № 2. – С. 14-44.
6. А.С. 920218 СССР, МКИ Е 21 С 49/00. Способ формирования организованного расстила сфрезерованного торфа и устройство для его осуществления / А.К. Бавтуто, В.А. Гнеушев (СССР). - № 2946481 / 22-03, заявл. 25.06.80, опуб. 15.04.82, Бюл. № 14. – 2 с.
7. А.С. 1687788 СССР, МКИ Е 21 С 49/00. Способ валкования фрезерного торфа и устройство для его осуществления. / В.А. Гнеушев, А.К. Бавтуто, В.А. Стриха (СССР). - № 4719928/03, заявл. 18.07.89, опубл. 30.10.91, Бюл. № 40. – 2 с.
8. Пат. 89307 Україна, МПК, Е21С 49/00. Екскаваторно-фрезерний спосіб видобування торфу [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u2013 14551 заявл. 12.12. 2013; опубл. 10.04. 2014, Бюл. № 7. – 2 с.
9. Гнеушев В.О., Стадник О.С. Екологізація технологій видобування торфу // Уголь Украины. – 2014. - № 11. – С. 44-46

Після відпрацювання західної ділянки вся територія торфового родовища піддається повторному заболочуванню з перспективою повної ренатуралізації.

**Висновок.** Представлена технологія потребує подальшого проектного опрацювання, ретельного аналізу в економічному, технологічному та інших аспектах. Видимими недоліками її є транспортування на значну відстань торфомаси – торфу з великою кількістю води, що не може не збільшити собівартість продукції. Але обнадіює те, що значна економія на підготовці і утриманні виробничих площ, висока продуктивність екскавації перекинуть ці транспортні витрати і зроблять запропонований спосіб економічно ефективним. Не виключено, що може бути запропонований і інший, більш досконалий варіант технології видобування фрезерного торфу.

Але важливо те, що описана технологія створена на евристичних ідеях, що виникли при аналізі коефіцієнта екологічної безпеки

Надійшла до редакції 21.03.2017

**В.А. Гнеушев, А.С. Стадник**

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина, г. Ровно

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ ТОРФА

Приведены результаты исследования комплекса экологических и технологических проблем, возникающих в связи с добычей торфа наиболее распространенным в Украине и мире фрезерным способом. Указано на роль торфяных месторождений в экологии региона. Показана непосредственная связь между осушением торфяников и ухудшением выполнения ими специфических биосферных функций. Предложены концептуальные подходы к экологизации как отдельных технологических операций, так и к созданию экологизованных технологий добычи торфа.

**Ключевые слова:** торфяные месторождения, осушение торфяников, экология региона, технологии добычи торфа, экологизация технологий.

**V. Hniewshev, O. Stadnyk**

National university of water and environment engineering, Ukraine, Rivne

#### ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF THE PEAT EXTRACTION

Are presented results of the study of a complex environmental and technological problems arising in connection with the extraction of peat by the most popular in Ukraine and the world milling method. Given the role of peatlands in the region's ecology. A direct link between the draining of peatlands and the deterioration in their performance of specific biosphere functions is shown. Are proposed conceptual approaches to ecologization as separate technological operations, as well to creation of ecologized technologies for peat extraction.

**Key words:** peat deposits, drainage of peat bogs, ecology of the region, peat extraction technologies, technology ecologization.