

УДК 614.8

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524.2636.2022.6.1.69-74>

*Іван Несен (ORCID: 0000-0001-5847-4805),
Георгій Єлагін, канд. хім. наук, с. н. с. (ORCID: 0000-0003-2577-6430),
Олена Алексєєва, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0003-0119-4081),
Ігор Ножко, канд. пед. наук (ORCID: 0000-0003-1554-0088),
Марія Куценко, канд. екон. наук, доцент (ORCID: 0000-0001-6879-9187),
Анатолій Алексєєв, канд. хім. наук, доцент (ORCID: 0000-0003-4114-5807)*
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

ДО ПРОБЛЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖ НА ТОРФОВИЩАХ

Болота поширені по всьому світу і відіграють значну роль у стабілізації світового клімату. В той же час, вони займають значні площі і є значним джерелом дешевого палива. Останні дві причини призводили у минулі століття до інтенсивного осушення боліт і видобування торфу. Таке відношення привело до того, що болота з поглиначів вуглекислого газу перетворилися на потужне джерело його викидів. Ситуацію погіршує схильність осушених торф'яників до загорання. Пожежі на торфовищах призводять до значних матеріальних збитків і наносять значну шкоду оточуючому середовищу. Гасити ж ці пожежі надзвичайно важко і дорого. Набагато дешевше їх попередити. Існуючі ж методи – надзвичайно трудомісткі і затратні. Розробка відносно недорогих і екологічно безпечних засобів попередження пожеж на торфовищах – завдання актуальне з усіх точок зору. Призначені для такої мети засоби повинні відповідати певним вимогам. Їх застосування не повинно шкодити навколишньому довкіллю і бути економічно вигіднішими за існуючі методи.

Ключові слова: торфовища, пожежа, вогнегасячі засоби, вогнегасні солі, дрібнопористі носії, іммобілізація.

Постановка проблеми. На відміну від минулих століть, в теперішній час осушення боліт вважається справою не прогресивною, а такою, що шкодить екологічному середовищу. При осушенні боліт вони з акумуляторів вуглекислого газу перетворюються на потужне джерело його утворення. Особливої шкоди завдає неконтрольоване горіння торфу. Гасити такі пожежі складно і дорого, до того ж торфовища здебільшого розташовані в місцях, віддалених від необхідних джерел водопостачання. Отже, попередження пожежі у цих випадках набуває особливого значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Торф'яне родовище, торфовище, торф'яник, рідко торфовик – ділянка земної поверхні, для якої характерне надлишкове зволоження, наявність торф'яного покладу й рослинного покриву, що складається з вологофобних рослин-торфоутворювачів. Відмираючи, вони не піддаються повному розпаду, а у напіврозкладеному стані утворюють торф [1].

Торф'яники поширені по всьому світу: за полярним кругом, в районах вічної мерзлоти, на високогірних територіях, в прибережних районах, в тропічних лісах. Найбільші поклади торфу знаходяться в Росії, Канаді, Індонезії та Сполучених Штатах [2].

Здатність торфовищ поглинати вуглекислий газ з атмосфери та накопичувати в собі вуглець робить їх важливим елементом у підтриманні глобальної кліматичної рівноваги.

Під час росту рослини поглинають з атмосфери головний парниковий газ – двоокис вуглецю (CO₂) та накопичують його у своїй біомасі у вигляді органічних речовин (які становлять понад 50 % маси рослинного організму). Оскільки, завдяки обводненню, у торфовищах створюються анаеробні умови (умови гострої нестачі кисню), розклад

відмерлих частин рослин протікає сповільнено. Більша їх частина "консервується" на тривалий період, – настільки тривалий, наскільки будуть зберігатись умови зволоження торфовища.

При осушенні рівень води в торфовищах штучно знижується і це запускає процес розкладу органічної частини торфу за участі кисню. Аеробний розклад органічної частини торфу відбувається у 50 разів швидше, ніж в анаеробних умовах торфовищ. Внаслідок цього, торфовища перестають бути сховищем CO₂ і перетворюються на потужне джерело його викидів у глобальному масштабі.

В Європі осушено 90 % торфовищ. В Україні масштабне будівництво осушувальних систем велося в період 1966-1985 років. Видобуток торфу для будь-яких потреб веде до втрати 50 кг вуглецю з 1 м³ видобутого торфу [3], або 20-35 т вуглецю на 1 га на рік на території сучасних торфорозробок [4]. Покинуті після видобутку торфу розробки, що не були обводнені, активно продукують CO₂.

При горінні торф'яників утворюються джерела поширення небезпечних речовин (карбон діоксиду, метану, радону тощо). Викиди CO₂ від дренажу, пожеж та господарської експлуатації торф'яників прирівнюються до 10 % річних об'ємів викидів від спалювання вугілля, нафти та газу.

Раніше осушення боліт вважалося ознакою раціонального використання землі і ведення господарства. Зараз думки вчених змінилися на прямо протилежні. Експерти вказують, що осушення торф'яників – це неправильне управління і загроза для екосистем і планети в цілому.

Після осушення торф'яників на них почастишали потужні пожежі.

В Україні, згідно державного балансу запасів корисних копалин, торф'яники займають біля 1,5 млн гектарів, з балансовими запасами торфу 244115000 тон, небалансовими – 57199000 тон.

Ситуація з використанням торф'яників в усіх областях катастрофічна. Осушені торф'яники, загальна площа яких в Україні перевищує 300000 гектарів, в теперішній час використовуються неефективно або взагалі не використовуються. Вони заростають бур'янами та кущами і є постійним джерелом небезпеки виникнення пожежі.

1 вересня 2020 року постановою Верховної Ради України прийнято за основу проект Закону України про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо посилення захисту лісів, запобігання пожежам на землях лісового та водного фонду, торфовищах та на землях інших категорій [5].

Але треба робити більше. Зокрема, треба вживати серйозних заходів з попередження пожеж на вже осушених болотах. Адже горять вони все частіше і призводять до великих втрат і значного погіршення екологічного середовища.

Торф'яні пожежі – це глобальна загроза, яка має вагомий економічний і екологічний наслідок [6]. Ці пожежі рухаються повільно, по декілька метрів на добу, і відзначаються тим, що їх майже неможливо загасити. Вони небезпечні через раптові прориви вогню з-під землі і тим, що їх край не завжди помітний [7].

Безпосереднім винуватцем виникнення торф'яної пожежі у переважній більшості випадків є людина. Самоспалахування торфу більшість дослідників вважає маловірогідним.

Здебільшого торф'яні пожежі виникають після залишених без нагляду багать, залишених непогашеними сірників та недопалків, тліючих пижів з горючих матеріалів, іскор з несправних глушників мотоциклів та автомашин.

Найбільші торф'яні пожежі були зафіксовані в 1997 році в Індонезії. В атмосферу потрапило 0,81-2,57 тисяч тон вуглецю [8]. Двадцять років тому клуби диму торф'яників, що горіли у тропіках, викликали паніку серед населення Індонезії, Малайзії та Сінгапуру. Місяць потому настав сезон дощів, пожежа здебільшого припинилась, але місцями вона продовжується і зараз.

Торф'яники горять не лише у тропічних лісах Південно-Східної Азії. Подібні пожежі вже були в Південній Америці, однак з менш серйозними наслідками. Справа у тому, що

товщина торф'яників в Індонезії досягає 40 метрів, тоді як в Німеччині вона не перевищує 2-3 метри. Така пожежа десь у Європі була б швидко ліквідована, тому що тут є і вода, і розвинена інфраструктура.

А в тропічних лісах на Суматрі чи Борнео нема ані того, ані другого. Тому торф там горить, поки його не загасить дощ. Іноді пожежі продовжуються місяцями.

Пожежі 1997-98 років в Індонезії були найбільшими за всю історію людства. Однак не виключено, що в найближчі роки цей рекорд буде побито. Причиною пожежі у більшості випадків є підпал. Селяни Індонезії таким чином намагаються нелегально збільшити площі своїх плантацій.

В Малайзії, особливо у малайзійській частині острова Борнео, вже сьогодні помітні сліди наступу цивілізації. Там не буває торф'яних пожеж, тому що там просто більше немає торфу. Але площі, що утворилися, хоча б використовуються у сільськогосподарських цілях. В Індонезії ж не так. Там на місці торфу, що згорів, лишається просто пустир.

Закритий землею торф не горить з полум'ям, а тліє, причому на великій площині. Ліквідувати таке тління можна, лише заливши весь торф'яник водою. А це означає, що під землю треба доставити величезну кількість холодної води. Для погашення 1 кубометра торфу, що тліє, в середньому необхідно не менше тонни води.

Ліквідацію торф'яних пожеж найчастіше ускладнюють важкодосяжність районів гасіння і віддаленість їх від джерел водопостачання, нераціональність, а часом, і неможливість залучення автотранспорту для доставки води.

Мета дослідження. Обґрунтування важливості першочергових заходів з попередження пожеж на торфовищах та формулювання пропозицій по створенню засобів попередження пожеж і вимог до таких засобів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гасити торф'яні пожежі дуже складно і дорого, а наслідки – надзвичайно небезпечні і вимагають значних витрат на їх подолання. Попередити таку пожежу набагато вигідніше, ніж гасити її і потім ліквідувати наслідки. На жаль, профілактиці торф'яних пожеж приділяється дуже мало уваги.

Сучасні рекомендації з попередження пожеж торф'яників зводяться до трьох моментів: робота з населенням, обладнання протипожежних розривів і заводнення торф'яників.

Одним з найбільш дієвих засобів запобігання торф'яним пожежам є обмеження розповсюдження вогню завдяки викопаним ровам і широким канавам. Їх копають до мінерального ґрунту або до ґрунтових вод. Зважаючи на великі площі осушених торф'яників і значну їх глибину, цей труд можна назвати титанічним.

Не меншого об'єму робіт вимагає і заводнення осушених торф'яників. Для попередження спалахів створюється комплекс з мережі каналів зі спеціальними засувками для затримання води, що призводить до обводнення торф'яних покладів. Щоб створити необхідний обсяг води в каналах, її необхідно перекачати з довколишніх водойм, якщо такі є; або прокласти тимчасовий трубопровід для переміщення води з великих відстаней. Часто у пожежників просто немає коштів, щоб оперативно залити займання, і воно розгорається. Треба багато води. Ефективніше було б зводити дамби нижче заплави, де є осередки займань. Тоді після опадів вода підійматиметься, торфовища затопить. Але на цей метод теж потрібні велика кількість техніки і грошей.

В той же час, у переважній більшості випадків захищати можна не весь об'єм даного торф'яника, а тільки його поверхню. Як впливає з наведеного вище літературного огляду, вірогідність виникнення пожежі на торфовищі за рахунок самоспалахування у його глибині – мала, порівняно з її виникненням з вини людини. Головна причина такої пожежі практично завжди пов'язана з навмисним або випадковим підпалом. Тобто спочатку вогонь виникає в певному осередку на поверхні, а вже потім поширюється і по всій поверхні, і в глибину. Іншими словами, фізико-хімічний механізм виникнення пожежі полягає не в самоспалахуванні, а в спалахуванні примусовому. І первинний осередок пожежі

розташований на поверхні. Це означає, що основну увагу при розробці заходів з попередження пожежі треба спрямувати саме на поверхневі шари.

Найкраще за все було б завжди тримати цю поверхню зволоженою. Зрозуміло, що практично це, особливо у літній період, неможливо. Гіпотетично, в якості профілактики пожежі можна було б розсіяти на поверхні торфовища певну кількість вогнегасного порошку. Але всі вогнегасні порошки – це композиція, основною діючою речовиною якої є водорозчинна сіль. Отже, перший же дощ, або перша ж роса вимие цю сіль у нижчі шари, залишивши поверхню без захисту.

Тим не менше, саме розробка засобів захисту з поверхні, причому такого захисту, який не вимагатиме постійної участі обслуговуючого персоналу, має бути основним напрямком досліджень у цьому напрямку.

Такий підхід диктує і вимоги до засобу.

Він повинен бути ефективним, екологічно безпечним, здатним якомога довше (декілька років) зберігати свою потенційну спроможність придушувати вогонь, придатним для відносно легкого нанесення на поверхню і не дорогим. Таким, щоб наносити його раз в три-чотири роки було вигідніше, ніж гасити пожежу і ліквідувати нанесені нею збитки.

З цієї точки зору варті уваги засоби для гасіння пожеж рідин, розлитих на поверхні водойми, які протягом останніх років розробляються в Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України. Тут проводяться дослідження, направлені на створення принципово нового вогнегасного засобу, який діє за фізико-хімічним механізмом інгібування горіння. Запропонований підхід – подрібнений (з ефективним діаметром в 1-4 мм) високо пористий носій, на внутрішню поверхню пор якого іммобілізовано вогнегасну сіль, або суміш, яка утворює вогнегасну сіль при підвищенні температури [10-12]. Вимоги до такого засобу включають ефективність, екологічну безпечність, відносно невелику вартість і здатність постійно залишатися на поверхні рідини, тобто в зоні горіння. Остання вимога вимагала жорсткого контролю за кількістю іммобілізата. Причина в тому, що солі мають питому густину, в 3-4 рази більшу за густину води, і, тим паче, за густину вуглеводневої рідини. Перевищення їх кількості веде до того, що засіб швидко занурюється під поверхню, залишаючи без захисту зону горіння.

Для засобів попередження пожеж на торфовищах вимога збереження плавучості відсутня. Тут, навпаки, чим більше вогнегасної солі містить носій, тим краще. Решта ж вимог повністю співпадають. В якості носія доцільно використовувати спучений вермікуліт або тирсу деревини. Вони достатньо дешеві і містять велику кількість вузьких каналів. Вода на межі рідина-повітря має значний поверхневий натяг і у вузькі канали самопливом не проходить. Застосування іммобілізації вогнегасної компоненти у вузьких каналах високопористого носія перешкоджає вимиванню цієї компоненти дощовими або іншими водами. При підвищенні ж температури вогнегасна сіль або суміш, що її утворює, десорбуються і придушують вогонь. Отже, будучи нанесеними на поверхню, такі засоби зберігатимуть вогнегасну компоненту всередині частинок носія неушкодженими протягом декількох років. При виникненні пожежі вермікуліт буде швидко десорбувати вогнегасні солі. Тирса деревини, вірогідно, буде діяти ще швидше, додатково звільняючи вогнегасну компоненту завдяки піролізу поверхневих шарів деревини.

Спучений вермікуліт використовується у сільському господарстві для структурування ґрунтів, вогнегасні солі (амоній фосфат, діафоній фосфат і інші) – в якості мінеральних добрив, тирса деревини – взагалі природний матеріал. Отже, нанесення такого засобу на поверхню торфовища не несе шкоди ні доквіллю, ні птахам і тваринам, ні людям, які збиратимуть там ягоди чи косять траву.

Висновки. Пожежі на торфовищах призводять до значних матеріальних збитків іносять відчутної шкоди оточуючому середовищу. Гасити ж такі пожежі надзвичайно важко і дорого. Набагато дешевше їх попередити. Зважаючи на те, що в переважній більшості випадків ці пожежі починаються з поверхні, доцільно захищати не весь об'єм торф'яника, а саме поверхневі шари. Найбільш придатними виглядають вогнегасні засоби,

що діють за фізико-хімічним механізмом інгібування, вогнегасні порошки. Для забезпечення довготривалого терміну дії засобів пропонується використання інгібіруючих вогнегасних композицій, іммобілізованих в пори високопористого носія.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Торфяные пожары — Википедия <https://ru.wikipedia.org> > wiki >.
2. Катерина Борисенко <https://life.pravda.com.ua/columns/2020/04/17/240641/>.
3. (Hillebrand 1993, Rodhe and Svensson, 1995).
4. (Cleary et al. 2005).
5. Проект Закону України (реєстр. № 3526, № 836-IX).
6. Yu. Bogdanova et al. Improving of operating efficiency of fire brigades during the suppression of peat fires by introducing a unit for bioactivating drinking water into a water supply concept (an example of Tver region) 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 492 012022.
7. Хорошавин Л. Б., Медведев О. А., Беляков В. А., Беззапонная О. В. Торфяные пожары и способы их тушения // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 11. – С. 85-89.
8. Белькова Т.А. Обзор экологоэкономических последствий торфяных пожаров / Т. А. Белькова, В. А. Перминов, Н. А. Алексеев // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. Т. 1. № 3. – С. 35-44.
9. Кирилів Я. Б. Пожежна небезпека торф'яників, торфорозробок та методи і засоби підвищення ефективності їх гасіння / Я. Б. Кирилів, В. В. Ковалишин, Р. Ю. Сукач // Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2019. – С. 59 – 65.
10. Г.Слагін, О.Нуязін, Є.Тищенко, О.Алексєєва, В.Наконечний. Вогнегасний засіб. Пат. України №141869. Бюл. № 8.2020р
11. Г. Слагін, Є. Тищенко, О. Алексєєва, В. Наконечний, А. Алексєєв, М. Куценко Спосіб виробництва вогнегасного засобу. Пат. України №144950. Бюл. № 21(2020р
12. Г. Слагін, Є. Тищенко, О. Алексєєва, В. Наконечний, А. Алексєєв. Спосіб виготовлення генератора вогнегасного аерозолю. Пат. України №147259 Бюл. № 16(2021р).

REFERENCES

1. Torfyanyye pozhary — Vikipediya <https://ru.wikipedia.org> > wiki >.
2. Katerina Borisenko <https://life.pravda.com.ua/columns/2020/04/17/240641/>.
3. (Hillebrand 1993, Rodhe and Svensson, 1995).
4. (Cleary et al. 2005).
5. Proyeckt Zakonu Ukraїni (reēstr. № 3526, № 836-IX).
6. Yu. Bogdanova et al. Improving of operating efficiency of fire brigades during the suppression of peat fires by introducing a unit for bioactivating drinking water into a water supply concept (an example of Tver region) 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 492. 01.2022.
7. Khoroshavin L. B., Medvedev O. A., Belyakov V. A., Bezzaponnaya O. V. Torfyanyye pozhary i sposoby ikh tusheniya // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2012. – Т. 21, № 11 – S. 85-89.
8. Bel'kova T. A. Obzor ekologoekonomicheskikh posledstviy torfyanykh pozharov / T. A. Bel'kova, V. A. Perminov, N. A. Alekseyev // XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2016. Т. 1. № 3. – S. 35-44.
9. Kyryliv Y. B. Pozhezhna nebezpeka torf'yanykiv, torforozrobok ta metody i zasoby pidvyshchennya efektyvnosti yikh hasinnya / A. B. Kyryliv, V. V. Kovalyshyn, Y. U. Sukach // Nadzvychayni sytuatsiyi: bezpeka ta zakhyst: Materialy IKH Vseukrayins'koyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu. – Cherkasy: CHIPB im. Heroyiv Chornobylya NUTSZ Ukrayiny, 2019 – S. 59 – 65.
10. G. Yelagin, O. Nuyanzin, E. Tyshchenko, O. Aleksyeyeva, V. Nakonechnyy. Vohnehasnyy zasib. Pat. Ukrayiny № 141869. Byul. № 8. 2020 p.

11. G. Yelagin, Y. E. Tyshchenko, O. Aleksyeyeva, V. Nakonechnyy, A. Alyeksyeyev, M. Kutsenko Sposib vyrobnytstva vohnehasnoho zasobu. Pat. Ukrayiny № 144950. Byul. № 21 (2020 p).

12 G. Yelagin, E. Tyshchenko, O. Aleksyeyeva, V. Nakonechnyy, A. Alyeksyeyev. Sposib vyhotovlennya heneratora vohnehasnoho aerozolyu. Pat. Ukrayiny № 147259 Byul. № 16 (2021 p).

Ivan Nesen,

Heorhii Yelagin, Candidate of chemical science, senior researcher officer,

Olena Alekseeva, Candidate of technical sciences, docent,

Ihor Nozhko, Candidate of pedagogic sciences,

Mariia Kutsenko, Candidate of economics sciences, dotsent,

Anatolii Alekseev, Candidate of chemical science, dotsent.

*Cherkasy Institute of Fire Safety Named after Chornobyl Heroes
of National University of Civil Defense of Ukraine*

TO THE PROBLEM OF FIRE PREVENTION IN PEATWORKS

Wetlands are widespread throughout the world and play a significant role in stabilizing the global climate. At the same time, they occupy large areas and are a significant source of cheap fuel. The last two reasons have led in the past century to intensive drainage of wetlands and peat extraction. This attitude led to that. that the swamps of carbon dioxide sinks have become a powerful source of its emissions. The situation is exacerbated by the tendency of drained peatlands to catch fire. Fires in peatlands cause significant material damage and cause significant damage to the environment. Extinguishing these fires is extremely difficult and expensive. It is much cheaper to warn them. Existing methods are extremely time consuming and expensive. The development of relatively inexpensive and environmentally friendly means of fire prevention in peatlands is an urgent task from all points of view. Means intended for this purpose must meet certain requirements. Their use should not harm the environment and be more cost-effective than existing methods.

Key words: *peatlands, fire, fire extinguishers, fire extinguishing salts, fine-grained carriers, immobilization.*