



No 136 (136) (2024)

The scientific heritage

(Budapest, Hungary)

The journal is registered and published in Hungary.

The journal publishes scientific studies, reports and reports about achievements in different scientific fields.

Journal is published in English, Hungarian, Polish, Russian, Ukrainian, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

ISSN 9215 — 0365

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Chief editor: Biro Krisztian

Managing editor: Khavash Bernat

- Singula Aleksandra - Professor, Department of Organization and Management at the University of Zagreb (Zagreb, Croatia)
- Bogdanov Dmitrij - Ph.D., candidate of pedagogical sciences, managing the laboratory (Kiev, Ukraine)
- Chukurov Valeriy - Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Biochemistry of the Faculty of Physics, Mathematics and Natural Sciences (Minsk, Republic of Belarus)
- Torok Dezso - Doctor of Chemistry, professor, Head of the Department of Organic Chemistry (Budapest, Hungary)
- Filipiak Pawel - doctor of political sciences, pro-rector on a management by a property complex and to the public relations (Gdansk, Poland)
- Flater Karl - Doctor of legal sciences, managing the department of theory and history of the state and legal (Koln, Germany)
- Bence Orban - Doctor of sociological sciences, professor of department of philosophy of religion and religious studies (Miskolc, Hungary)
- Feld Ella - Doctor of historical sciences, managing the department of historical informatics, scientific leader of Center of economic history historical faculty (Dresden, Germany)
- Owczarek Zbigniew - Doctor of philological sciences (Warsaw, Poland)
- Gál Jenő - MD, assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities (Budapest, Hungary)
- Borbély Kinga - Ph.D, Professor, Department of Philosophy and History (Kosice, Slovakia)
- Eberhardt Mona - Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy (Munich, Germany)
- Kramarchuk Vyacheslav - Doctor of Pharmacy, Department of Clinical Pharmacy and Clinical Pharmacology (Vinnytsia, Ukraine)

«The scientific heritage»

Editorial board address: Budapest, Kossuth Lajos utca 84,1204

E-mail: public@tsh-journal.com

Web: www.tsh-journal.com

CONTENT

BIOLOGICAL SCIENCES

Zavalişca A., Corman M.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INITIAL RESULTS OF
THE STATUS OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND
MOTOR TRAINING FOR PRIMARY CLASS STUDENTS
FROM URBAN LOCATIONS OF THE REPUBLIC OF
MOLDOVA3

CHEMISTRY SCIENCES

Huseynova H., Hasanli I., Ismailov Z.

STUDY OF THE $\text{Ho}_2\text{Te}_3\text{-In}_2\text{Te}_3$ SYSTEM..... 7

HISTORICAL AND ARCHEOLOGICAL SCIENCES

Hajiyeva Kh.

THE LEGAL BASIS OF COOPERATION
BETWEEN AZERBAIJAN REPUBLIC AND
THE EUROPEAN UNION11

PEDAGOGICAL SCIENCES

Menshukova N., Alova Zh., Sabyrzhanova A.

INNOVATIVE ENGINEERING – CONTRIBUTION TO THE
INNOVATIVE POTENTIAL OF KAZAKHSTAN: FEATURES
AND PROSPECTS..... 16

PHYSICS AND MATHEMATICS

Antonov A.

FROM THE PHYSICAL REALITY OF IMAGINARY
NUMBERS IT FOLLOWS THAT THE AFTERLIFE
INVISIBLE WORLD ACTUALLY PHYSICALLY EXISTS 21

PSYCHOLOGICAL SCIENCES

Aliyeva Kh., Guliyeva S.

BULLYING CAUSED BY HOMOPHOBIA IN SCHOOLS ..27

TECHNICAL SCIENCES

Sklyarenko E., Vorobiov L.

INSTALLATION FOR STEAM-GAS MIXTURE
GENERATION AND CLEANING33

Jelagin G., Kutsenko M.,

Alekseev A., Nuianzin A.,

Alekseeva E., Krystal D., Vedula S.

DEVELOPMENT OF FIRE PREVENTION MEASURES ON
PEAT PLATES.....36

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖ НА ТОРФОВИЩАХ

Слагін Г.І.
інженер науково-дослідної лабораторії інновацій в сфері цивільної безпеки,
Куценко М.А.
заступник начальника Черкаського інституту пожежної безпеки, доцент,
Алексєєв А.Г.
доцент Черкаського інституту пожежної безпеки,
Нуязін А.М.
начальник науково-дослідної лабораторії інновацій, доцент,
Алексєєва О.С.
провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інновацій в сфері цивільної безпеки, доцент,
Кришталь Д.О.
старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інновацій в сфері цивільної безпеки
Ведула С.А.
старший викладач
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України

DEVELOPMENT OF FIRE PREVENTION MEASURES ON PEAT PLATES

Jelagin G.,
Engineer of Research Laboratory of Innovations in the Field of Civil Safety
Kutsenko M.,
Deputy Head of the Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes, assistant professor
Alekseev A.,
Assistant Professor of the Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes
Nuianzin A.,
Head of Research Laboratory of Innovations in the Field of Civil Safety
Alekseeva E.,
Leading researcher of Research Laboratory of Innovations in the Field of Civil,
Krystal D.,
Senior researcher of Research Laboratory of Innovations in the Field of Civil
Vedula S.
Senior Lecturer
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes
of National University of Civil Defence of Ukraine

Анотація

Показано, що надмірне осушування боліт приводить до того, що болота з поглиначів і акумуляторів вуглекислого газу перетворюються на джерело його генерування. Ще більшої шкоди завдають торф'яні пожежі. Проаналізовано сучасні методи гасіння торф'яних пожеж і методи попередження їх поширення. Наведені результати розробок серії нових вогнегасячих засобів, призначених для попередження поширення пожеж на торфовищах. Засоби являють собою високопористі носії з розмірами частинок від 1 до 5 мм, внутрішні стінки капілярів у яких іммобілізовані вогнегасячою сіллю. При виникненні пожежі засіб, за рахунок підвищення температури, віддає вогнегасячі компоненти шляхом десорбції або шляхом розкладу носія. Засоби екологічно безпечні та недорогі і нескладні у виготовленні. Вогнегасячі солі (амоній фосфат і ін.) фактично являють собою мінеральні добрива, спучений вермікуліт широко використовується для структурування ґрунтів, а деревина – взагалі природний матеріал.

Abstract

The analysis of situation with bogs shown, that excessive drainage of bogs leads to that bogs from absorbers and accumulators of carbon dioxide grow into the source of his generating. Yet greater harm is inflicted by peat fires. The modern methods of extinguishing of peat fires and methods of warning of their distribution are analyzed. Results over of developments of series of the new fire extinguishing facilities intended for warning of distribution of fires on peatbogs are brought. Facilities show a soba high-porous carriers with the sizes of particles a from 1 to 5 mm, midwalls of capillaries in what immobilized by fire extinguishing salt. In case of occurring of fire means, due to the increase of temperature, give fire extinguishing components by a desorption or by the way of curriculum of transmitter. Facilities are environmentally sound and inexpensive and simple in making. Fire extinguishing salt (an ammonium is a phosphate and other) actually show a soba mineral fertilizers, swollen vermiculites is widely used for structuring of soils, and wood - natural material in general.

Ключові слова: торфовище, пожежа, вогнегасячі засоби, іммобілізація, спучений вермікуліт, тирса деревини, вогнегасячий аерозоль.

Keywords: peatbog, fire, fire extinguishers, immobilization, swollen vermiculites, sawdusts of wood, fire extinguishing aerosol.

Вступ. Торфовища – один із важливіших елементів збереження на Землі кліматичної рівноваги. Під час росту рослини поглинають головний парниковий газ – двоокис вуглецю (CO_2), перетворюючи його на органічні сполуки. В звичайних умовах, при згоранні цих сполук, або при аеробному окисненні, вуглекислий газ повертається в атмосферу. В болотах же складаються умови нестачі кисню, при яких аеробне окислення замінюється анаеробним розкладом. А такий розклад вуглекислого газу не утворює. В результаті вологі болота знижують кількість в атмосфері цього парникового газу, накопичуючи карбон у вигляді спочатку торфу, а потім – кам'яного вугілля. Інша картина складається при природному або штучному осушенні боліт. Осушені торфовища здатні до загорання і до поширення пожеж. В такому випадку торфовища із поглинача вуглекислоти перетворюються на потужне джерело його викидів. Пожежі на торфовищах мають спільні риси з пожежами горючих рідин на поверхні водойм. І ті і інші приводять до величезних викидів вуглекислого газу і до значного погіршення екологічного стану на великі відстані. Крім того, в обох випадках горіння продовжується на дуже значний час. Розлиті на поверхні моря чи океану горючі рідини палають тижнями, а то й місяцями. Торф'яники ж горять ще довше, іноді роками.

При цьому, гасіння пожеж на торфовищах – завдання ще складніше, ніж гасіння рідин. Засоби, які діють за фізико-хімічним механізмом ізоляції (піна і т. ін.) тут непридатні. Пористий торф має достатньо повітря в своїй структурі і ізоляція від зовнішнього середовища тут не допоможе. Нанесення на поверхню вогнегасячого порошку при розвиненій пожежі не має сенсу, так як горіння в-основному проходить під поверхневим шаром, а порошок під поверхню доступу не має. Застосування вогнегасячого порошку в якості профілактичного засобу ефекту теж не дає, так як будь-який з таких порошоків в основі має водорозчинну сіль і перший же дощ виміє його. Полив водою вимагає дуже великих її кількостей: вода просто стікає в окремі діри і залишає осередки горіння. Пожежу завжди дешевше попередити, ніж потім її гасити. У випадку ж торфовищ, зважаючи на те, що вогонь швидко ховається під поверхню і стає важкодоступним, заходи з попередження розвитку пожежі мають особливе значення.

Постановка проблеми. Завдання даної роботи полягало у створенні для профілактики поширення пожежі на торфовищах засобу, який був би ефективним, нешкідливим для оточуючого середовища і технологічним у виготовленні. Зрозуміло, що поширення горіння торфу в-основному відбувається під поверхнею. Але починається воно, як правило, саме з поверхні. Виникнення полум'я тут рідко відбувається за механізмом самонагрівання, в переважній більшості випадків основним фізико-хімічним

механізмом його виникнення на торфовищах є механізм примусовий. Пожежі на торф'яниках виникають внаслідок необережного поводження з вогнем людини, або, рідше, внаслідок нагріву дуже сухих ділянок сфокусованими сонячними променями. Отже, для попередження поширення вогню його необхідно придушити відразу після виникнення, тобто на поверхні, не допускаючи поширення горіння вглиб торфовища.

Реалізований для створення такого засобу підхід полягав в адаптації для досягнення даної мети засобів, розроблених раніше для гасіння пожеж горючих рідин на поверхні водойми [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Торфовище, торф'яник – це ділянка земної поверхні, для якої характерні надлишкове зволоження, поклада торфу і рослинний покрив, утворений вологолюбними рослинами. Коли такі рослини відмирають, вони не піддаються повному розпаду. Частковий же розклад утворює торф [2]. Торф'яники поширені по всьому світу, включаючи заполяр'є, райони вічної мерзлоти, високогірні території, тропічні ліси та прибережні райони. Найбільші поклада торфу розташовані в Росії, Індонезії, Сполучених Штатах та Канаді [2]. І, хоча вони займають лише три відсотки суші, тут зберігається до 30 процентів запасів вуглецю. Це вдвічі більше ніж в лісах. За деякими підрахунками за 20 років торф'яники захистили атмосферу від 130 мільйонів тон вуглекислого газу. Приблизно стільки ж викидають на дорогах 20 мільйонів машин.

При осушенні рівень води в торфовищах знижується. Це викликає контакт органічної частини торфу з киснем і аеробне окислення, яке відбувається у 50 разів швидше, ніж анаеробний розклад. Осушені торфовища зі сховищ CO_2 перетворюються на джерело його масштабних викидів.

Ще гірше те, що осушені торф'яники схильні до горіння, яке супроводжується поширенням ще більшої кількості карбон діоксиду і викидами інших шкідливих речовин (метану, радону, і т. п.). Особливо небезпечним є канцерогенний дим. Кількість диму, що тут виділяється, в сотні і тисячі разів перевищує аналогічний показник від лісової пожежі такої ж площі. При цьому, на відміну від лісової, пожежі торфовищ потужних конвекційних потоків вгору не створюють. Це призводить до накопичення диму у приземних шарах повітря, з утворенням смогу. В концентрації, небезпечній для здоров'я, дим від великих торф'яних пожеж поширюється на відстань до сотень кілометрів. Такий дим вкрай небезпечний, особливо для людей із захворюваннями серцево-судинної системи або органів дихання. В зонах торф'яних пожеж спостерігається помітне збільшення смертності таких хворих. Викиди ж CO_2 від дренажу та від горіння торф'яників досягають 10 відсотків загальної суми викидів цієї речовини від спалювання нафти, вугілля та

газу. Торф'яні пожежі – це особливий вид пожеж. Вони являють собою глобальну загрозу, що має вагомі економічні і екологічні наслідки [3]. При цих пожежах горить шар торфу значної товщини і на великих площах. Розгораються та поширюються такі пожежі дуже повільно, по декілька метрів на добу. Але продовжуються дуже довго – місяцями, а іноді роками. Відкритий вогонь тут спостерігається рідко, частіше йде тління з виділенням великої кількості диму. Тління іноді продовжується навіть зимою. Пояснення криється у тому, що джерела безпосереднього тління прикриті від охолодження достатньо щільними шарами торфу та торф'яного попелу.

Найбільш масштабні торф'яні пожежі були зафіксовані в 1997 році в Індонезії. В ці роки в атмосферу потрапило $0,81 - 2,57 \cdot 10^9$ т вуглецю [4]. Клуби диму торф'яників, що горіли у тропіках двадцять років тому, викликали паніку серед населення Малайзії, Індонезії та Сінгапуру. Під час сезону дощів, що наступив місяці потому, вогонь більшою частиною був загашений. Тим не менше, пожежа потроху продовжується і зараз. За підрахунками приват-доцента Мюнхенського університету, доктора Флоріана Зігерта (Florian Ziegert) вуглекислий газ, що утворився від пожеж 1997-98 років, складав до 40 % від загального його об'єму на Землі. Торф'яники горіли і горять не лише у тропічних лісах Південно-Східної Азії. Подібні пожежі відмічаються і в Росії, і в Південній Америці, хоча і з менш серйозними наслідками. Пожежі 1997-98 років в Індонезії були найбільшими за всю історію людства. Не виключено, однак, що в найближчі роки цей рекорд буде побито.

З торф'яними пожежами пов'язана велика кількість упереджень та міфів. Багато хто вірить, що торф'яники, по-перше, “спалахують самі по себе», і, по-друге, що такі пожежі практично неможливо загасити, адже вони уходять вглиб торфу на дуже великі глибини і охоплюють дуже великі площі. На сьогоднішній день доведено, що самоспалахування торфовищ відбувається дуже рідко. Хіба що в місяцях складування великих кількостей добутого і висушеного торфу, та й то при збігу певних обставин. В основному ці пожежі починаються не десь в глибинах, а на поверхні, причому починаються примусово, з підпалу. Тільки потім вогонь йде в глибину і там поширюється. А от гасити ці пожежі дійсно важко. Гасять їх дуже довго, від кількох днів до кількох місяців. І пов'язано це із залученням великої кількості пожежних машин і людей та з витратою великих коштів. Головна складність полягає у знаходженні основних покладів торфу пористим шаром під землею. Глибина залягання не дуже велика, 1,5-2 метри, але ліквідація пожежі тут вимагає специфічного підходу. При застосуванні води загасити торф'яну пожежу можна лише ретельним перемішуванням з нею маси тліючого торфу. Щоб ліквідувати тління треба залити водою весь торф'яник. Цю холодну воду, причому у величезній кількості, треба доставити під землю. Для того, щоб погасити 1 кубометр торфу, що тліє, в середньому потрібно

не менше тони води. До того ж, тут необхідно використовувати спеціальне обладнання.

Гасять такі пожежі двома методами. Перший застосовують, якщо ділянка загорання невелика. У цьому випадку роблять отвори на всю глибину торфу, тобто до мінеральної основи. В ці отвори вводять спеціальні стволи і лише в такі стволи подають воду. Другий, головний, спосіб гасіння торф'яних пожеж полягає в обкопуванні території канавами. Вони мають бути шириною 0,7-1,0 м і глибиною до мінеральної основи. Практикують і перекопування палаючого торфу та заливання його великою кількістю води. По можливості, у цьому випадку до води додають змочувачі. Нагнітання води в спеціальні стволи здійснюють під тиском 3-4 атм. Витрата води зі змочувальною речовиною досягає 35-42 л/хв. Ліквідацію торф'яних пожеж ускладнюють важкодосяжність районів гасіння та віддаленість їх від джерел водопостачання.

Кардинально вирішити проблему з торф'яними пожежами можна лише попередженням їх поширення. В рамках кліматичної конференції в Бонні провідні у цій галузі вчені представили доклад, підготовлений за підтримкою Ради Міністрів Північних країн. Доклад називається «Торф'яники: пом'якшення наслідків зміни клімату і збереження біорізноманіття» [5]. Основні рекомендації з попередження пожеж торф'яників зводяться до наступних моментів: робота з населенням, заводнення торф'яників і обладнання протипожежних розривів. Перший з них має чисто формальне значення. На сьогоднішній день одним з найбільш дієвих засобів запобігання торф'яним пожежам є обмеження розповсюдження вогню викопаними ровами і широкими канавами. Копають їх до мінерального ґрунту або до ґрунтових вод. Ще одна можливість убезпечитися від такої пожежі – заводнення осушених торф'яників. Для попередження загорання створюють комплекси з мережі каналів, споряджених спеціальними засувками для затримання води, що забезпечує обводнення торф'яних покладів. Щоб створити необхідний обсяг води в каналах, воду необхідно перекачати з довколишніх водойм. Якщо таких немає, треба прокласти тимчасовий трубопровід, щоб переміщувати воду з великих відстаней. Води треба багато. Обидва методи вимагають відповідної техніки і великих грошей. Отже, на сьогодні є дуже актуальною розробка нових, більш ефективних і дешевих способів попередження поширення торф'яних пожеж.

Дослідження з розробки засобів попередження поширення пожеж на торфовищах. Зважаючи на те, що горіння торфу, як правило, починається з поверхні, завдання зводилося до розробки засобу, здатного придушити полум'я відразу після його виникнення саме на поверхні, не допускаючи поширення горіння вглиб торфовища. Найбільш придатним для досягнення цієї мети було визнано засіб, розроблений раніше для гасіння пожеж горючих рідин на поверхні водойми [1]. Тобто використання високопористих носіїв з іммобілізованими в їх порах вогнегасячими солями. Засоби для гасіння

пожеж горючих рідин, які розлиті на поверхні водойми, повинні бути мати певну плавучість. В даному ж випадку таке завдання не стояло. Отже, в пори носія можна було вводити максимальну кількість солі.

Як і раніше [1], в якості носіїв використовувалися спучений вермікуліт та тирса деревини, а в якості іммобілізаторів (вогнегасячих солей) – амонійта діамонійфосфат. У відповідності з розробленою раніше технологією [1], насиченій розчин вогнегасячої солі в пори спученого вермікуліту заганнявся під атмосферним тиском після вивільнення цих пор від повітря [6, 7].

У випадку тирси деревини еластичні стінки капілярів при заповненні їх розчином вогнегасячої солі дозволяють просто декілька разів стиснути та відпустити зразки деревини у цьому розчині. В лабораторних умовах це робилося просто руками у гумових рукавицях [8, 9]. Для напівпромислового виробництва було запропоновано використання держака з металевою сіткою [10].

Крім виготовлення засобів з носіями, в пори яких було іммобілізовано вогнегасячі солі, розробляються також засоби по типу генераторів вогнегасячого аерозолу. Високопориста тирса деревини просочується окисником – калію нітратом [11, 12]. В таких засобах при підвищенні температури запускається реакція окиснення-відновлення, де окисником виступає калію нітрат, а відновником - власне деревина. В результаті реакції утворюється хмара (аерозоль) газоподібних оксидів азоту і дуже дрібних вогнегасячих частинок калію карбонату, які мають свіжу поверхню і активно знешкоджують активні частинки горіння за фізико-хімічним механізмом інгібування.

Густина деревини для всіх порід і для всіх умов зростання дерев практично однакова і складає 1,54 г/см³. Отже, кожен 1 см³ реальної тирси містить 0,25-0,35 г матеріалу з густиною 1,54 г/см³, решта – повітря, густиною якого в даному випадку можна знехтувати. Таким чином, реальна густина тирси сосни або вільхи дорівнює $1,54 \times (0,25-0,35) = 0,38-0,54$ г/см³, що дозволяє сухій деревині залишатися на поверхні навіть при обводненні торфовища.

Елементний склад всіх порід деревини приблизно однаковий. З елементів, здатних до горіння, вони містять 50% карбону і 6% гідрогену, з окиснювачів - 44% оксигену. Можна вважати, що гіпотетична хімічна формула в такому випадку має вигляд C₈₄H₁₂O₅.

За стехіометричним рівнянням хімічної реакції

$$\text{C}_{84}\text{H}_{12}\text{O}_5 + 69,2 \text{KNO}_3 = 84 \text{CO}_2 + 60 \text{H}_2\text{O} + 34,6 \text{N}_2 + 34,6 \text{K}_2\text{O}$$

$$2008 \cdot 69,2 \times 101 = 6989$$

для окислення 2008 г деревини необхідно 6989 г калію нітрату, або на 1 г деревини – 3,5 г калію нітрату. Ввести в пори деревини таку кількість солі неможливо. Тому частина тирси деревини не вступає в реакцію, лишається не просоченою. Але надлишкова тирса деревини не забруднює довкілля, так як деревина - абсолютно чистий в екологічному відношенні матеріал.

Висушування носіїв з іммобілізованими солями в усіх трьох випадках труднощів не складає. В лабораторних умовах це робиться у сушильній шафі. Зразки на основі спученого вермікуліту висушували при температурі 90-100 °С, а зразки на основі тирси деревини - при температурі 40-50 °С. В напівпромислових умовах це можна проводити у потоці нагрітого повітря. На відміну від звичайних дрібних вогнегасячих порошоків, достатньо грубі частинки іммобілізованих носіїв легко відділяються потім від повітря фільтрами або циклонами будь-якої конструкції.

При нанесенні на поверхню торфовища вогнегасні засоби на основі високопористих носіїв здатні 3-4 роки лишатися на цій поверхні без помітних змін. З огляду на значний поверхневий натяг води, проникнути всередину вузьких капілярів і вимити звідти вогнегасні компоненти вода не може. Слід зауважити, що всі компоненти таких засобів екологічно безпечні. Спучений вермікуліт широко використовується для структурування ґрунтів, деревина - природний матеріал, а амонійфосфат та діамонійфосфат загальноприйняті мінеральні добрива. Отже, знаходячись на поверхні торфовища ці засоби не зашкодять флорі чи фауні і не заважатимуть збиранню ягід чи використанню болота в інший спосіб.

«Працювати» вони починають при підвищенні температури, зокрема при появі в їх зоні полум'я. Просочена вогнегасячою сіллю, або окисником, тирса деревини, опинившись в зоні горіння, не горить, так як горінню перешкоджає сіль з її інгібуючою властивістю. Але поверхневі шари деревини швидко піролізуються до газів, вивільнюючи все нові і нові порції вогнегасячих солей, або окислюючись нітратом калію до хмари таких солей. Із засобами на основі спученого вермікуліту ситуація складніша. Для того, щоб вогнегасяча сіль потрапила безпосередньо у зону горіння, вона повинна вийти з пор негорючого носія назовні. Під дією температури пожежі повинні відбуватися спочатку десорбція солі, а потім і її розклад. Процеси десорбції (втрати маси) при різних температурах вивчалися у муфельній пічці з регульованою температурою. Попередньо визначалася втрата маси зразків вихідного спученого вермікуліту.

Отримані результати наведено в таблицях 1 - 3.

Таблиця 1

Втрата маси зразка спученого вермікуліту марки FINE ZU при нагріванні

№ з/п	Температура, °С	Витримка, хв.	Маса зразка, г	Втрата маси		
				г	%	Середня, %
1	200	10	7,546	0,315	4,1	4,4
2	200	10	8,251	0,379	4,6	
3	400	10	7,546	0,384	5,1	5,2
4	400	10	8,251	0,437	5,3	
5	600	10	7,546	0,422	5,6	5,8
6	600	10	8,251	0,486	5,9	
7	800	10	7,546	0,467	6,2	6,3
8	800	10	8,251	0,545	6,4	

Таблиця 2

Втрата маси зразка спученого вермікуліту марки FINE UE при нагріванні до 800 °С

№ з/п	Температура, °С	Витримка, хв.	Маса зразка, г	Втрата маси		
				г	%	Середня, %
1	800	40	11,685	0,260	2,2	2,5
2	800	40	7,245	0,210	2,8	

Таблиця 3

Втрата маси зразка спученого вермікуліту при нагріванні до 800 °С та витримки 20 хв.

№ з/п	Марка вермікуліту	Вогнегасна сіль та ступінь її іммобілізації, г/г	Маса зразка, г	Втрата маси		
				г	%	% від вихідної кількості солі
1	FINE UE	амонійфосфат, 0,38	7,225	1,734	24	87
2	FINE UE	амонійфосфат, 0,38	6,870	1,838	27	97
3	FINE ZU	амонійфосфат, 0,78	3,785	1,06	28	64
4	FINE ZU	амонійфосфат, 0,78	3,930	0,94	24	55
5	FINE ZU	діамонійфосфат, 0,78	5,130	1,70	33	76
6	FINE ZU	діамонійфосфат, 0,78	5,075	0,47	29	21

Звичайно спучений вермікуліт отримують прокалюванням природної сировини при температурі біля 1000 °С, тому при температурах до 800 °С теоретично з нього нічого не повинно виділятися. Але під час зберігання і транспортування пористий матеріал вбирає (адсорбує) деяку кількість вологи і пилу. Тому, як випливає з даних, наведених в таблицях 1 та 2, «холості» проби при прогріванні до 800 °С за 10 хвилин втрачають від 2,5 до 6,3% маси (в залежності від марки і партії). Іммобілізовані зразки при тих же умовах втрачають 26-31 % маси (таблиця 3). Загальна кількість адсорбованих солей в досліджених зразках складала 0,38 г/г (тобто біля 20 %) для амонійфосфатних солей на вермікуліті марки FINE UE і 0,78 г/г (тобто біля 44%) для амонійфосфатних та діамонійфосфатних солей на вермікуліті марки FINE ZU. Це означає, що вермікуліт марки FINE UE вже при 20-хвилинному нагріві до 800 °С майже повністю віддає адсорбовані солі. З капілярів вермікуліту марки FINE ZU при цих умовах назовні виходить 50-60% вогнегасячих солей. Для десорбції вогнегасячих солей з капілярів вермікуліту цієї марки потрібні більші температури і більша витримка при цих температурах.

При проведенні первинних випробувань в металеву ємність з діаметром 300 мм і висотою бортиків 40 мм шаром товщиною 30-40 мм поміщалися

висушені зразки торфу з різних родовищ і змінного ступеню подрібненості. Як відмічалося вище, сучасна наука вважає самоспалахування торфу в глибині його маловірогідним. У переважній більшості випадків загорання відбувається на поверхні, і відбувається за примусовим механізмом від зовнішніх джерел. Тому для імітування первинного примусового підпалювання на поверхню наносилися декілька крапель дизельного пального, яке і підпалювалося факелом.

Випробувалися два методи використання засобів.

В першому з них, певна кількість засобу (з розрахунку в г на 1 см²) висипалася на поверхню відразу після нанесення пального. І вже потім проводилося підпалювання.

В другому – пальне підпалювалося факелом відразу після його нанесення. Коли горіння поширювалося на торф; на дільницю, що горіла, за допомогою ківшика з довгим держаклом висипалася певна кількість засобу.

В обох випадках фіксувалася залежність часу припинення горіння від кількості засобу, нанесеного на 1 см² поверхні. Приклади типових випробувань наведено в таблицях 4 – 6.

Таблиця 4

Час існування полум'я визначений за різними методиками, площа поверхні шару торфу 700 см², товщина шару 4 см, носій – спучений вермікуліт марки А, підпалювач – 1 мл диз. палива

№ з/п	Методика	Вогнегасна сіль	Ступінь іммобілізації солі, г/г	Кількість засобу		Час існування полум'я, хв.
				загальна, г	г/см ²	
1	2	4	5	6	7	8
2/1	1	амоній фосфат	0,78	5	0,07	*
2/2	1	амоній фосфат	0,78	10	0,14	*
2/3	1	амоній фосфат	0,78	20	0,29	*
2/4	1	амоній фосфат	0,78	30	0,43	*
2/5	1	амоній фосфат	0,78	40	0,59	15
3/1	1	диамоній фосфат	0,68	5	0,07	*
3/2	1	диамоній фосфат	0,68	10	0,14	*
3/3	1	диамоній фосфат	0,68	20	0,29	*
3/4	1	диамоній фосфат	0,68	30	0,43	*
3/5	1	диамоній фосфат	0,68	40	0,59	12
4/1	2	амоній фосфат	0,78	5	0,07	*
4/2	2	амоній фосфат	0,78	10	0,14	*
4/3	2	амоній фосфат	0,78	20	0,29	*
4/4	2	амоній фосфат	0,78	30	0,43	12
4/5	2	амоній фосфат	0,78	40	0,59	11
5/1	2	диамоній фосфат	0,68	5	0,07	*
5/2	2	диамоній фосфат	0,68	10	0,14	*
5/3	2	диамоній фосфат	0,68	20	0,29	15
5/4	2	диамоній фосфат	0,68	30	0,43	12
5/5	2	диамоній фосфат	0,68	40	0,59	11

Примітка: * - вигорє повністю.

З даних таблиці 4 видно, що оптимальна витрата засобу повинна становити:
на основі вермікуліту з іммобілізованим амонійфосфатом 0,60 кг/м²;
на основі вермікуліту з іммобілізованим диамонійфосфатом 0,40 кг/м².

Таблиця 5

Час існування полум'я визначений за різними методиками, площа поверхні шару торфу 700 см², товщина шару 4 см, носій – тирса вільхи, підпалювач – 1 мл диз. палива, час до введення засобу – 1 хв.

№ з/п	Методика	Вогнегасна сіль	Ступінь іммобілізації солі, г/г	Кількість засобу		Час існування полум'я, хв.
				загальна, г	г/см ²	
1	2	4	5	6	7	8
6/1	1	амоній фосфат	0,78	5	0,07	*
6/2	1	амоній фосфат	0,78	10	0,14	*
6/3	1	амоній фосфат	0,78	20	0,29	11
6/4	1	амоній фосфат	0,78	30	0,43	9
6/5	1	амоній фосфат	0,78	40	0,59	8
7/1	1	диамоній фосфат	0,68	5	0,07	*
7/2	1	диамоній фосфат	0,68	10	0,14	*
7/3	1	диамоній фосфат	0,68	20	0,29	9
7/4	1	диамоній фосфат	0,68	30	0,43	7
7/5	1	диамоній фосфат	0,68	40	0,59	6
8/1	2	амоній фосфат	0,78	5	0,07	*
8/2	2	амоній фосфат	0,78	10	0,14	*
8/3	2	амоній фосфат	0,78	20	0,29	10
8/4	2	амоній фосфат	0,78	30	0,43	8
8/5	2	амоній фосфат	0,78	40	0,59	7
9/1	2	диамоній фосфат	0,68	5	0,07	*
9/2	2	диамоній фосфат	0,68	10	0,14	*
9/3	2	диамоній фосфат	0,68	20	0,29	8
9/4	2	диамоній фосфат	0,68	30	0,43	7
9/5	2	диамоній фосфат	0,68	40	0,59	5

Примітка: * - вигорє повністю.

З даних таблиці 5 видно, що для гасіння пожежі засобами на основі тирси деревини і у випадку іммобілізованого амонійфосфату і у випадку іммобілізованого діамонійфосфату достатньо нанести на поверхню 0,30-0,40 кг/м².

Таблиця 6

Час існування полум'я визначений за методикою 1, площа поверхні шару торфу 700 см², товщина шару 4 см, носій – тирса вільхи, окисник – калій нітрат зі вмістом 0,78 г/г, підпалювач – 1 мл диз. палива

№ з/п	Методика	Кількість засобу		Час існування полум'я, хв.
		загальна, г	г/см ²	
10/1	1	5	0,07	*
10/2	1	10	0,14	8
10/3	1	20	0,29	6
10/4	1	30	0,43	4
10/5	1	40	0,59	2
11/1	1	5	0,07	11
11/2	1	10	0,14	8
11/3	1	20	0,29	4
11/4	1	30	0,43	6
11/5	1	40	0,59	2

Примітка: * - вигоряє повністю.

З даних таблиці 6 видно, що вже при нанесенні на поверхню 0,2-0,3 кг/м² засобу на основі тирси деревини з іммобілізованим калій нітратом він генерує достатню для придушення полум'я кількість вогнегасячого аерозолу.

Висновок

Розглянуто перебіг поширення пожежі на торфовищах. Наголошено, що всупереч пануючій думці, пожежі в цьому випадку виникають не за рахунок самоспалахування в товщі торфовища, а майже виключно за рахунок підпалу, тобто на поверхні. Проаналізовано підходи до попередження поширення полум'я на торфовищах. Показано, що існуючі на сьогоднішній день методи в-основному спрямовані на гасіння пожежі, яка вже досягла певного розвитку. Основні вади цих методів - висока затратність і мала ефективність. Наведено результати розробки трьох типів засобів на основі високопористих носіїв, призначених для придушення полум'я в перші хвилини його появи. Перший тип – гранули спученого вермікуліту з іммобілізованими вогнегасячими солями – аміно- та діамінофосфатом. Другий – іммобілізовані тими ж солями частинки тирси деревини, зокрема тирси вільхи та сосни. Третій – частинки тої ж деревини з калію нітратом, іммобілізованим у порах. Запропоновано фізико-хімічний механізм дії всіх трьох типів. В першому випадку, під дією температури пожежі з капілярів негорючого мінерального носія відбувається десорбція вогнегасячих солей і наступне інгібування ними горіння. В другому – вивільнення вогнегасячих солей проходить під дією тієї ж температури, яка викликає шар за шаром піроліз деревини. В третьому – підвищення температури запускає окисно-відновну реакцію між деревиною і калію нітратом з утворенням вогнегасячої хмари дрібних частинок вогнегасячого калію карбонату зі свіжою активною поверхнею. Проведено дослідження умов десорбції вогнегасячої компоненти з капілярів засобу першого типу. Випробування засобів на змодельованих пожежах зразків торфу дозволило визначити в

кожному випадку оптимально потрібні кількості засобу. В будь-якому з трьох типів, засіб, нанесений на поверхню торфовища, здатен три-чотири роки знаходитися на цій поверхні, незалежно від пори року і кліматичних умов. При виникненні ж пожежі підвищення температури викликає активацію вогнегасячих властивостей і придушення полум'я за фізико-хімічним механізмом інгібування. Всі три типи засобів, що розробляються, безпечні для оточуючого середовища.

Список літератури

1. Средства тушения пожаров разлитых горючих жидкостей / Г. Слагин и др. The scientific heritage. 2022. Т. 1, № 84 (84). С. 15–25.
2. Борисенко К. Торф: чому він горить та його справжня ціна. URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2020/04/17/240641/> (date of access: 17.04.2020).
3. 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) / Yu. Bogdanova et al. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 492 012022.
4. Белькова Т.А. Обзор эколого-экономических последствий торфяных пожаров / Т.А. Белькова, В.А. Перминов, Н.А. Алексеев // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. Т. 1. № 3. – С. 35-44.
5. Peatlands, climate change mitigation and biodiversity conservation. Bonn, 2016.
6. Вогнегасний засіб. Патент на корисну модель 91400 Україна. Опубл.10.07.2014. Бюл. № 13/2014.
7. Спосіб виробництва вогнегасного засобу. Патент на корисну модель 91399 Україна. Опубл. 10.07.2014. Бюл. № 13/2014.
8. Спосіб виготовлення вогнегасного засобу. Патент на корисну модель 136531 Україна. Опубл.27.08.2019. Бюл. № 16/2019.

9. Вогнегасний засіб. Патент на корисну модель 136533 Україна. Опубл.27.08.2019. Бюл. № 16/2019.
10. Техніко-економічне обґрунтування організації виготовлення засобів для гасіння пожеж горючих рідин на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм / М. Куценко та ін. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. 2019. Т. 3, № 1. С. 42–50.
11. Спосіб виготовлення вогнегасного засобу. Патент на корисну модель 141870 Україна. Опубл.27.04.2020. Бюл. № 8/2021.
12. Спосіб виготовлення генератора вогнегасного аерозолю. Патент на корисну модель 147257 Україна. Опубл.21.04.2021. Бюл. № 16/2021.