

К.І. Мигаленко, (Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України), М.М. Семерак, д-р техн. наук, професор, (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), Є.С. Ленартович, канд. техн. наук, ст. наук. співр., О.І. Мигаленко, (Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України)

ПОШИРЕННЯ ПІДЗЕМНОЇ ПОЖЕЖІ НА ТОРФ'ЯНИКАХ РІЧКИ ТЯСМИН

В статті наведені дослідження швидкості об'ємного поширення підземної пожежі на торф'яниках. Аналіз матеріалів Черкаської гідрогеологічної експедиції (плани торфовищ, товщина та глибина залягання торфу по створах) дозволив визначити об'єми торфу кожного створу і площі поширення підземної пожежі на торф'яниках в басейні річки Тясмин, Черкаської області. Результати аналізу записані в таблиці.

Для експериментальних досліджень відбирались зразки торфу з глибини 2м, зі ступенем розкладу торфу – 55%. В статті наведені дослідження швидкості об'ємного поширення підземної пожежі на торф'яниках. Дослідження проводилися в газодимокамері з врахуванням критеріїв Вебера та Архімеда. Показано, що швидкість об'ємного поширення підземної пожежі на торф'яниках залежить від типу торфу та потужності пласта. Враховуючи результати досліджень складено прогноз поширення пожежі на торфовищі річки Тясмин.

Ключеві слова: підземні пожежі, торф'яники, гетерогенне тління, швидкість поширення пожежі, профілактика.

Актуальність проблеми. Через кожні 3-5 років повторюються засухи, які супроводжуються лісовими та торф'яними пожежами. Рідше бувають катастрофічні пожежі, від яких страждають цілі народи і держави. Вперше про це згадують вже в 994 році у староруських літописах. А в Ніконовському літописі про засуху 1092 року сказано так: «В се же лето ведро бяше яко изгораше земля, и мнози боры возгорахуся сами и болота ...». Про сильну засуху з пожежами XV сторіччя (1430-1431 рр.) сказано так: «Земля и леса горели и было много дыму от которого звери и птицы, и рыба в воде умирали, а люди очень страдали и умирали» [1].

Засухи розвиваються поступово на відміну від землетрусів, повеней та ураганів. Для того щоб розпочались пожежі в лісах і на болотах потрібно 3-4 тижні ясної сонячної погоди.

Дуже важливим горючим матеріалом в лісі є лісова підстилка (шар із напівперегнилих рослинних залишків), абсолютно суха, маса якої сягає 20...30 т/га. За звичайних умов вологість підстилки буває високою, але в період засухи вона стає пожеженебезпечною. При зволоженні відмираючих рослинних залишків утворюються пласти торфу. Розрізняють три основні типи торфів: низинний, верховий і перехідний. До складу кожного типу входять підтипи: лісовий, лісодраговинний, драговинний. Різноманітність складу і природи торфу залежить від неоднакових географічних і екологічних умов утворення та розвитку торф'яних залягань.

Торф верхового типу має велику пористість, а значить і високу вологоємність, водонасичений торф 40 % може тліти дуже довго. Відомо, що лісова пожежа переходить на торф'яники. З усіх відомих видів пожеж найменшу швидкість мають торф'яні (від декількох дециметрів до метрів за добу). На їх швидкість не впливають ні вітер ні інші добові зміни погоди. Тому навіть невелике болотце може димітись тижнями (рис.1).

Основним показником, що характеризує спроможність матеріалів створювати дим, є їх фізико-хімічний склад. Залежно від типу торфу, вміст мінеральних домішок становить 2...18 %. Складові структури торфу відрізняються різноманітністю за вмістом (бітум, воднорозчинні речовини, геміцелюлози, гумінові кислоти, фульвокислоти і лігнін) [2].

Кожен новий горизонт торф'яних залягань набуває хімічних, агрохімічних і інших властивостей, які характерні для даних умов торфоутворення. Тому оцінку розвитку пожеж займалось багато вчених [1, 3...6].

Основним показником, що характеризує спроможність матеріалів створювати дим, є їх фізико-хімічний склад. Так, до складу торфу входять карбон, гідроген, кисень і невелика кількість нітрогену та сульфуру.



Рис. 1. Задимленість території при підземній пожежі на Іридинському торфовищі, Черкаської області

Нами встановлено, що під час горіння торфу виділяється CO, що перевищує ГДК в повітрі робочої зони в 355 разів, NO₂ в 130 разів, SO₂ в 260 разів на висоті одного метра над зоною горіння [7]. Зрозуміло, що горіння в реальних умовах, в умовах недостатньої кількості кисню, приведе до ще більшого забруднення навколишнього середовища токсичними продуктами неповного згорання і продуктами піролізу компонентів торфу.

Під час пожежі горючі речовини перетворюються в газоподібні: в CO₂; H₂O; SO₂; CO, NO₂ та інші.

Ці продукти горіння речовин є токсичними і негативно впливають на живі організми: так, наприклад, SO₂ (сірчаний ангідрид) діє на слизові оболонки дихальних шляхів, а CO (оксид вуглецю) спричиняє захворювання серця, легень та центральної нервової системи [7].

Актуальність проблеми захисту населення від дії вражаючих факторів диму при підземних пожежах на торф'яниках безперечна.

Метою досліджень є визначення швидкості об'ємного поширення підземної пожежі на торф'яниках.

Об'єктом наших досліджень є торфовище басейну річки Тясмин, Черкаської області. Нами вирізані моноліти торфу пошарово, від поверхні до 2,5м глибини залягання (до мінерального шару). У газодимокамері АПБ ім. Героїв Чорнобиля була створена модель пожежі на торф'янику. Для досліджень вибрана фізична модель. При фізичному моделюванні на моделі відтворюються ті самі явища, що і в природі, але в іншому масштабі, тобто необхідно дотримуватись геометричної подібності. Для відтворення фізичного явища, необхідно дотримуватись критеріїв подібності Вебера та Архімеда [8].

$$\frac{\rho_n v_n^2 l_n}{\sigma_n} = \frac{\rho_m v_m^2 l_m}{\sigma_m} = We \quad We_n = We_m,$$

де We – критерій Вебера;
 l – товщина торф'яного пласту, м;
 ρ – густина, кг/м³;
 v – швидкість руху нагрітих газів, м/с;
 σ – коефіцієнт поверхневого натягу (капілярні сили), Н/м.

$$\frac{g_n l_n \cdot (\rho - \rho_1)_n}{v_n^2 \cdot \rho_{1n}} = \frac{g_m l_m \cdot (\rho - \rho_1)_m}{v_m^2 \cdot \rho_{1m}} = Ar \quad Ar_n = Ar_m.$$

де Ar – критерій Архімеда;
 g – прискорення вільного падіння, м/с²;
 $\rho - \rho_1$ – різниця густини двох середовищ (підймальна сила нагрітого повітря), кг/м³;
індекс «м» відноситься до моделі, а «н» – до натурі.

Для дослідження відбирались зразки торфу з глибини 2,0 м, зі ступенем розкладу торфу – 55 %, об'ємами: 7920 см³, 8100 см³, 12500 см³ та 11250 см³. Час полум'яного горіння становить 10 хв (від 14:15 год до 14:25 год) після чого зразок почав тліти. Тління продовжувалось до 18:30 год, при цьому, об'єми зразків зменшилися на 5820 см³, 6000 см³, 8930 см³ та 8500 см³. Звідси, середня швидкість об'ємного поширення тління становитиме 1,1 см³/хв. Цим пояснюється такий довгий період гетерогенного тління.

Під час пожежі на торф'яниках полум'яне горіння переходить у гетерогенне тління. Потім тління переходить в полум'яне горіння коли воно прогріває тверду речовину до такого ступеня, що починається її піроліз, або виділення з неї горючих легких компонентів. І знову, коли в твердій речовині, що горіла з полум'ям, більше немає чому розкладатись або випаруватись, полум'яне горіння переходить у гетерогенне тління. Ось чому часто доводиться спостерігати полум'яне горіння торфу на сусідніх ділянках з місцем первинного загорання через якийсь період часу після гасіння пожежі.

Використавши матеріали Черкаської гідрогеологічної експедиції (плани торфовищ та глибини залягання торфу по створах), визначаємо об'єми торфу кожного створу і площі поширення підземної пожежі на торф'янику в басейні р. Тясмин, Черкаської області. Для цього визначаємо площі торфових залягань, а результати обчислень заносимо у табл. 1.

Таблиця 1

Параметри торфовища

№ створу	Потужність пласта		Площа пласта S , м ²	Загальна площа $S_{зас}$, м ²
	L , м	h , м		
1	2	3	4	5
I - I	20	0,5	10	
	30	0,8	24	
	303	1,5	454,5	
	400	0,6	240	
	770	0,9	693	1421,5
II - II	60	2,8	168	
	400	1,8		
	250	0,5	845	
	384	0,6	230,4	
	350	1,5	525	1768,4
III - III	325	1,5	487,5	
	395	1,5	592,5	
	156	1,5	234	
	150	0,3	45	1359

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
IV - IV	135	0,6	81	
	225	0,8	180	
	420	0,7	294	
	355	2,2	781	
	125	1,8	225	
	599	0,9	539,1	
	470	1,5	705	
	203	0,3	60,9	2866
V - V	1368	1,8	2462,4	
	175	0,5	87,5	
	1120	0,3	336	
	424	0,8	339,2	
	511	2	1022	
	405	1,8	729	4976,1

Таблиця 2

Прогноз поширення підземної пожежі

Об'єм горіння, см ³	Площа пожежі, м ²						Ширина поширення пожежі, м							
	Час, год						Час, год							
Час, год			Лівий берег			Правий берег			Лівий берег			Правий берег		
1	3	24	1	3	24	1	3	24	1	3	24	1	3	24
			h = 2,0 м			h = 0,3 м								
66	198	1584	0,33	0,99	7,92	2,2	6,6	52,8	0,6	1,0	2,8	1,5	2,6	7,3
						h = 0,7 м								
						0,9	2,8	22,6				1,0	1,7	4,8

Як видно із табл. 2, чим менша потужність пласта торфу, тим швидше він вигорає при підземній пожежі. Так при потужності пласта торфу 2,0 м за добу пожежа пошириться на 2,8 м. При зменшенні потужності пласта торфу збільшується швидкість поширення підземної пожежі. Так при потужності пласта 0,7 м швидкість рівна 4,8 м/добу, а при потужності 0,3 м – 7,3 м/добу.

На основі аналізу проведених досліджень, складені прогнози поширення підземної пожежі та забрудненості навколишнього середовища токсичними продуктами неповного згорання торфу. Знання теорії розвитку пожежі на торф'янику допоможуть правильно вибрати склад сил та засобів пожежних підрозділів для гасіння.

Висновки:

- під час пожежі на торф'яниках, полум'яне горіння переходить у гетерогенне тління, а потім тління – у полум'яне горіння. Повторення циклів відбувається при прогоранні торфу до тріщин, які збагачуються киснем;
- продукти горіння торфу є токсичними і негативно впливають на живі організми;
- швидкість об'ємного поширення підземної пожежі залежить від типу торфу та потужності пласта;
- прогнози поширення підземних пожеж на торф'яниках необхідні для вибору способів профілактики та гасіння пожеж.

Список літератури:

1. Софронов М.А., Вакуров А.Д. Огонь в лесу. – Изд. «Наука» Сибирское отделение. Новосибирск, 1981. – с. 127.
2. Геологический словарь. Том второй. – Москва: «Недра», 1978. – С. 320-321.
3. Рева Г.В. Гасіння верхових пожеж ударними хвилями направлених вибухів. Пожежна безпека. Науковий збірник. – Черкаси: ЧПБ МВС України, 1999. – 197с.
4. Абдурагимов А. В., Однолюк И. Н. Опасности лесных пожаров. Наука и жизнь. – М.: 1993 – №2. – С. 70.
5. Літвін М.В. Тактика гасіння низової лісової пожежі первинними технічними засобами – ранцевими вогнегасниками типу ОПР – 16. Пожежна безпека. Науковий збірник. – Черкаси: ЧПБ МВС України, 1999. – 197с.
6. Іпатьєв А.В. Механізми дымообразования лесных горючих материалов и торфа. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля. – Черкаси, 2006. – С. 200.
7. Мигаленко К.І., Єлагін Г.І., Ленартович Є.С. Дослідження продуктів згорання зразків торфу Ірдинського родовища Черкаської області. – Вісник ЧДТУ, 2008. – С. 175.
8. Большаков В.А. и др. Справочник по гидравлике. – Киев. Вища школа. 1984. с. 343.
9. Клюс П.П. та ін. Пожежна тактика – Харків: Основа, 1998. – С. 591.

К.И. Мигаленко, (Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля МЧС Украины), М.М. Семерак, д-р техн. наук, профессор, (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности), Е. С. Ленартович, канд. техн. наук, ст. научный сотр., А.И. Мигаленко, (Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля МЧС Украины)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПОЖАРА НА ТОРФЯНИКАХ РЕКИ ТЯСМИН

В статье приведены исследования скорости объемного распространения подземного пожара на торфяниках. Анализ материалов Черкасской гидрогеологической экспедиции (планы торфяников, толщина и глубина залегания торфа по створах) позволил определить объемы торфа каждого створа и площади распространения подземного пожара на торфяниках в бассейне реки Тясмин, Черкасской области. Результаты анализа записаны в таблице. Для экспериментальных исследований отбирались образцы торфа с глубины 2м, со степени разложения торфа - 55%. В статье приведены исследования скорости объемного распространения подземного пожара на торфяниках. Исследования проводились в газодымокамере с учетом критериев Вебера и Архимеда. Показано, что скорость объемного распространения подземного пожара на торфяниках зависит от типа торфа и мощности пласта. Учитывая результаты исследований составлен прогноз распространения пожара на торфянике реки Тясмин.

Ключевые слова: подземные пожары, торфяники, гетерогенное тления, скорость распространения пожара, профилактика.

K.I. Myhalenko (Academy of Fire Safety named after Chornobyl Heroes) M.M. Semerak, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, (Lviv State University of Vital Activity Safety), Ye.S. Lenartovych, Candidate of Sciences (Engineering), Sen. Sn. Sc., O.I. Myhalenko, (Academy of Fire Safety named after Chornobyl Heroes)

THE SPREAD OF UNDERGROUND FIRE AT PEATBOGS OF TYASMYN RIVER

The article deals with the investigation of the speed of the spread of underground fires at peatbogs of Tyasmyn river. The analysis of materials of hydrogeological expedition at Cherkassy (schemes of turf-pits, depth and thickness of the occurrence of turf at folds) affords to determine the value of peat of each fold and the area of the speed of underground fire of peatbogs in Tyasmyn river basin, Cherkaska region. Results of the analysis are described in the table.

For experimental investigations samples of peat were taken from the depth of 2 m, with the degree of decay – 55%. The investigations of the speed of volumetric expansion of underground fire of peatbogs are shown in the article. All investigations were done in gas-smoke camera using the criteria of Veber and Arkhimed. The speed of volumetric expansion of underground fire of peatbogs depends on the kind of a peat and a capacity of layer. Taking all the results of investigations the forecast of expansion of fire of peatbogs of Tyasmyn river.

Key words: underground fires, peatbogs, heterogeneous smouldering, a speed of expansion of fire, preventive measures