



В. О. ГНЕУШЕВ,
канд. техн. наук

(Національний університет водного господарства і природокористування)

УДК 622.331:614.835

Зниження пожежонебезпеки під час видобування торфу

Перелічено основні чинники, що провокують виникнення пожеж на торфовищах. Розкрито механізм їх дії, показано засоби зниження рівнів ризиків виникнення торфових пожеж через самонагрівання і самозагоряння торфу.

Ключові слова: самонагрівання та самозагоряння торфу, пожежі на торфовищах, зберігання фрезерного торфу, штабель фрезерного торфу, ізоляція та ущільнення штабеля торфу.

Контактна інформація: volod-g@ukr.net

За генетичною класифікацією В. О. Успенського та О. А. Радченка торф є низовою ланкою ряду каустобіолітів: вищі рослини-відкладення торфових боліт-торфи гумусові-буре вугілля гумусове, лігніти, гагати-кам'яне вугілля-антрацити-графіт [1]. Геологічна молодість торфу накладає помітний відбиток на чимало його властивостей, зокрема – на здатність (за відповідних умов) до швидкого окиснення. Це значною мірою визначає потенційну пожежну небезпечність торфу та його схильність до самозагоряння, адже горіння – це сукупність фізичних і хімічних процесів, основою яких є швидкоплинна реакція окиснення, що супроводжується виділенням значної кількості теплоти і випромінюванням світла [2].

Торфові пожежі – серйозна загроза екологічній безпеці регіону. Горіння торфу в покладі або в складових одиницях (штабелях) вже само собою є джерелом утворення численних чинників негативного впливу на людину і довкілля, а в сукупності з горінням лісу та (або) за наявності наближених до зони пожежі промислових, вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів, житла рівень ризиків та загроз зростає ще більше.

Причинами загоряння торфових покладів меншою мірою стають природні явища («сухі грози» на заліснених торфовищах), а здебільшого – антропогенні чинники (необережне поводження з вогнем, несправність техніки тощо). Через високу пористість торфу (це особливо характерно для торфу верхового типу) і високий вміст кисню в його елементному складі джерело загоряння може поширюватися від поверхневого полум'я на значну глибину, де горіння відбувається у безполум'яному режимі у вигляді тління.

Характерні для України торфові поклади низинного типу мають, на відміну від верхового, меншу пористість, містять у рослинних залишках менше кисню. Тому горіння торфів низинного типу у покладах і на поверхні відбувається переважно шляхом тління, тобто без відкритого вогню, і джерело горіння не може заглиблюватися в поклад на значну глибину через нестачу кисню. Іншим, непереборним для горіння, бар'єром є ґрунтові води, тому при їх високому стоянні тління торфу не заглиблюється нижче рівня ґрунтових вод [3]. Спостереження автора за розвитком пожеж на торфових родовищах Рокитнівського району Рівненської області – Коровиця (осушене і використовується для городництва) та Стеризівка (у північній частині, осушеній під лісівництво, рис. 1), а також численні обстеження ділянок колишніх пожеж на інших родовищах свідчать, що вигорання торфових покладів низинного типу здебільшого відбувається до глибини 0,2–0,4 м [4].

На неосушених ділянках торфовищ траплялися сліди переважно верхових пожеж. Так, на поверхні родовища Бабин Мох (Дубровицький район Рівненської області) помічено виразні сліди вигорання дрібнолісся і чагарнику з незначними ознаками горіння покладу (рис. 2).

Вважається, що торфові пожежі довготривало і необоротно не впливають на болотні екосистеми. З аналізу рослинних залишків у торфах можна зробити висновок, що відновлення еволюційного дрейфу болотних екосистем відбувається залежно від інтенсивності й виду пожежі через 200–600 років при істотному подовженні лісових стадій їх розвитку [5]. За спостереженнями автора, на торфовищах з високим рівнем стояння ґрунтових вод моховий

і трав'яний яруси на місцях пожеж відновлюються значно швидше, – протягом десятиліть (див. рис. 2, б).

Підприємства України використовують переважно фрезерний спосіб видобування торфу, пов'язаний з осушенням значних (десятки і сотні гектарів) площ. Одночасно ставиться за мету досягнення норми осушення (середнього за сезон рівня стояння ґрунтових вод на середині карти від її поверхні) не менше 1 м і експлуатаційної вологості покладу 75 % для торфовищ низинного типу і 79 % для покладів верхового і перехідного типів. Ці вимоги актуальні для інтенсифікації процесу видобування, але значно підвищують пожежну небезпечність торфовищ.

Зазначимо, що торфовидобувні підприємства не є головними винуватцями виникнення пожеж на торфовищах. Про це свідчать статистичні дані щорічних національних доповідей про стан техногенної та природної безпеки в Україні з 2011 до 2014 р. [6–9]. Так, у 2011 р. загальна кількість пожеж на торфовищах становила 289 [6], області, в яких їх виникло найбільше (в дужках): Львівська (61), Рівненська (38), Волинська (35); відповідно у 2012 р. – 165 [7] – Львівська (57), Житомирська (23), Волинська (23); у 2013 р. – 160 [8] – Львівська (106), Житомирська (15), Київська (11); у 2014 р. – 253 [9] – Львівська (106), Київська (11), Житомирська (15).

Крім того, Волинська область не є «лідером» за кількістю торфових пожеж, хоча має найбільші в Україні торфові ресурси (21 % загальноукраїнських) і є провідною з видобутку та переробки торфу. Найбільша кількість торфових пожеж виникає у Львівській області, де запаси торфу й обсяги видобутку значно нижчі, але близько 80 торфових родовищ, більшість з яких осушені, залишилися без належного догляду і ефективного використання.

Саме відсутність пожежного контролю – головна причина виникнення пожеж на осушених торфовищах, які населення використовує як сільгоспугіддя, для видобування торфу кустарним способом або вони взагалі виходять з господарського обігу.

Рівень вимог до пожежної безпеки торфовидобувних і торфопереробних підприємств не можна знижувати. Кліматичні зміни в світі та в Україні, а також поява нових компаній в сфері видобування і переробки торфу підвищують ризик виникнення пожеж і на територіях торфовищ, під-



Рис. 1. Частково вигоріла ділянка в північній частині торфового родовища Стеризівка.



а



б

Рис. 2. Сліди верхової пожежі (а) і вигорання дрібнолісся, чагарнику та відновлення мохового покриву (б) на торфовому родовищі Бабин Мох.

контрольних діючим підприємствам. Важливими заходами їх попередження є оснащення машин і тракторів іскрогасниками, первинними засобами пожежогасіння, а також навченість персоналу поводженню з ними. Відповідно до норм виробничі дільниці з видобування торфу повинні відповідати вимогам чинних в Україні Правил [10], тобто мати спеціальне пожежне обладнання, мотопомпи, достатній протипожежний запас води.

Особливим і специфічним джерелом небезпеки виникнення пожежі є штабелі фрезерного торфу. І проблема не тільки в тому, що в кожному стандартному штабелі на торфовищі верхнього і перехідного типів зберігається близько 1 тис. т, а при низинному типі – 2 тис. т горючого продукту – фрезерного торфу. Найнебезпечнішим чинником є те, що торф схильний до самонагрівання – циклічного фізико-хімічного і мікробіологічного процесів. Аргументуємо на прями їх гальмування.

Верхній (торфогенний) шар торфового покладу насичений мікроорганізмами, які беруть активну участь у розпаді органічної речовини рослин-торфоутворювачів і у формуванні власне торфу. Вміст аеробних мікроорганізмів у видобутому фрезерному торфі особливо значний у перші роки відпрацювання родовища, коли торф видобувають з поверхневого шару покладу. В умовах достатньої вологості і аерації бактерії-мезофіли (з оптимумом росту при температурі 25–35 °С) зумовлюють перебіг тих мікробіологічних процесів, які спричиняють самонагрівання торфу. В міру зростання температури бактерії-мезофіли

замінюються термофілами (з оптимумом росту при 50–65 °С), і процес самонагрівання триває. При температурі понад 75 °С біохімічні процеси припиняються, поступаючись процесам фізичної і хімічної природи.

Важливо, що на всіх стадіях самонагрівання провідні мікробіологічні процеси мають аеробний характер, тобто потребують доступу кисню. Ця обставина підказує перший спосіб попередження самонагрівання торфу – обмеження доступу повітря вглиб штабеля шляхом його покриття поліетиленовою плівкою. Відома і така рекомендація – після завершення сезону видобування покривати штабель шаром вологої фрезерної торфокрихти завтовшки 0,3–0,4 м.

Позитивний ефект має ущільнення торфу в штабелі. Для окиснення одного грама органічної речовини торфу потрібно 4,5–4,7 л повітря [11]. Тому зменшення повітропроникності торфу, яке досягається ущільненням бічних поверхонь штабеля кожні два–чотири цикли збирання із застосуванням спеціальних ущільнювачів – штабелювальних машин, оснащених металевим катком, знижує інтенсивність зростання температури торфу. Ще інтенсивнішим і результативнішим є ущільнення торфу в штабелі під час виїзду трактора-штабелера (бульдозера) на його поверхню для розрівнювання торфу по бічних поверхнях. На дільницях видобування фрезерного торфу компанії Varo Oу (Фінляндія) застосовують бульдозер-штабелер, виготовлений на основі бульдозера, призначеного для підготовки гірськолижних трас (рис. 3).



а



б

Рис. 3. Ущільнення торфу в штабелі за допомогою бульдозера-штабелера: а – на початку робіт; б – на вершині штабеля.

Оскільки температура торфу в штабелі підвищується тоді, коли кількість теплоти, що утворилася, перевищує його віддачу в атмосферу, актуальною є інтенсифікація відведення теплоти від джерела самонагрівання. Розташування високотемпературної зони в глибині штабеля (рис. 4) ускладнює вихід теплових потоків на його поверхню, адже сухий фрезерний торф має низьку теплопровідність. Збільшення питомої поверхні штабеля шляхом зміни його форми неперспективне, оскільки зростають втрати торфу через намокання від атмосферних опадів.

Достатньо ефективним способом зниження температури торфу в штабелі є його пересування, яке сприяє зміщенню зони максимальної температури до поверхні, де відтік теплоти значно прискорюється (рис. 5).

У штабелі торф можна переміщувати пошарово штабелювальною машиною МТФ-71М, що випускається ВАТ «Ірпінмаш». Під час збирання торфу бункерними машинами штабель нарощується з боку робочої частини поля, тому застійна зона високих температур формується насамперед ближче до поверхні штабеля, яка обернена до валового каналу. Саме через це перший раз штабель пересувають у бік робочої частини поля (див. рис. 5, зліва направо). Через певний час у штабелі утворюється нова зона підвищеної температури, тоді пересування повторюють у прохолодні дні, коли немає опадів. На торфовищах зі схильним до самонагрівання торфом і в перші роки розроблення ділянки пересувати слід кожні 20–25 днів, переміщуючи щоразу штабель на 1–2 м спочатку в бік поля, а потім – у бік валового каналу (див. рис. 5, справа наліво).

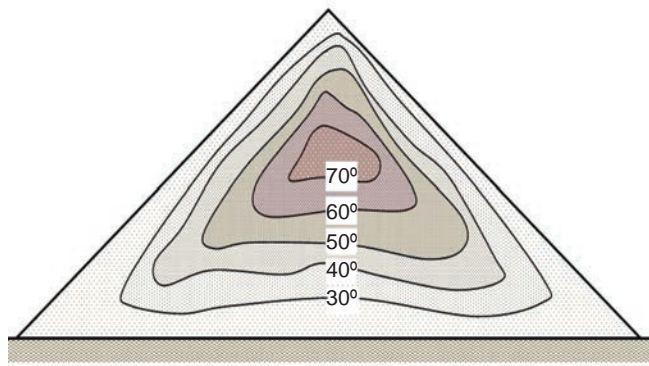


Рис. 4. Типова картина розташування ізотерм у штабелі, що саморозігрівається [12].

У разі появи напівкоксу в штабелі пересування припиняють через те, що під час розкриття високотемпературної зони він може самозайнятися. Пересування потребує регулярного температурного контролю штабелів. Небезпечними можуть бути як запізнілі пересування (утворився напівкокс), так і передчасні, коли під час розкриття внутрішніх шарів штабеля вони насичуються киснем, після чого процес самонагрівання інтенсифікується.

Суттєво розширюють пізнання про природу самонагрівання результати досліджень доктора В. Штакеніуса (США) [11], який виявив, що не тільки рослини, а й бактерії здатні безпосередньо перетворювати енергію сонячного світла в хімічну. У цьому процесі замість хлорофілу діє інший пігмент – бактеріородопсин. Коли на мембрану бактерії, що містить бактеріородопсин, падає сонячне світло, молекули пігменту починають випускати елементарні частинки з позитивним зарядом – протони. Через це на внутрішньому боці мембрани виникає негативний заряд. Різниця потенціалів використовується у фазі, коли він синтезує аденозинтрифосфат (АТФ) – речовину, відому біохімікам як акумулятор енергії.

На підставі проведених експериментів японський науковець Ясуо Кагава [13] зробив висновок, що всі види фотосинтезуючих мембран – тилакоїди, хроматофори – містять фотосинтезуючі пігменти (хлорофіл, бактеріородопсин, каротиноїди та ін.), системи перенесення електронів і сполучні чинники. У цих мембранах під дією світла протікає реакція фотофосфорилювання, тобто здійснюється синтез АТФ і АДФ (аденозиндифосфат) та неорганічного фосфату. Непрямим під-

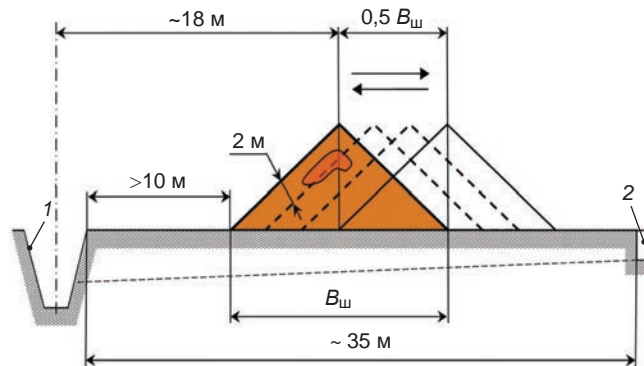


Рис. 5. Схема пересування штабеля: 1 і 2 – валовий і картовий канали; $B_{шт}$ – ширина штабеля.

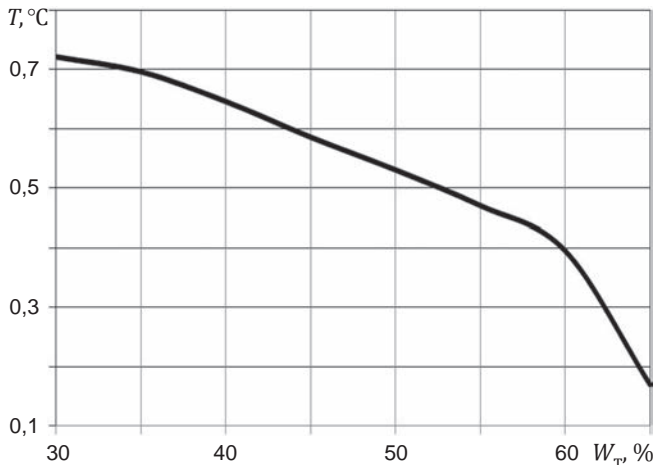


Рис. 6. Залежність інтенсивності самонагрівання фрезерного торфу T в штабелі від його збиральної вологості $W_{тр}$.

твердженням справедливості цих думок є те, що ботанічний склад фрезерного торфу, який сохне за різних метеорологічних умов, впливає на швидкість його перетворень та інтенсивність самонагрівання під час зберігання.

В міру посилення жорсткості режиму сушіння фрезерного торфу в розстил збільшується його пористість, знижується термічна стійкість вуглеводного комплексу, зростає швидкість хімічних перетворень під час зберігання і відповідно збільшуються втрати органічної речовини. Встановлені закономірності чіткіше проявляються у швидкоокислюваних торфах з високою активністю і є однією з причин, що зумовлюють їх інтенсивне самонагрівання в умовах сухого і жаркого літа [14, 15].

З викладеного випливає, що не тільки присутність кисню повітря сприяє інтенсивному самонагріванню торфу в штабелі, а й сонячна енергія підсилює протікання хімічних реакцій і утворення електричних полів у фрезерному торфі, що зберігається.

Для зниження дієвості сонячної радіації як чинника ризику швидкого переходу до стадії інтенсивного зростання температури в штабелях торф доцільно збирати у вечірній, нічний і ранішній часи, коли його температура у валку (під час механічного збирання) чи в розстил (під час пневматичного збирання) і на поверхні штабеля нижча. Цю рекомендацію використовували чимало підприємств і вона мала позитивний ефект.

Прагнення видобувати фрезерний торф як паливо якомога нижчої вологості цілком зрозуміле: волога є баластом, що знижує теплоту згоряння. Однак дослідження показали, що вологість суттєво впливає на інтенсивність зростання температури торфу в штабелі.

З рис. 6 видно, що при вологості торфу понад 40 % інтенсивність самонагрівання знижується. Це змушує рекомендувати (хоча б на перші два роки розробки ділянки родовища) саме це значення вологості як мінімально допустиме. Під час видобування торфу для виготовлення торфових субстратів збиральна вологість не має бути меншою як 55 %, що диктується доцільністю зберегти потрібну гідрофільність торфу (одночасно торф набуває гідрофобності) і відповідає вимогам пожежної безпеки.

Стосовно самонагрівання торфу під впливом чинників електричної природи варто звернути



а



б

Рис. 7. Ворушилка (а) і валкувач (б) фрезерного торфу з робочими елементами, виготовленими з діелектричних матеріалів.

увагу на результати досліджень російського науковця В. Шпиньова [11]. Внаслідок проведених ним лабораторних і польових досліджень було встановлено, що в перебігу технологічного процесу видобування під час контакту з металевими робочими елементами торфових машин частинки фрезерного торфу заряджаються негативними зарядами. Однак, контактуючи між собою, вони заряджаються позитивними зарядами і тоді в сформованих одиницях (розстил, валок, навал, штабель) утворюються зони з частинками торфу, на поверхні яких є заряди різного знака, що зумовлює утворення електричних полів. Водночас верхній шар цих частинок піддається сонячній радіації й дії квантів світла та через перерозподіл протонів на поверхні елементарних частинок заряджається позитивно, тоді як нижні шари торфу (на глибину дії робочого елемента машини) більше накопичують негативних зарядів.

Наступні технологічні операції повторюють цей процес, перетворюючи складську одиницю в своєрідний шар з електричним полем різної напруги. У цих електричних полях спочатку відбувається інтенсивний синтез АТФ, пов'язаний з виділенням теплової енергії, і далі, в процесі сушіння та зберігання, інтенсифікуються біохімічні процеси та хімічні реакції [11].

Для нейтралізації електростатичного чинника ініціювання процесу самонагрівання фрезерного торфу пропонується запобігати наданню частинкам торфу негативного заряду шляхом заміни матеріалу робочих органів торфових машин з металу на діелектрик. Значне зниження інтенсивності самонагрівання торфу було отримано навіть за рахунок модернізації тільки штабелювальної машини, скрепки самотяги якої виготовили з пластмаси [11].

З діелектричних матеріалів виготовлені робочі елементи торфових машин (ворушилки і валкувачі) одного з провідних виробників світового рівня – компанії Varo Oу (Фінляндія) (рис. 7). Пневматичні шини, якими замінили металеві катки на фрезерах (рис. 8), також виключають надання частинкам торфу в розстил негативного заряду. Щоправда, фінські фахівці вбачають у неметалевих робочих органах насамперед засіб попередження висікання іскор під час зіткнення робочих елементів з камінням, що часто трапляється в торфовищах Фінляндії. Однак варто зауважити, що вже понад 15 років тому



Рис. 8. Причипна машина для фрезерування торфового покладу з шасі на пневматичних шинах.

фінські науковці фактично припинили науководослідні роботи з самонагрівання торфу в штабелях через те, що ця проблема в їхній країні вважається вирішеною. І можливо, що позитивна роль діелектричних елементів робочих органів торфових машин у гальмуванні мікробіологічної стадії процесу самонагрівання торфу залишилася недооціненою.

Серед інших засобів боротьби з самонагріванням торфу в штабелях можна згадати вдунання вихлопних газів двигуна штабелювальної машини в штабель [16], внесення в штабель чохла, заповненого сухим льодом [17], які не набули практичного застосування.

Висновки. Головні причини виникнення загорянь торфових покладів:

- недостатня контрольованість осушених територій торфових родовищ і боліт;

- несправність техніки, порушення правил ведення зварювальних робіт, недосвідченість та ненавченість працівників, їх необережність у поводженні з вогнем;

- самонагрівання торфу в штабелях. Особливо схильні до самонагрівання і самозагоряння всі торфи перших років видобутку, більшість торфів верхового та перехідного типів, низинні осокові і шейхцерієві. Як правило, чим менший ступінь розкладу торфу, тим більше він схильний до самонагрівання.

Попередження чи зниження інтенсивності самонагрівання фрезерного торфу можливе під час його збирання вологістю понад 40 %, а також вночі, вранці та ввечері. Крім того, доцільно ізолюва-

ти поверхні штабелів поліетиленовою плівкою, шаром вологої торфокрихти та ущільнювати катком чи бульдозером-штабелером. Регулярний температурний контроль штабелів обов'язковий.

З метою зниження інтенсивності самонагрівання на мікробіологічній стадії цього процесу заслуговує на увагу заміна чи покриття металевих робочих елементів торфових машин, що контактують з висушеним торфом, діелектричними матеріалами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Доценко В. В. Геологические и геохимические условия образования, классификация и свойства каустобиолитов / В. В. Доценко. – Ростов-на-Дону, 2001. – 37 с.
2. Кусковець С. Л. Основи теорії горіння та вибуху: навч. посіб. / С. Л. Кусковець, О. С. Шаталов, В. О. Турченко. – Рівне: НУВГП, 2012. – 374 с.
3. Ходаков В. Е. Лесные пожары: методы исследования / В. Е. Ходаков, М. В. Жарикова. – Херсон, 2011. – 470 с.
4. Гнеушев В. А. Торф как местное топливо и фактор экологической безопасности / В. А. Гнеушев // Уголь Украины. – 2013. – № 4. – С. 47–50.
5. Зерницкая В. П. Этапы осадконакопления в позднеледниковье и голоцене на территории Беларуси / В. П. Зерницкая, А. В. Матвеев // Проблемы природопользования. Итоги и перспективы: материалы международ. науч. конф., Минск, 21–23 нояб. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 287–294.
6. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2011/1_3_2011.pdf (дата звернення: 17.08.2014).
7. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2012/1_3_2012.pdf (дата звернення: 17.08.2014).
8. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2013/3_3.pdf (дата звернення: 17.08.2014).
9. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2014/ND_2014.pdf (дата звернення: 16.06.2015).
10. Правила пожарной безопасности для предприятий торфяной промышленности: НАПБ В.01.017–80/116. – Утверждено Минтоппромом РСФСР 31.12.80.
11. Шпынев В. М. Саморазогревание фрезерного торфа в штабелях и пути его торможения / В. М. Шпынев // Неделя горняка–2001: доклад на симпозиуме. – М.: МГГУ 29.01-2.02-2001 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://cyberleninka.ru/article/n/samorazogrevanie-frezernogo-torfa-v-shtabelyah-i-puti-ego-tormozheniya> (дата обращения: 12.07.2015).
12. Варенцов В. С. Технология производства фрезерного торфа / В. С. Варенцов, А. В. Лазарев. – М.: Недра, 1970. – 288 с.
13. Кагава Я. Биомембраны / Я. Кагава. – М.: Высшая шк., 1985. – 218 с.
14. Гаврильчик А. П. Влияние условий сушки торфа на склонность его превращений при хранении / [А. П. Гаврильчик, С. С. Маль]. – Минск: Наука и техника, 1972. – 320 с.
15. Наумова Г. В. Биологически активные вещества в торфе / Г. В. Наумова // Торфяная промышленность. – 1987. – № 3. – С. 18–22.
16. А. с. 1373820 СССР, МКИ Е 21 С 49/00. Способ защиты штабелей фрезерного торфа от самовозгорания / В. Н. Гнедов, В. И. Козырев, А. И. Куприянов, А. В. Ребров (СССР). – № 4082148 / 22-03; заявл. 01.07.86; опубл. 15.02.88, Бюл. № 6.
17. А. с. 1397471 СССР, МКИ Е 21 С 49/00. Устройство для защиты штабелей фрезерного торфа от самовозгорания / Е. Б. Баглаев, С. Б. Баглаев, Н. Ф. Кожокин, А. И. Куприянов (СССР). – № 4082149 / 22-03; заявл. 30.06.86; опубл. 30.05.88, Бюл. № 20.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

В журнале № 7 в статье, посвященной 100-летию со дня рождения А. А. Скочинского, описана его трудовая деятельность.

Александр Александрович Скочинский – выдающийся деятель горной науки, техники и педагогики, академик, Герой Социалистического Труда, основатель отечественной школы рудничной аэрологии. Он гордился тем, что отдал всю жизнь делу охраны труда и обеспечению безопасности работы шахтеров.