

УДК 504.4.054.:66.081 (045)

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЛІКВІДАЦІЇ НАФТОРОЗЛИВІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ТОРФОВОГО МОХУ РОДУ *SPHAGNUM*

Ю.В. БОНДАРЕЦЬ, О.Л. МАТВЄЄВА

Національний авіаційний університет, м. Київ

Розглянуто та проаналізовано методи ліквідації нафторозливів та очищення нафтовмісних вод із застосуванням рослинних сорбентів на основі торфу та торфового моху. Проведено огляд існуючих технологій ліквідації нафтозабруднень із використанням сфагнових мохів. Визначені можливі шляхи подальшого розвитку технологій.

Ключові слова: торф, сфагнум, мох, нафта, сорбент, водоочистка.

Постійне зростання об'ємів використання нафтопродуктів призводить до погіршення якості навколишнього природного середовища. Як відомо, практично всі об'єкти, пов'язані з видобуванням, переробкою зберіганням, використанням нафти та нафтопродуктів, є потенційними джерелами забруднення. Загальна маса нафтопродуктів, які щорічно потрапляють у моря та океани, оцінюється за даними американських учених в 6,1 млн. т, із них 2,1 млн.т становлять утрати від транспортування нафти, 1,9 млн. т виносяться ріками, решта надходить із міськими і промисловими відходами прибережних районів та із природних джерел [1]. Джерела забруднення у відсотковому співвідношенні зображено на рис. 1.

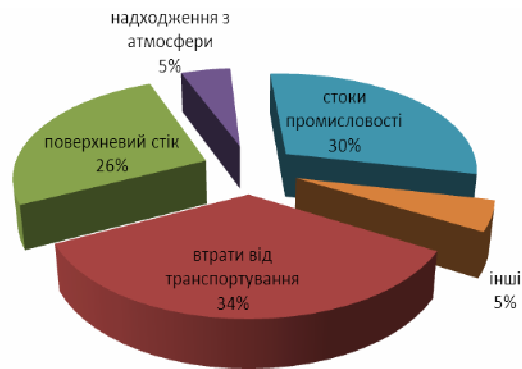


Рис 1. Джерела забруднення вод нафтопродуктами у відсотковому співвідношенні

В контексті збільшення світового рівня забрудненості нафтопродуктами, цей показник зростає і для України, визначений геополітичним положенням держави як транзитної, внаслідок чого широко експлуатуються її нафтотермінали, нафтопроводи та нафтоперевалочні бази.

У зв'язку із постійним збільшенням аварійних ситуацій, пов'язаних з розливами нафти та нафтопродуктів, постало питання аналізу існуючих технологій ліквідації нафтових забруднень з огляду на їх екологічну складову.

Найбільш ефективним і екологічно доцільним серед існуючих методів видалення плівки нафтопродуктів вважається сорбційний [2]. Відомо [3], що в якості нафтових сорбентів використовуються як природні матеріали на рослинній і мінеральній основі (бавовна, торф, торф'яний мох, тирса, деревинна стружка, деревинна мука, пенька, солома, глина, перліт тощо), так і штучні синтетичні на основі віскози, гідратцелюлози, синтетичних волокон, термопластичних матеріалів, пінополіуретану тощо.

До основних переваг природних адсорбентів відносять доступність, дешевизну, наявність достатніх сировинних ресурсів, нетоксичність та ін., що при практичному використанні компенсує дещо пониженою нафтоємністю [3].

За даними [2] практично єдиною використовуваною природною органічною сировиною для виробництва сорбційних матеріалів є торф. Відходи агро- та деревообробної галузей, незважаючи на великий обсяг наукових розробок, не знайшли практичного застосування. Причиною цього можуть бути низькі, у порівнянні з синтетичними сорбентами, значення нафтоємності

сорбентів, отримані за різними технологіям, не більше 8-10 г/г. Проте співставлення показників нафтоємності та нафтовіддачі (ступінь віджиму – 0-40%) для нафтозбирачів із рослинних відходів, описаних у літературі [2], і сорбентів із торфу показують конкурентоспроможність останніх для збору нафти і нафтопродуктів.

Проведені дослідження [4] сорбційних властивостей різних природних матеріалів вказують на визначальну роль структури сорбентів при поглинанні як нафти, так і води.

У зв'язку зі складністю будови торфу і залежності його фізико - хімічних властивостей від ряду факторів, дослідження з виявлення залежностей сорбційних властивостей торфу від його виду, ступеня розкладу, дисперсності показали, що із досліджуваних видів найбільшу поглинальну здатність мають зразки малорозкладеного торфу верхового типу мохової і трав'яної груп, з губчастою та волокнистою структурою, які можна рекомендувати для виробництва нафтосорбентів [4]. Вищевикладене дозволяє припустити, що основну роль у сорбції нафтопродуктів відіграють малорозкладені рештки рослин, зокрема мохоподібних. А значить, доцільним буде звернути увагу на можливість широкого використання в якості нафтосорбентів рослин, які в подальшому стають основою для торфу.

Відомо, що з досліджуваних торфів різноманітного видового складу найбільшу сорбційну здатність стосовно води і нафти має малорозкладений торф мохової групи з губчастою структурою, що містить велику кількість рослинних клітин, що не розпалися. Величина нафтопоглинання для цих видів торфу змінюється від 8,9 до 13,8 г/г. При переході до інших видів торфу із середнім (25-35 %) і високим (40-60 %) ступенем розкладу, яким властива дрібнозерниста структура, цей показник зменшується до 4,5 і 1,2 г/г відповідно [4].

Проте варто враховувати фізико-хімічні властивості сорбційних матеріалів при різних умовах їх застосування. При використанні торфу в якості фільтруючого матеріалу для видалення нерозчинених нафтопродуктів виникає

можливість забруднення очищеної води органічними домішками, присутніми у торфі.

При очищенні нафтовмісних стічних вод може бути застосована комбінована технологія. Так, у Томському держаному архітектурному університеті розроблена та рекомендована до використання установка з очищення стічних вод мийки автомобілів, обладнана фільтрами касетного типу з комбінованим наповнювачем із гранульованого торфу та волокнистого матеріалу із відходів поліпропілену. Використання цієї установки дозволяє перейти на оборотну безстічну систему водопостачання «брудного циклу» з очищенням стоків автомийок. Застосування касетних фільтрів забезпечує зниження вмісту нафтопродуктів з 900 до 0,5-5 мг/л. Волокнистий наповнювач фільтрів регенерується центрифугуванням та повторно використовується, а відпрацьований торф використовується у якості паливних брикетів.

У деяких джерелах [3, 5, 6] йдеться про використання в якості сорбенту моху. Слід зазначити, що 1 кг торф'яного моху за різними даними [3, 5, 6] поглинає від 3,5 до 9,8 кг сирової нафти 8,5 кг трансформованого мастила і 12,9 кг бензину.

Як приклад можна навести сорбенти на основі торфяного сфагнового моху. Сфагнум, широко розповсюджений в природі, має високу здатність до поглинання не тільки вологи, але і різних токсичних речовин, у тому числі нафтопродуктів.

Загальний вираз «сфагнум» охоплює широкий спектр ботанічних видів, які співіснують у випадкових пропорціях на сфагнових болотах. Сімейство сфагнових росте здебільшого на всіх болотах з бідними ґрунтами, і на сьогоднішній день налічує близько 40 різновидів. Рослина утворює щільний суцільний покрив і виростає у довжину на 1-5 см на рік. Ріст верхівковий (апикальний), одночасно донизу рослина відмирає. У зв'язку з цим тільки верхні 5-10 см рослин залишаються живими і здатні до фотосинтезу. Нижня частина рослин мертва і мало-помалу перетворюється в торф. Процес розкладання часто починається вже на 15 см нижче верхівки, тобто одночасно з нарощенням живої

частини рослин (5-10 см) також йде приріст частини з цілими, але мертвими клітинами [7].

Через тривіальні назви цього рослинного сімейства, а саме «торф'яний мох», сімейство часто помилково приймають за торф. Однак торфом є тільки розкладені частини рослин. Тому існує принципова різниця між матеріалом, який беруть з верхніх частин (близько 15 см) рослини, що складаються з цілих абсорбуючих клітин, і матеріалом, взятим з нижніх частин (мертві клітини із зруйнованою клітинною структурою і тому не здатні до абсорбції) [7].

Мох має мікроклітини, подібні до губки, які здатні досить добре вбирати нафтопродукти і надовго їх утримувати. Після модифікації торфовий сфагновий мох стає чудовим абсорбентом, який, поглинаючи вуглеводень, активізує процес його розкладання всередині [5].

Запатентований сорбент [7], що містить сфагнум, описує, що клітинна структура моху характеризується тим, що складається з двох типів клітин. По-перше, рослина має хлорофільні клітини, які виконують функцію фотосинтезу. Ці клітини з хлорофілом так би мовити затиснуті між набагато більшими пустими і метаболічно більшою частиною «мертвими» гіаліновими клітинами. Гіалінові клітини забезпечені порами і підсилюються перетинками. У сфагнових рослин не розвинена коренева система, поглинання поживних речовин відбувається через дуже маленькі пори по всій поверхні рослин. Відносно великі гіалінові клітини функціонують у якості запасуючих резервуарів, наприклад, клітини можуть містити кількість води, відповідно приблизно в 20 разів більше власної сухої ваги рослин. Вода може видалятися шляхом випаровування, і в гіалінових клітинах вона заміщується повітрям. Стінки гіалінових клітини, як зазначено вище, забезпечені підсилюючими перетинками, тому структура клітини підтримується і після видалення води. Саме тому висушені рослини сфагнуму зберігають клітинну структуру, а також абсорбуючу здатність і після сушіння.

Таким чином, будучи хорошим абсорбентом вуглеводнів, мох виключає процеси їх десорбції, а значить і можливість вторинного забруднення. Крім

того, абсорбент може вбирати і леткі пари, що сприяє зниженню вибухо- та пожежонебезпеки на місці нафторозливу [5].

Сорбційні властивості сфагнових мохів широко відомі та знайшли застосування у рослинництві, медицині та фармацевтиці, де використовуються для створення субстрату для вирощування рослин [8], антисептичного перев'язувального матеріалу, наповнювача гігієнічних засобів одноразового використання [9-22], ентеросорбентів [23].

Для створення сорбуючих наповнювачів гігієнічних засобів одноразового використання застосовується мох таких ботанічних родів як *Palustris*, *Acutifolia*, *Rigida*, *Cuspidata*, *Subsecunda*, що показують високу сорбційну здатність по відношенню до рідини. Сирий мох збирається із сфагнового болота, переводиться у вигляд суспензії, калібрується і сушиться у вигляді листа. Сухий лист може розрізатися до потрібного розміру, або ж скручується для подальшого зберігання. До моху у процесі сушіння можуть бути додані целюлозні або синтетичні волокна у різних комбінаціях з метою надання тих чи інших сорбційних та експлуатаційних властивостей [10-22].

Як показано в роботі [23], гранули на основі *Sphagnum fuscum* використовуються у якості ентеросорбенту. Дерновина *Sphagnum fuscum* подрібнюється до розміру часток 0,1-0,3 мм, з подальшим змішуванням з 10% водним розчином медичного низькомолекулярного полівінілу піролідону, гранулюється, сушиться і повторно гранулюється. Ентеросорбент, отриманий даним способом, характеризується сорбційною здатністю, яка перевищує сорбційну здатність широко використовуваного активованого вугілля, та низькою токсичністю.

Історія використання сфагнового моху у якості нафтосорбенту починається із 70-х років ХХ століття, і залишається актуальним та викликає увагу дослідників у зв'язку з унікальними властивостями. Так ще в 1972 у США було запатентовано сорбційний матеріал для мастил та нафти, основним компонентом якого був сфагновий мох, а додатковими компонентами

виступали такі речовини як порошковий кальціонований гіпс та терморозширений перліт у відповідному співвідношенні 12:1:1 [24].

Відомий також сорбційний метод [7], призначений для очищення від гідрофобних сполук, таких як мастило, за яким сорбент містить в значній мірі цілі висушені рослини сфагнуму. Цілі рослини сфагнового моху сушать до повної втрати вологи або майже повної (зміни кольору). Сорбційний матеріал, оброблений таким чином, зберігає свої абсорбційні властивості, що дозволяє підвищити ефективність сорбції до 7,7 г/г дизельного палива, 15,6 г/г моторних олив, та 26,4 г/г диспергованої нафти.

Складність і тривалість процесу створення, а також недостатня плавучість і нафтоємність готового сорбенту можна визначити недоліками вищезазначеного методу. Взявши його за прототип, було створено новий спосіб отримання нафтосорбенту [25]. Спосіб отримання сорбенту для очищення від нафти твердої і водної поверхонь включає термообробку свіжозібраного моху роду *Sphagnum* при температурі 165-170 °С до зовнішнього вигляду готового продукту коричневого кольору. Отриманий сорбент являє собою легкі, пухко розташовані один щодо одного облистнені стебла моху з облистненими гілочками на них білувато-зеленуватого кольору при сушінні у природних умовах (температура 18-20 °С) або легку пухку масу частково переламаних стебел і гілочок коричневого кольору, якщо сушку проводять за температури 165-170 °С.

У процесі обробки моху при температурі 165-170 °С, крім випаровування і видалення вологи, відбувається також виділення на поверхню воскоподібних речовин з гідрофобними властивостями. Завдяки цьому відбувається підвищення сорбційної здатності моху по відношенню до нафти і нафтопродуктів (11,0 г/г – при зборі дизельного палива, 13,5 г/г при зборі сирової нафти з водної поверхні, та відповідно 16,6 г/г и 18,3 г/г при зборі продуктів з твердої поверхні) і одночасно зменшується нафтовіддача. Також описано, що тривалість сушіння знаходиться у оберненопропорційній залежності від температури. Проте підвищення температури вище 170 °С призводить до

незначного збільшення нафтоємності і одночасно до таких небажаних ефектів як втрата структурної цілісності, а при температурі 175-185 °С навіть самозаймання моху [25].

Американськими вченими у 2005 році було досліджено залежність водо- та нафтосорбції сфагнового моху або торфу від розмірів подрібнення. Сфагновий мох або сфагновий торф сушили природним шляхом за кімнатної температури, або ж використовували комерційно доступний висушений сфагнум, потім подрібнювали та просівали через сита з відповідними розмірами лунок від 180 до 850 мікрон. Таким чином, було встановлено, що при розмірі частинок у діапазоні від 0 до 300 мікрон забезпечується найкраща абсорбція нафти на рівні 10-14 г/г сорбенту. Якість абсорбції за нафтою знижується, починаючи з величини фракції 300 і до 850 мікрон. Щодо води спостерігається дещо інша ситуація: в діапазоні від 180 до 850 мікрон абсорбція зберігається приблизно на одному рівні – 10-12 г/г сорбенту, та знижується при величинах фракції менше 180 мікрон [26].

Більш пізній винахід [27] (2008 рік), що відноситься до сорбентів природного рослинного походження, із використанням сфагнового моху забезпечує підвищення якості очищення і її інтенсифікацію, та може бути використаний для очищення ґрунту від нафти і нафтопродуктів. Сорбент містить нестерильний верховий сфагновий мох або верховий слаборозкладений сфагновий торф і екстракт лікувальної грязі, отриманий екстрагуванням дрібнодисперсної торф'яної грязі зі ступенем розкладання рослинних залишків 50% і більше гідрокарбонатнатрієвою мінеральною водою при вмісті компонентів: нестерильного верхового моху або верхового слаборозкладеного сфагнового торфу 85-89 %, водного екстракту лікувальної грязі 11-15 %.

У 2008 році корейськими дослідниками запатентовано поетапний спосіб очистки стічних вод, у якому формування із сфагнового моху виступають у якості фільтра на стадії доочистки. Подрібнений сфагновий мох просівається через сито з розмірами від 18 до 100 комірок (розмір фракцій від до 0,853 мм) [28].

У 2010 році українськими вченими запатентовано спосіб очистки води від нафтопродуктів [6], який передбачає використання у якості сорбенту сфагновий мох *Brachythecium velutinum* у вигляді інкапсульованих гранул діаметром 0,1мм з діаметром макро- і мезопор 0,3-0,5 і 0,1-0,25 мкм відповідно.

Для очистки води від нафтопродуктів гранули сорбенту на основі сфагнового моху піддають термічній обробці при 250 °С з експозицією 15 хв, що забезпечує стерильність гранул та надає їм гідрофобних властивостей. Термічно оброблені гранули кидають у забруднену воду з розрахунку 3-5 г на 1 л води. Молекули нафтопродуктів дифундують до зовнішньої поверхні гранули сорбенту. Потім за рахунок внутрішньої дифузії через мембрану інкапсульованої гранули адсорбат надходить по макропорах до мезопор, де відбувається процес адсорбції шляхом об'ємного заповнення. Поглинальна здатність сорбенту обумовлена його пористою структурою. Причому лінійні розміри пор відповідають діаметру молекул забруднюючих речовин, що адсорбуються. Гранули на основі сфагнового моху, що втратили поглинальну здатність у результаті заповнення мезопор через 1 добу збирають з поверхні води синтетичними канатами діаметром 10см, які не тонуть, що дозволяє запобігти втратам відпрацьованого сорбенту і вміщують у резервуари об'ємом 1м³ для подальшої регенерації шляхом центрифугування в автоматичних осаджувальних центрифугах. Використані гранули на основі сфагнового моху вміщують у центрифугу і проводять центрифугування протягом 1 год. У процесі центрифугування під дією центробіжної сили молекули нафтопродуктів вивільняються з мезопор гранул і осаджуються у накопичувачі центрифуги. Регенеровані гранули повторно використовують для очистки води від нафтопродуктів із збільшенням норми витрати до 4-6 г на 1л води [6].

До недоліків даного методу можна віднести високу працеемність збору відпрацьованого сорбенту, складність регенерації та певні втрати сорбенту під час його збирання. Так, в умовах відкритої водойми стає неможливим 100 % збір відпрацьованого сорбенту, отже частина гранул, наповнених нафтопродуктом може бути втрачена, а значить зрештою осяде на дно або буде

прибита до берега, що призведе до часткової локалізації розливу та створення нових екологічних проблем, пов'язаних із повторним забрудненням.

У 2013 році було описано інгібуючі властивості родів сфагнум *Papillosum* та сфагнум *Cristatum* по відношенню до мікроорганізмів, які населяють басейни та акваріуми, що знайшло застосування у водопідготовці та водоочищенні. Подрібнений мох поміщають у спеціальний пристрій, який дозволяє воді текти навколо та через мох, тим самим забезпечуючи найкращий контакт води з мохом. Інший варіант – гранульований мох поміщають у сітку таким чином, щоб вона весь час знаходилась у воді. Цей спосіб дозволяє пригнічувати ріст мікроорганізмів, тим самим запобігаючи біологічному забрудненню у басейнах, акваріумах, джакузі, спа-центрах [29].

Дослідження пористої структури моху вказують на можливість використання унікальних властивостей у поєднанні з біотехнологіями для ремендіації у якості субстрату для нафтоокислюючих мікроорганізмів. У 2000 році англійськими вченими було запропоновано на синтетичний чи природний порошкоподібний гідрофобний сорбент (переважно висушений сфагновий мох) наносити будь-які відомі вуглецьокислюючі мікроорганізми, поживне середовище та водорозчинний полімер. Водорозчинний полімер виступає у якості змочувального агента для зволоження мікроорганізмів та поживного середовища, коли композиція вступає в контакт з водою. Біосорбційний засіб також можна формувати у рулони та мати [30].

Суттєвим недоліком при використанні такого методу для ліквідації розливів на ґрунті є пожежна небезпека.

У 2004 році було запропоновано метод, відповідно до якого на термічно гідрофобізований мох розпиляють за допомогою форсунок нафтоокислюючу культуру мікроорганізмів разом з поживними речовинами, у співвідношенні 1 частина фосфатів та 5 частин нітратів. Крім того культура мікроорганізмів може бути нанесена пізніше нанесення поживних речовин. Готовий біосорбент розсипають та перемішують з ґрунтом, що забезпечує локалізацію та ліквідацію нафтозабруднень [31].

В літературі [5] також існують згадки, про взаємозв'язок кислотності сфагнового моху та природних процесів біорозкладання вуглеводнів нафтопродуктів. У природних умовах сфагнум має рН=4,5, що пов'язано з навколишнім середовищем, де він росте, і наявністю в клітинах гумусової кислоти, яка є природним побічним продуктом життєдіяльності рослини. Саме ця кислота діє як природний каталізатор процесу активізації аборигенного біоценозу. Вказані властивості сфагнуму стали передумовою для створення простої, економічно вигідної і екологічно безпечної сорбційно-біологічної технології ліквідації нафтозабруднень на його основі. Сорбент висипають на місце розливу нафтопродукту і залишають на певний час. Для ефективного біорозкладання сорбент, насичений нафтопродуктом, перемішують з ґрунтом і створюють оптимальні умови для перебігу процесу. Відпрацьований матеріал при можливості чи необхідності спалюють або компостують, а також може бути залишеним на місці обробки, що є особливо важливим, оскільки на практиці, як правило, розливи відбуваються на нерівному ландшафті, що характеризується наявністю ярів, балок, заболоченої чи костистої місцевості, тобто у важкодоступних для збору місцях.

Як приклад наводиться технологія із застосуванням канадського торф'яного сфагнового моху *Canadian Sphagnum Peat moss* (торгівельної марки Spill-Sorb і Naturesorb), що у 2007 році використовувалась при ліквідації наслідків розливів у Керченській затоці [5].

При виборі сорбційної технології, досить часто, визначальну роль відіграють економічні важелі. Проте іноді собівартість створення сорбенту обходиться дешевше процесу збору та регенерації відпрацьованої сорбенту. Автори [5] говорять про доцільність при виборі будь-яких сорбентів з економічної точки зору керуватись не їх вартістю, а оцінювати фінансові затрати, які знадобляться для виконання повного комплексу робіт з ліквідації розливу, починаючи з транспорту та закінчуючи збором та утилізацією відпрацьованого матеріалу. Найповніше відповідають подібним вимогам

біосорбційні технології, оскільки взагалі не потребують збору відпрацьованого сорбенту.

ВИСНОВКИ

Підбиваючи підсумок проведеного аналізу існуючих технологій ліквідації нафтозабруднень з використанням рослинних сорбентів на основі сфагнового моху, варто відмітити:

- визначальну роль при поглинанні нафти і води відіграє структура сорбентів;

- сорбційна здатність поглинаючих матеріалів забезпечується за рахунок абсорбції та адсорбції, при чому поглинальна здатність шляхом абсорбції значно вища;

- рослинна сировина для створення нафтсорбентів (сфагновий мох) має здатність до відтворення, що є значною перевагою у порівнянні з торфом, який є викопною сировиною.

Серед основних методів модифікації сфагнового моху для створення нафтопоглинаючих речовин визначаються такі:

- термічна обробка моху (t 165-170°C та 220-225°C);
- гранулювання;
- подрібнення;
- комбіновані технології.

Актуальним напрямком є розробка нових технологічних рішень по отриманню нафтових сорбентів із рослинної сировини, зокрема мохів, що дозволить забезпечити екологічність та економічність сировини, а також полегшить шляхи утилізації відпрацьованих сорбентів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлюх Л.І. Аналіз ефективності сорбційних методів очищення нафтовмісних стічних вод / Л.І. Павлюх, О.Л. Матвєєва, О.М. Зубченко // Вісник НАУ. – 2006. – № 4. – С. 169–171.

2. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей /

[Е.В. Веприкова, Е. А. Терещенко, Н. В. Чесноков и др.] // *Jornal of Siberian Federal University. Chemistry.* – 2010. – №5. – С. 285–304.

3. Сироткина Е. Е. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов / Е. Е. Сироткина, Л. Ю. Новоселова // *Химия в интересах устойчивого развития.* – 2005. – №13. – С. 359–377.

4. Пастухова Н.О. Сорбенти на основі торфу / Н.О. Пастухова, О.В. Пастухов // *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць.* – 2007. – № 4 (40), част. 3. – С. 146–152.

5. Ивасишин П.Л. Ликвидация последствий разливов нефти посредством биоразлагающих сорбентов / П.Л. Ивасишин // *Нефтяное хозяйство.* – 2009. – №5. – С. 112–113.

6. Пат. 49293 Україна, МПК С 02 F 1/40, Е 02 В 15/04. Спосіб очистки води від нафтопродуктів / Михалевська Т.В., Фокін А.В., Франчук Г.М., Крамаренко Р.М., заявник і патентовласник Нац. авіац. ун-т. – № u200911148; заявл. 03.11.09; опубл. 26.04.10, Бюл.№8

7. Пат. 2183501 Российская Федерация, МПК 7 В, 7 В 01 J. Сорбенты, содержащие сфагнум / Бенес Э. — № 98104470/12; заявл. 23.08.96; опубл. 20.06.02, номер публ. 02183501.

8. Pat. WO 2003082536, IPC A 01 G 9/02, B 27 N 5/02, B 30 B 11/04, B 30 B 15/30. Method and apparatus for productind plant container liners particularly from sphagnum moss / Just P., Valor L.; applicants Just P., Valor L., The Christian church community trust. – № PCT/NZ2003/000054; application date 31.03.03; publication 09.10.03; publication number WO/2003/082536.

9. Pat. 199610560 ZA, IPC 61, 61, B 32. Liquid absorbent sphagnum moss article and method for manufacturing the absorbent article / Gaetan C., Martin R.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 1996/10560; application date 13.12.96 ; publication date 26.08.98 ; publication number 1996/10560.

10. Pat. 199407463 ZA,. Sphagnum moss composition for the production of sheeted absorbent and method for evaluating the potential of sphagnum moss material

for absorbing liquid / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 1994/0746; application date 23.09.94; publication date 29.05.96 ; publication number 1994/07463.

11. Regional pat. APAP 501 KE, IPC A 61 F 13/46, C 09 K 3/32, A 61 L 15/20, B 01 J 20/24. Sphagnum moss composition for the production of sheeted absorbent and method for evaluating the potential of sphagnum moss material for absorbing liquid / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № AP/P/1994/000674; application date 23.09.94; publication date 07.06.96; publication number AP 501.

12. Pat. 0643955 EP, IPC A 01 D 91/00, A 01 H 11/00, A 61 L 15/40, A 61 F, G 01 N 33/483, A 61 L 15/42, G 01 N 15/08, E 21 C 49/00, A 61 L 15/16, A 61 F 13/15, A 61 L, B 01 J 20/24. Sphagnum moss composition and method for the production of sheeted absorbent / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 94114978; application date 22.09.94; publication date 22.03.95; publication number 0643955.

13. Pat. 0779066 EP, IPC A 61 F 13/53, B 32 B 9/02, A 61 F, A 61 F, 13/49, B 01 J 20/26, A 61 F 13/15, B 32 B 5/02, B 01 J 20/24. Liquid absorbent sphagnum moss article and method for manufacturing the absorbent article / Gaetan C., Martin R.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 96120118; application date 13.12.96 ; publication date 18.06.97 ; publication number 0779066.

14. Pat. 0852938 EP, IPC A 61 F 13/53, A 61 F, A 61 F 13/15. Absorbent products having conforming means / Ulman J., Glasgow T., Rosenfeld L., Ehrhard J.; applicants Mcneil PPC INC. – № 98100166 ; application date 07.01.98 ;

15. Pat. 0862905 EP, IPC A 01 H, A 01 D 91/00, A 61 L, A 61 L 15/40, G 01 N 33/483, A 61 L 15/42, A 61 L 15/16, E 21 C 49/00, G 01 N 15/08, A 01 H 11/00, A 61 F, G 01 N, A 61 F 13/15, B 01 J 20/24. Sphagnum moss composition for the production of sheeted absorbent and method for evaluating the potential of sphagnum moss material for absorbing liquid / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 98106927; application date 22.09.94; publication date 09.09.98; publication number 0862905.

16. Pat. 0874239 EP, IPC A 01 H, A 01 D 91/00, A 61 L, A 61 L 15/40, G 01 N 33/483, A 61 L 15/42, A 61 L 15/16, E 21 C 49/00, G 01 N 15/08, A 01 H 11/00, G 01 N, A 61 F 13/15, B 01 J 20/24. Method for evaluating the potential of sphagnum moss material for absorbing liquid / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 98106925; application date 22.09.94; publication date 28.10.98; publication number 0874239.

17. Pat. 5531726 US, IPC A 61 F 13/20, A 61 L 15/16, G 01 N 33/483, A 01 D 91/00, A 01 H 11/00, A 61 L 15/42, E 21 C 49/00, A 61 L 15/40, A 61 F 13/15, B 01 J 20/22, G 01 N 15/08, B 01 J 20/24. Sphagnum moss composition for the production of sheeted absorbent and method for evaluating the potential of sphagnum moss material for absorbing liquid / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 08124907; application date 21.09.93; publication date 02.07.96; publication number 5531726.

18. Pat. 5661997 US, IPC A 61 L 15/16, G 01 N 33/483, A 01 D 91/00, A 01 H 11/00, A 61 L 15/42, G 01 N 5/02, E 21 C 49/00, A 61 L 15/40, A 61 F 13/15, B 01 J 20/22, G 01 N 15/08, B 01 J 20/24. Method for evaluating the potential of sphagnum moss material for absorbing liquid / Levesque Y., Cote S., Gallagher D.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 08452447; application date 26.05.95; publication date 02.09.97; publication number 5661997.

19. Пат. 94001178 Российская Федерация, МПК 6 А 61 F, 6 А. Тампон / Бердников В.С.; заявитель и патентообладатель Бердников В.С. — № 94001178/14; заявл. 11.01.94; опубл. 27.04.96, номер публ. 94001178.

20. Pat. 8604811 ES, IPC A 61 F 13/53, 4 A 61 F, 4 B 32 B, D 04 H 13/00, A 61 F 13/20, A 61 F 5/44, B 32 B 5/06, A 61 F 13/49, A 61 F 13/00, A 61 F 13/15. Absorbent laminate / applicants Johnson and Johnson Inc. – № 53987085; application date 25.01.1985; publication date 01.03.1986; publication number 8604811.

21. Pat. 5718697 US, IPC A 61 F 13/20, B 01 J 20/26, A 61 F 13/53, B 32 B 9/02, A 61 F 13/15, B 01 J 20/22, A 61 F 13/49, B 32 B 5/02, B 01 J 20/24. Liquid absorbent sphagnum moss article and method for manufacturing the absorbent article

/ Gaetan C., Martin R.; applicants Johnson and Johnson Inc. – № 08572376; application date 14.12.95; publication date 17.02.98; publication number 5718697.

22. Int. pat. WO 1989006142, IPC A 61 F 13/15, A 61 L 15/40, A 61 L 15/46. pH Controlling absorbent product and method for preparing the same / Forde, Liam, Patrick.; applicants Forde, Liam, Patrick. – № PCT/GB1989/000013; application date 03.01.89; publication date 13.07.89; publication number WO/1989/006142.

23. Пат. 02391998 Российская Федерация, МПК А 61 Р 1/04, А 61 К 36/902. Энтеросорбент растительного происхождения и способ его получения / Дмитрук С. Е., Бабешина Л. Г., Келус Н. В. — № 2008147659/15; завял. 02.12.08; опубл. 20.06.10, номер публ. 02391998.

24. Pat. 3673095 US, IPC B 01 J 20/02, C 11 D 7/22, C 11 D 7/44, C 11 D 3/12. Oil and grease absorbing composition comprising sphagnum moss, calcined gypsum and perlite / Archer R.; applicants Archer R. – №05056736; application date 20.07.70; publication date 27.06.72; publication number 3673095.

25. Пат. 02286208 Российская Федерация, МПК В 01 J 20/24. Способ получения сорбента для очистки от нефти твердых и водных поверхностей / Зонова Л. Д., Горелов В. В., Басов В. Н., Ходяшев М. Б., Балков В. А. — № 2004133934/15; завял. 23.11.04; опубл. 27.10.06, номер публ. 02286208.

26. Пат. 02318592 Российская Федерация, МПК В 01 J 20/24. Сорбент для очистки почвы от нефтепродуктов / Чаков В. В. . — № 2006142599/15; завял. 01.12.06; опубл. 10.03.08, номер публ. 02318592.

27. Pat. 6890651 (US20040161606) US, IPC C 08 H 5/00, C 10 F 7/00, C 10 F 7/02, B 32 B 5/66, C 08 L 99/00, B 01 J 20/22, B 01 J 20/24 . Water- and oil-absorbent medium comprising milled sphagnum, sphagnum moss, and/or sphagnum peat / Bilkey P. C.; applicants AgResearch International, Inc. – № 10411721; application date 11.04.03; publication date 19.08.04; publication number 20040161606.

28. Pat. 100856913 Korea. IPC C 02 F 9/08, C 02 F 1/28. Wastewater treatment method comprising a pretreatment step, a water treatment step, a purification step, and a color adjusting step, and wastewater treatment plant employing the method /

Yang Young Rok; applicants PNO Clean Eng. – № 1020070022126; application date 06.03.07; publication date 29.08.08; publication number 100856913.

29. Pat. app. 20130126423 US, IPC C 02 F 3/32, Methods of inhibiting microorganism growth using moss / Knighton D. R., Fiegel V. D., applicants Knighton D. R., Fiegel V. D. – № 13741800; application date 15.01.13; publication date 23.05.13; publication number 20130126423.

30. Pat. WO 2000013787. IPC B 01 D 17/02, B 01 J 20/22, B 01 J 20/24, B 09 C 1/00, B 09 C 1/10, C 02 F 1/68, C 02 F 3/10, C 02 F 3/34, C 09 K 3/32. Oil sorbent composition / Grundy B., Donald D. R., Bent J.W.; applicants Grundy B., Donald D. R., Bent J.W., Response environmental services limited, sanmet limited – № PCT/GB1999/002898; application date 02.09.99; publication date 16.03.2000; publication number WO/2000/013787.

31. Pat. WO 2006126057. IPC B 09 C 1/10, B 09 C 1/00, C 02 F 3/10, C 09 K 3/32. A bioremediation product for use in the biodegradation for liquid hydrocarbon / Long R. J.; applicants Long R. J., Van Den Vijver B. – № PCT/IB2006/001337; application date 23.05.06; publication date 30.11.06; publication number WO/2006/126057.

***АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЕРАЗЛИВОВ С
ПРИМЕНЕНИЕМ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО МХА РОДА
SPHAGNUM***

Ю.В. БОНДАРЕЦ, О.Л. МАТВЕЄВА

Национальный авиационный университет, г. Киев

Рассмотрены и проанализированы методы ликвидации нефтеразливов и очистки нефтесодержащих вод с применением растительных сорбентов на основе торфа и торфяного мха. Проведен обзор существующих технологий ликвидации нефтезагрязнений с

использованием сфагновых мхов. Определены возможные пути дальнейшего развития технологии.

***Ключевые слова:** торф, сфагновый мох, нефть, сорбент, водоочистка.*

***ANALYSIS OIL SPILL TREATMENT TECHNOLOGIES WITH USING OF
SORBENTS BASED ON PEAT MOSS GENUS SPHAGNUM***

Y. BONDARETS, E.L. MATVYEYeva

National Aviation University, Kyiv

Reviewed and analyzed the methods of oil spill and oily water treatment plant using sorbents based on peat and peat moss. The reviewed of existing technologies treatment oil pollution using sphagnum moss. It showed the possible ways of further development of the technology.

Keywords: *peat, sphagnum moss, oil sorbent, water treatment.*