Зеленько Юлія¹, Калимбет Микола².

¹ Професор, завідувача кафедрою Хімії та інженерної екології Дніпровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпро, Україна. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5551-0305>

² Аспірант кафедри Хімії та інженерної екології, Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпро, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-2209-6395>

ВИГОТОВЛЕННЯ СОРБЦІЙНОГО ПОЛОТНА З КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ЗАСІБ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ РОЗЛИВІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН НА ТРАСПОРТІ

У статті піднімаються проблеми залізничного транспорту в багатьох країнах світу, в тому числі державах Євросоюзу та Україні, перевезення різних класів небезпечних вантажів, забезпечення безпеки під час їх перевезення, посилення технічних норм і екологічних вимог до безпеки процесів перевезень небезпечних вантажів всіма видами транспорту, а також піднімається проблема локалізації та ліквідації аварій під час перевезення різних класів небезпечних вантажів залізничним транспортом. Обговорено методи та способи локалізації та ліквідації розливів небезпечних вантажів, описано сорбційний метод, як обраний метод для вирішення проблеми, дано короткий опис сорбентів, представлено різні варіанти та модифікації матеріалів для виготовлення вуглецевих сорбентів, підібрано матеріали які будуть використані для виготовлення універсального сорбційного полотна, описано методу отримання універсально-сорбційного полотна, продемонстровано спеціальну установку для карбонізації (Карбонізатор), яка була трохи модернізована та виготовлена авторами за кресленням конструкції установки Енгельського технологічного університету. Описано методу проведення експериментів. Дана характеристика універсального сорбційного полотна, його сорбційні властивості, а також запропоновано методу використання універсального сорбційного полотна, як засіб для локалізації та/або ліквідації рідких небезпечних речовин 3, 5, 8 класів небезпеки.

Ключові слова: екологічні технології, небезпечні вантажі, локалізація аварій, ліквідація аварій, карбонізація, універсальний сорбційне полотно.

Вступ. В даний час в багатьох країнах світу, в тому числі державах Євросоюзу та Україні, зростає розуміння важливості вирішення глобальних проблем транспортних комплексів. Це, перш за все, пов'язано з вимогами підвищення безпеки та ефективності перевезень, з ростом мобільності суспільства, необхідністю зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище та інших.

В останнє десятиліття спостерігається значне посилення технічних норм і екологічних вимог до безпеки процесів перевезень небезпечних вантажів всіма видами транспорту. Це безпосередньо пов'язано з екологічними наслідками можливих аварійних або технологічних проток небезпечних вантажів внаслідок порушення регламенту їх перевезення.

Метою дослідження є розробка заходів та раціонального підходу до ліквідації наслідків аварій при перевезенні небезпечних вантажів.

Наукова новизна полягає в оновленні підходу до ліквідації та локалізації аварій під час перевезення небезпечних речовин, який по суті не є принципово новим, для розвинених стран, таких як, наприклад, Європейський Союз, але який не використовується в Україні.

У зоні аварійного розливу часто спостерігається конфлікт інтересів між прагненням захисту навколишнього середовища і необхідністю якнайшвидшого відновлення вантажного сполучення. Багато факторів безпосередньо впливають на вибір і реалізацію відповідної технології локалізації або ліквідації. В умовах дефіциту часу і безлічі сценаріїв розвитку аварійної ситуації вирішити дану організаційну задачу оперативно не представляється можливим. Більш того, існуючі технології і регламенти проведення ліквідаційних заходів показують свою оперативну неадекватність і відстрочену ефективність. Таким чином, на практиці локалізація і ліквідація аварійних розливів небезпечних вантажів здійснюється частково або не проводиться зовсім. Узагальнюючи сказане вище, можна прийти до такого висновку: традиційні технології локалізації і ліквідації розливів небезпечних вантажів на залізничному транспорті не мають універсальності, необхідної для оперативного та ефективного захисту навколишнього середовища. Отже, необхідно розробити новий підхід, який навіть в складних умовах забезпечить простоту, універсальність і ефективність організації ліквідаційних заходів.

Існує багато способів ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів, таких як нейтралізація, гасіння піною чи водою, але найбільш розповсюдженим методом локалізації ліквідації наслідків є використання сорбентів, тому що вони високу ступінь очищення, низьку собівартість, простоту у їх отриманні та використанні.

Отже, сорбент[1, 2] – спеціальний матеріал, який за рахунок фізико-хімічних процесів на власній поверхні здатен до поглинання речовин зі зменшенням їх початкової концентрації у вихідному розчині, саме цей механізм забезпечує високу ефективність ліквідаційних заходів на базі сорбційних технологій.

Сучасні сорбенти поділяються на[1,2]:

- вуглецеві адсорбенти на основі природних і синтетичних матеріалів (активоване вугілля, в тому числі таблетовані форми; активовані вуглецеві волокна);
- силікагелі;
- цеоліти;
- алюмогелі (альмагель, маалокс);
- алюмосилікати;
- інші неорганічні сорбенти;
- іонообмінні матеріали;
- органо-мінеральні і композиційні сорбенти;
- рідкі абсорбенти (вода, масла);
- органічні синтетичні і природні сорбенти (полісорб, ентеродез, ентеросорб; лігніни в різних модифікаціях – поліфепан; хітин, хітозан; целюлоза), пектини.

В умовах дефіциту фінансування природоохоронної діяльності все більший інтерес викликають субститути промисловим сорбентам на основі модифікації природних матеріалів і відходів.

В даній роботі був зроблений вибір на користь вуглецевих сорбентів, тому що вони простіші у виконанні та використанні, значно дешевші порівняно з іншими сорбентами, та мають досить високий ступінь очищення 95-99%.

На рис. 1 представлено різні варіанти та модифікації матеріалів на основі яких виготовляють вуглецеві сорбенти.

Рис. 1. Різні варіанти та модифікації матеріалів для виготовлення вуглецевих сорбентів

Взагалі, планується розробка універсального сорбенту як універсального засобу для локалізації та ліквідації наслідків аварій при перевезенні рідких фракцій небезпечних вантажів.

Варто зазначити, що сорбенти використовують для ліквідації аварійних наслідків тільки при перевезенні рідких небезпечних речовин. Саме тому при розробці універсального сорбенту ми виключили зі списку небезпечних вантажів які ми не можемо ліквідувати сорбційними методами, а залишили наступні небезпечні вантажі, які можна використовувати, для локалізації та ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів, а саме:

Клас 3 Легкозаймисті рідини

Клас 5.1 Речовини, що окислюють

Клас 5.2 Органічні пероксиди

Клас 8 Корозійні речовини

У таблиці 1 представлені різні сорбційні матеріали, які використовують для різних класів небезпечних вантажів [3, 4, 5, 6, 7].

Таблиця 1. Аналіз практики застосування сорбційних матеріалів для різних класів небезпечних вантажів

Класи небезпеки				
Сорбенти	3 клас	5 клас		8 клас
		5.1	5.2	
Активоване вугілля	+	+	+	+
Пісок	+			
Вовна	+			
Деревна тріска	+			+
Висушені зернові продукти	+			
Макулатура				+

Проаналізувавши дані з таблиці, було обрано декілька найбільш ефективних сорбційних матеріалів, а саме: активоване вугілля та відходи деревинної тріски. Як сировину для виготовлення активованого вугілля [8] пропонується використання відходів кавових зерен фракцією від 0,1 мм до 1 мм. Із відходів деревинної тріски або стружки пропонується використовувати крупну чи дрібну тріску або стружку розмірами від 5 мм до 20 мм.

Активний вугілля [9] – єдиний промисловий сорбент, що володіє неполярною поверхнею. Він добре адсорбує органічні, в тому числі неполярні речовини, наприклад: розчинники (вуглеводні, їх галогенопохідні, прості і складні ефіри тощо), барвники, нафтопродукти, тощо.

Активні вугілля в основному застосовуються для таких цілей[10]:

- очищення питних і стічних вод;
- рафінування цукру;
- очищення газів і рекуперації розчинників;
- отримання медикаментів;
- очищення спирту та вина;
- поділу газових сумішей;
- виробництва каталізаторів;
- одержання особливо чистих хімічних речовин;
- в системах захисту органів дихання.

Карбонізація (піроліз за своєю суттю) – найбільш поширений метод отримання вугілля та вуглецевих сорбентів. Дослідники у галузі [11,12,13,14,15] вважають, що під час карбонізації рослинної сировини супроводжується паралельними процесами дегідратації з утворенням вугілля та полімеризації з утворенням різноманітних смол через левоглюкозан.

Дослідники [16,17] класифікують процес карбонізації за трьома стадіями, які повною мірою описують хімізм карбонізації:

карбонізація в інтервалі температур від 150 °С до 300 °С: супроводжується розпадом основних складових геміцелюлоз (пентозанов) з виділенням у газову фазу води, кисень-вмістких газів, мурашиної та оцтової кислоти, фурфуролу;

карбонізація в інтервалі температур від 325 °С до 375 °С: супроводжується розпадом кристалічної целюлози та лігніну з утворенням води, вугілля, вуглекислого газу, метанолу та фенольних продуктів;

карбонізація в інтервалі температур від 400 °С до 650 °С: супроводжується складними піролітичними процесами, в результаті яких виникає розрив аліфатичних та ациклічних зв'язків сполук сировини з одночасними вторинними реакціями рекомбінації з утворенням напівкоксу;

карбонізація в інтервалі температур від 650 °С до 900 °С: остаточна карбонізація сировини, яка супроводжується процесами поліконденсації з втратою кисню, водню, азоту та сірки.

Остаточна карбонізація рослинної сировини настає при температурі обробки у діапазоні від 800 °С до 950 °С [18,19,20,21].

Загальна постановка експерименту карбонізації (методи та матеріали)

Процес карбонізації відходів виконували у оригінальному карбонізаторі принципова схема якого наведена на рис. 2. Карбонізатор (рис. 2) дозволяє проводити карбонізацію рослинних відходів в лабораторних умовах коксування без використання спеціального обладнання та інертного середовища. Зворотні клапани, встановлені на кришці обмежують доступ кисню у зоні карбонізації та не перешкоджають видаленню газоподібних продуктів.

Принцип його роботи: для карбонізації нам потрібно взяти циліндричну форму (1), у простір для розміщення відходів, зону карбонізації (2) засипати матеріал для карбонізування, потім потрібно накрити кришкою (3), потім треба зафіксувати болтами кришку форми (5), після чого карбонізатор відправляється у нагріту пічку. Вихід газу здійснюється через отвори зі зворотними клапанами для видалення продуктів карбонізації.

Рис. 2. Форма для карбонізації відходів:

а) загальний вигляд карбонізатора, б) принципова схем установки

1 – циліндрична форма, 2 – простір для розміщення відходів, зона карбонізації, 3 – кришка форми, 4 – отвори зі зворотними клапанами для видалення продуктів карбонізації, 5 – болти фіксації кришки форми

Дослідники у галузі [22] стверджують, що ця лабораторна установка здатна імітувати технологічні процеси карбонізації у промисловій шнековій печі. Карбонізація була організована у муфельній печі в умовах коксування при постійній температурі від 100 °С до 500 °С з шагом 50 °С, час карбонізації зразків відходів складав 30 хв. Після отримання сорбенту приступаємо до другої частини експерименту, а саме: визначення якісних та кількісних показників отриманого нами сорбенту.

У промисловості пропонується використовувати спеціальні піролізні установки.

Існує багато аналогів композитних універсальних сорбентів, які близькі за використанням, але як і усіх аналогів вони мають свої переваги

Авторами Зеленько Ю.В. та Сорока М.Л. був розроблений композиційний сорбент для очистки різноманітних поверхонь від нафтопродуктів [23], що містить висушене та гранульоване целюлозне волокно, карбонат кальцію та каолін, який додатково містить висушені та подрібнені сезонні відходи зон зелених насаджень міст (опале листя), целюлозне волокно, карбонат кальцію, сульфат кальцію та каолін при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: 50-90; 3,0-15; 2,5-5; 2,5-10;

Перевагами даного сорбенту є те, що він зроблений з композитних матеріалів, а також те, що до складу входять різноманітні матеріали, частина з яких є відходами зон зелених насаджень, які використовуються як вторинна сировина. Цей сорбент має високу сорбційну ємність нарівні від 90% і вище.

Недоліками даного композиційного сорбенту для очистки різноманітних поверхонь від нафтопродуктів [22], є використання сорбенту у вигляді гранул, або листків, що ускладнює процес збирання відпрацьованого матеріалу, тому що дуже складно відділити гранули від ґрунту і до того ж, щоб якісно зібрати розливу небезпечну речовину, потрібно дуже багато гранул, або листків, щоб покрити усю площу розлитої плями.

Існують ще інші сорбенти, на основі цеолітів (універсальний мінеральний сорбент ЦТР-СОРБ).

Універсальний мінеральний сорбент ЦТР-СОРБ [23] призначений для ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з аварійними розливами нафти, нафтопродуктів, а також хімічно небезпечних речовин.

Сорбент застосовується для збору аварійних розливів з твердих поверхонь (асфальт, бетон, дерево, ґрунт тощо). Температура застосування від -50°C , до $+70^{\circ}\text{C}$, залежно від властивостей сорбата (речовина, що поглинається сорбентом продукту).

Сорбент може використовуватись транспортними і ремонтними підприємствами, дорожніми та евакуаційними службами для збору і видалення аварійних розливів масел, палива і робочих рідин (гальмівної, гідравлічної, що охолоджують) і очищення дорожнього полотна. Підприємствам хімічної та інших галузей промисловості використовують отруйні, токсичні і небезпечні для людини або навколишнього середовища рідини і рідкі речовини.

Перевагами даного сорбенту є:

- мінімальні витрати на ліквідацію аварійних розливів;
- висока вогнетривкість до 800°C ;
- можливість утилізації та вторинного використання після регенерації;
- екологічна безпека;
- використання для відновлення забруднених нафтопродуктами земель.

Однак недоліками відомого сорбенту є використання лише одного матеріалу як матеріалу для сорбенту, що не дає такого результату, також значні витрати на збір сорбенту після ліквідації та застосування сорбенту у вигляді сипучого матеріалу, значно здорожує процес ліквідації, є також недоліком цього сорбенту.

Основна характеристика активного вугілля та вуглецевих сорбентів загалом – це адсорбційні властивості, які визначаються текстурою сорбенту та природою поверхневих функціональних груп [14], а також вихід продукту карбонізації.

На першому етапі дослідження було вивчено залежність виходу продукту карбонізації від температури у камері лабораторної установки (див. рис. 3). Результати експериментів групувані у графіку залежності $E=f(T)$ подані на рис. 3

Рис. 3. Графік залежності виходу продукту карбонізації від температури у камері карбонізації

Аналізуючи графік залежності $E=f(T)$ (рис. 3), можна дійти висновку, що збільшення температури обробки відходів зменшує вихід продукту карбонізації за квадратичною залежністю. Вихід продукту карбонізації деревинної стружки при низьких температурах сягає 50...60 %, при помірних – 30...50 %, при середніх менше від 25 %.

Вихід продукту карбонізації кавових відходів при низьких температурах сягає 70...80 %, при помірних – 50...69 %, при середніх менше від 40 %. Створення інертного середовища (азот, аргон тощо) дозволить збільшити вихід продукту, особливо при середніх температурах карбонізації.

Варто зазначити, що вологість вихідних матеріалів, а саме: відходів кавової продукції та деревинної стружки, складала 5%. Розміри фракцій для кавових відходів були від 0,1 мм до 1 мм., а для відходів деревинної тріски або стружки від 5мм до 20 мм.

Далі визначається його адсорбційні характеристики за модельними розчинами речовин класів небезпек 3, 5, 8. Як було вище згадано, саме ці класи небезпеки містять рідкі небезпечні вантажі, що перевозяться залізницею.

Як модельні розчини пропонується використовувати речовини, що більш за все перевозяться різними видами транспорту. Переглянувши статистичні дані динаміки перевезень небезпечних речовин різними видами транспорту, з'ясували, що:

для 3 класу небезпеки – рідкі речовини, що більш за все перевозяться різними видами транспорту – це бензинове або дизельне паливо, авторами було обрано бензинове паливо.

для 5 класу небезпеки – рідкі речовини, що більш за все перевозяться різними видами транспорту – це перекис водню (H_2O_2).

для 8 класу небезпеки речовини що більше всього перевозяться різними видами транспорту відносяться 2 категорії луги та кислоти, саме тому у роботі було обрано 2 речовини це аміак, як представник категорії луги, та оцтова кислота, як представник категорії кислоти.

Проведення аналізу планується за стандартизованими гравіметричними методиками.

Наразі визначено адсорбційну активність за модельним розчином нафтопродуктів. Дослідження проводили за стандартизованою методикою «МВВ № 081/12-0116-03 Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом»[24].

Для цього дослідження були виготовленні макети сорбційних полотен різної густини та відсоткового складу, для того, щоб визначити за якими параметрами сорбційне полотно

демонструє найкращий результат. На рис. 4 подано детальні макети сорбційних полотен, із їх різними параметрами.

Рис. 4. Детальні макети сорбційних полотен, із їх різними параметрами

Ефект очищення універсального сорбційного полотна складає $> 90\%$. Похибка вимірювань не перевищувала 4%

Використовувати сорбент можна у різному вигляді. Перший варіант це використання його у вигляді дрібнозернистої фракції. Другий варіант це завантаження вугілля, у спеціальні мішки, з фільтрувального матеріалу для виготовлення або сорбційних бонів [24], або сорбційних матів, чи сорбційних подушок.

Ми пропонуємо використовувати сорбент у вигляді сорбційного покривала.

Нами планується створення універсального полотна щільністю сорбційного полотна 1200г/м^2 , яке складатиметься із універсального сорбенту з композитних матеріалів (відходи кави, та деревинна стружка) а також мішків у яку буде засипатись, вище згаданий універсальний сорбент з композитних матеріалів. Мішок пропонується виготовляти з фільтрувальної тканини ТГФ-8.

Тканина фільтрувальна поліпропіленова ТГФ-8 – це міцна, стійка до агресивного середовища тканина білого кольору з поліефірної нитки для фільтрації. Щільність 470г/м^2 , та температурним діапазоном від -100°C до $+90^\circ\text{C}$. Використовується в гірничорудній, хімічній, будівельній промисловості. Служити також для пошиття різних виробів: мішки, фільтраційні рукави, пакувальні пристосування, повітряні фільтри, хімічні порошки. Склад: 100% нитка ПП. [24]

На рис. 5, а) та 5, б) схематично подано універсальне сорбційне полотно, що пропонується використовувати для локалізації ліквідації наслідків аварії при перевезенні небезпечних вантажів.

Рис. 5, а) Універсальне сорбційне полотно у розгорнутому вигляді

Рис. 5, б) Універсальне сорбційне полотно у згорнутому вигляді

Запропоноване сорбційне полотно (8) містить мішок (1) з фільтрувальної тканини (2), кавові відходи (до 70 %) (3), деревинна стружка (до 70 %) (4) з густиною сорбційного полотна (8) 1200 г/м² і більше. Сорбційне полотно (8) додатково буде прострочуватись. Ячейки (12) сорбційного полотна (8) пропонується виготовляти із розмірами 250 мм × 250 мм.

Контактування сорбційного полотна (8) відбувається спочатку мішком (1) з фільтрувальної тканини (2), а далі із сумішшю кавових відходів (3) та деревинної стружки (4).

Це полотно дозволить швидко ліквідувати розлив небезпечного вантажу в результаті аварії, під час перевезення їх залізничним транспортом.

На рис. 6, а) наведено приклад розробленої авторами процедури ліквідації наслідків аварії при перевезенні небезпечних вантажів з нафтопродуктами з використанням сорбційних матеріалів, та на рисунку 6, б) детально подано контейнер (3) з сорбційним полотном.

Схема працює таким чином. До локомотива (1) прикріплюється вагон (2) з контейнерами (3) із сорбційними полотнами (8), якщо виникає аварійна ситуація при перевезенні рідкого небезпечного вантажу (10), то спеціально навчена людина відкриває контейнери (3) із сорбційним полотном (8), дістане так звані сорбційні полотна (8), та закидає ними, зону утворення дзеркала (11) витоку (7), для того, щоб запобігти потрапляння небезпечного вантажу (10) у товщу ґрунту, та зменшити зону ураження товщі ґрунту (9). Потім відпрацьовані сорбційні полотна (8) засовують, назад у контейнера (3), а по прибутті локомотива (1) до місця його постійної дислокації, сорбційне полотно (8) регенерують, а після регенерації його можна використовувати знову.

Таким чином використання запропонованого універсального сорбційного полотна (8) дозволяє локалізувати та/або ліквідувати рідкі небезпечні речовини 3, 5, 8 класів небезпеки на рівні адсорбційної активності більше 90 %.

Рис. 6, а) Візуалізація процедури ліквідації наслідків аварії при перевезенні небезпечних вантажів (нафтопродуктів)

1 – локомотив; 2 – вагон із сорбційним полотном (8); 3 – контейнери з сорбційним полотном (8); 4 – цистерна з рідким небезпечним вантажем (10); 5 – отвір, через який трапляється виток небезпечної вантажу (10); 6 – поверхневий стік рідкого небезпечного вантажу (10) за рельєфом місцевості; 7 – зона утворення дзеркала витoku (11); 8 – сорбційне полотно; 9 – зона ураженої товщі ґрунту;

Рис. 6,б) Контейнер з сорбційним полотном

1 – контейнер для транспортування сорбційних полотен (8) 2 – сорбційне полотно (8) у складеному вигляді

Реалізація представленої технологічної схеми дозволяє не тільки отримати оперативний доступ до ліквідаційних матеріалами в зоні утворення і локалізації розливу, але і в значній мірі зекономити час на організацію забезпечення даними матеріалами.

Висока ефективність запропонованого методу забезпечується вибором відповідного сорбенту. Як зазначалося вище, ефективний вибір сорбенту є складним організаційним завданням, що важко реалізовується в оперативних умовах проведення ліквідаційних заходів. Представлена технологічна схема дозволяє вирішити дану проблему завчасно: вибір, придбання і накопичення сорбентів відбувається задовго до виникнення аварійної емісії.

Висновки. Мета та завдання що автори ставили перед собою, можна вважати виконаною на 100%. Авторами було:

- 1) Розроблено та виготовлено спеціального сорбційного полотна, як універсального засобу локалізації та ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів.
- 2) Перевірено кількісні та якісні характеристики універсального сорбційного полотна.
- 3) Доведено можливість використання універсального сорбційного полотна, як засобу локалізації та ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів.
- 4) Удосконалено методику локалізації та ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом –використання сорбційних покривал, у якості ліквідаційного матеріалу.

Зробивши висновки ми повинні зрозуміти наскільки це важливо дотримуватись усіх правил безпеки, а також дослухатись до порад авторів, які можуть покращити стан справ, у питаннях, перевезенні небезпечних вантажів, їх локалізації, та ліквідації при їх перевезенні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аветісян В.Г., Андронов В.А. Розробка рекомендації щодо проведення аварійно-рятувальних робіт на залізничному транспорті. // Звіт про науково-дослідну роботу. / Міністерство України з питань надзвичайних

ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Національний університет цивільного захисту України. м. Харків, 2010. 103 с.

2. Zelenko, Y., Malovanyu, M., Tarasova, L. (2019). Optimization of heat-and-power plants water purification. 2019 // Chemistry and Chemical Technology, 13(2), стр. 218–223

3. Eakalak Khan Wanpen VirojnagudThunyalux Ratpukdi. (2004). Use of biomass sorbents for oil removal from gas station runoff. November 2004, Volume 57, Issue 7, Pages 681–689.

4. Давыдова С. Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде. м. РУДН. 2004. 131. с.70.

5. Zelenko, Yu., Bezovska, M., Skvireckas, R., Neduzha, L. (2020). The impact of motor oils quality on improving the reliability in operation of traction rolling stock. //Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2020. September, стр. 568–572.

6. Zelenko, Y., Bezovska, M., Kuznetsov, V., Muntian, A. Rocznik. (2020). Resource saving and eco-friendly technology for disposal of used railroad engine oils. // Ochrona Srodowiska. 2020, 22 (1), стр. 171–180.

7. Zelenko, Yu., Lunys, O., Neduzha, L., Steišūnas, S. (2019). The assessment of negative impact of oil products on railroad track and rolling stock constructions. // Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2019 October, стр. 1300–1306.

8. Електронний ресурс URL - <https://vetline.pro/blog/vidi-sorbentiv> (Дата звернення: 01.11.2021 р.)

9. Roberta A.Browna, Andrew K.Kercherb, Thanh H.Nguyena, Dennis C.Nagleb, William P.Balla. (2006) Production and characterization of synthetic wood chairs for use as surrogates for natural sorbents // Organic Geochemistry. Volume 37, Issue 3. March 2006. Pages 321–333.

10. Богаев А. В., Лебедев И. А., Карчевский Д. Ф. Получение активных углей из скорлупы кедрового ореха / и др. // Ползуновский вестник, 2013. № 1. С. 282–284.

11. Осокин В. М., Сомин В. М. Исследования по получению новых сорбентов из растительного сырья для очистки воды // Ползуновский вестник, 2013. № 2. С. 280–282.

12. Глазкова Е. А., Новый синтетический сорбционный материал // Химия нефти и газа. – Томск: ИОА СО РАН, 2003. С. 592.

13. Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде // Прикладная биохимия и микробиология. 1996. Т.32. №6. С. 579–585.

14. Кузнецов Б. Н. Каталитическая химия растительной биомассы // Соросовский образовательный журнал, 1996. № 12. С. 47–55.

15. Скурлатов Ю. И. Скурлатов, Г. Г. Введение в экологическую химию Дука, А. Мизити. М.: Высшая школа, 1999. 400 с.

16. Давыдова С. Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде //М. РУДН, 2004. 131 с.

17. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response / The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF), Technical information paper. 2012. Vol. 8. 12 p.

17. Глазковская М. А. Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и промышленными водами // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. М.: Наука, 1988. С. 7–50.

19. Ануров С. А. Анурова, Т. В. Клушин В. Н. и др., Получение углеродных адсорбентов из растительных отходов. Карбонизация сырья [электронные издания] // Электронный научный журнал «Исследовано в России», 2011. URL: <http://www.sci-journal.ru/articles/2011/017.pdf>. (Дата звернення: 01.11.2021 р.)

20. Валеев И.А., Газизов Р.А. Разработка промышленной установки для получения сырья используемого в производстве сорбента медицинского назначения [текст] // Вестник технологического университета, 2015 Т.18, № 15.

21. Lu, G.Q., Do, D.D. (1994). Development of carbonaceous adsorbents from coal reject for acidic gases removal. // Journal Gas Separation and Purification Volume 8, Issue 1, 1994, Pages 17–29. ISSN: 09504214.DOI: 10.1016/0950-4214(94)85004-6

22. База патентів України Електронний ресурс: <https://uapatents.com/6-103388-kompozicijnijsorbent-dlya-ochistkizniznomanitnikh-poverkhon-vid-naftoproduktiv.html> (Дата звернення: 01.11.2021 р.)

23. Електронний ресурс: <http://tiet-sorbent.ru/granular%20sorbents/ctr%20sorbent.htm> (Дата звернення: 01.11.2021р.)

24. D. Dave, A.E. Ghaly Remediation Technologies for Marine Oil Spills: A Critical Review and Comparative Analysis [Science Publications] // American Journal of Environmental Sciences 7 (5): 423–440, 2011.ISSN 1553-345X

25. Електронний ресурс: https://epicentrk.ua/shop/tkan-filtrovalnaya-tgf-8-56035.html?ssh=revenue&gclid=Cj0KCQiAkuP9BRCKARIsAKGLE8V7AXF7PBj8iYH0ZnXM7_ldMfHy3o5zovisrBvI-x65f3RwcRSZegaAp0WEALw_wcB (Дата звернення: 01.11.2021р.). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.06.028>

REFERENCES

1. Avetisyan V.G., Andronov V.A.(2010) Rozrobka rekomendacii schodo provedennia avariino-riatuvalnikh robot na zaliznichnomy transporti[Development of recommendations for carrying out emergency and emergency robots on retail transport.] zvit pro naukovu-doslidnii roboti. Ministerstvo Ukraini z pitan nadzvichainix sityaciy ta u spravax zaxisty naselennya vid naslidkiv Chornobils'koi katastrofu. Nacionalniy universitet civilnogo zaxisty Ykrainu. m. Kharkiv[in Ukrainian].

2. Zelenko, Y., Malovanyu, M., Tarasova, L. (2019). Optimization of heat-and-power plants water purification. 2019. Chemistry and Chemical Technology. 13(2). P. 218–223.

3. Eakalak Khan Wanpen VirojnagudThunyalux Ratpukdi. (2004). Use of biomass sorbents for oil removal from gas station runoff. November 2004. Volume 57. Issue 7. Pages 681-689.
4. Davydova S. L. (2004) Neft i nefteprodukty v okruzhaiu srede[Oil and oil products in the environment.] m. RUDN. 131. c.70.
5. Zelenko, Yu., Bezovska, M., Skvireckas, R., Neduzha, L. (2020). The impact of motor oils quality on improving the reliability in operation of traction rolling stock. Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2020 September, p. 568–572.
6. Zelenko, Y., Bezovska, M., Kuznetsov, V., Muntian, A. Rocznik. (2020). Resource saving and eco-friendly technology for disposal of used railroad engine oils. Ochrona Srodowiska. P. 171–180.
7. Zelenko, Yu., Lunys, O., Neduzha, L., Steišūnas, S. (2019). The assessment of negative impact of oil products on railroad track and rolling stock constructions. Transport Means – Proceedings of the International Conference. 2019. October. P. 1300–1306
8. Electronic view. URL - <https://vetline.pro/blog/vidi-sorbentiv>.
9. Roberta A.Browna, Andrew K.Kercherb, Thanh H.Nguyena, Dennis C.Nagleb, William P.Balla. (2006) Production and characterization of synthetic wood chairs for use as surrogates for natural sorbents. Organic Geochemistry. Volume 37. Issue 3. March 2006. Pages 321-333.
10. Bohaev AV, Lebedev IA, Karchevskii DF, (2013) Poluchenie aktivnykh uhlei iz skorlupy kedrovoho orekha[Obtaining active coals from the shell of a pine nut] etc. Polzunovsky Bulletin, 2013. No. 1. P. 282-284.[in Russian]
11. Osokin VM, Somin VM (2013) Issledovaniia po polucheniiu novykh sorbentov iz rastitelnogo syria dlia ochistki vody. [Research on obtaining new sorbents from vegetable raw materials for water purification]. Polzunovsky Bulletin. 2013. № 2. P. 280-282 [in Russian].
12. Glazkova EA.(2003) Novyi sinteticheskii sorbtsionnyi material [New synthetic sorption material]. Chemistry of oil and gas. -Tomsk: IOA SO RAN, 2003 . p. 592 [in Russian].
13. Coronelli T.V. Principles and methods of intensification of biological destruction of hydrocarbons in the environment // Applied Biochemistry and Microbiology. 1996. 32. №. 6. P. 579-585 [in Russian].
14. Kuznetsov BN (1996) Kataliticheskaiia khimia rastitelnoi biomassy [Catalytic chemistry of plant biomass]. Soros educational journal, 1996. №. 12. P. 47–55 [in Russian].
15. Skurlatov Yu. I. Skurlatov, GG(1999) Vvedenie d ekolohicheskuiu khimiiu Duka, A. Miziti.M. [Introduction to ecological chemistry Duka, A. Miziti. M.]: Higher school. 1999. p. 400 [in Russian].
16. Davydova S. L. (2004) Neft i nefteprodukty v okruzhaiushei srede [Oil and oil products in the environment] M. RUDN, 2004. p.131 [in Russian].
17. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response. The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF), Technical information pa-per. 2012. Vol. 8. p.12
18. Glazovskaya MA (1988) Sostoianie, dinamika i diahnostika pochvennykh ekosistem, zahriaznennix neftiu, nefteproduktami i promyslovymi vodami [State, dynamics and diagnostics of soil ecosystems contaminated with oil, oil products and industrial waters] Restoration of oil-contaminated soil ecosystems: Sat. scientific. tr. M.: Nauka. 1988. P. 7–50[in Russian].
19. Anurov SA Anurova, TV Klushin VN et al., (2011) Poluchenie uhlerodnykh adsorbentov iz rastitelnykh otkhodov. Karbonizatsia Syria [Obtaining carbon adsorbents from plant waste. Carbonization of raw materials] Electronic scientific journal «Investigated in Russia», 2011. URL: <http://www.sci-journal.ru/articles/2011/017.pdf> [in Russian].
20. Valeev I.A., Gazizov R.A. (2015) Razrabotka promyshlennoi ystanovki dlia polycheniia Syria ispolzuemoho v proizvodstve sorbenta medetsinskogo naznacheniia [Development of an industrial plant for obtaining raw materials used in the production of a sorbent for medical purposes] Bulletin of the Technological University. 2015. Vol.18. №. 15.
21. Lu, G.Q., Do, D.D. (1994). Development of carbonaceous adsorbents from coal reject for acidic gases removal. Journal Gas Separation and Purification. Vol. 8. Issue 1. 1994, Pages 17-29. ISSN: 09504214.DOI: 10.1016/0950-4214(94)85004-6
22. Baza Patentiv Ukrainy [Database of patents in Ukraine]: <https://uapatents.com/6-103388-kompoziciijnijj-sorbent-dlya-ochistki-riznomanitnikh-poverkhon-vid-naftoproduktiv.html>.
23. Electronic view: <http://tiet-sorbent.ru/granular%20sorbents/ctr%20sorbent.htm>.
24. D. Dave, A.E. Ghaly Remediation Technologies for Marine Oil Spills: A Critical Review and Comparative Analysis [Science Publications] // American Journal of Environmental Sciences 7 (5): 423-440, 2011. ISSN 1553-345X
25. Electronic view: https://epicentrk.ua/shop/tkan-filtrovalnaya-tgf-8-56035.html?ssh=revenue&gclid=Cj0KCQAKuP9BRCKARIsAKGLE8V7AXF7PBj8iYHld5MznXxM7_r. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.06.028>

Zelenko Julia¹, Kalimbet Mukola²

¹. Head of Department Chemistry&Ecological Engineering, Dnipro National University of Railway Transport named after V.Lazaryan, Dnipro, Ukraine. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5551-0305>

². Postgraduate student of Department Chemistry&Ecological Engineering, Dnipro National University of Railway Transport named after V.Lazaryan, Dnipro, Ukraine

PRODUCTION OF THE SORPTION SHEET FROM COMPOSITE MATERIALS AS A LIQUIDATION AGENT FOR SPILL RESPONSE OF HAZARDOUS MATERIALS ON TRANSPORT

The article raises the issues of rail transport in many countries, including the European Union and Ukraine, transportation of various classes of dangerous goods, ensuring safety during their transportation, strengthening technical standards and environmental requirements for safety of dangerous goods transportation by all modes of transport and the problem of localization and liquidation of accidents during transportation of various classes of dangerous goods by rail is raised. Methods and methods of localization and elimination of spills of dangerous goods are discussed, the sorption method is described as the chosen method to solve the problem, a brief description of sorbents is given, various variants and modifications of materials for carbon sorbents are presented, materials will be used for universal sorption web, method of obtaining a universal sorption web, demonstrated a special installation for carbonization (Carbonizer), which was slightly modernized and made by the authors according to the design of the Engels University. The method of conducting experiments is described. The characteristics of the universal sorption web, its sorption properties are given, and also the technique of using the universal sorption web as a means for localization and / or liquidation of liquid hazardous substances of 3, 5, 8 hazard classes is proposed.

Keywords: *environmental technologies, dangerous goods, localization of accidents, liquidation of accidents, carbonization, universal sorption web.*