

## Розділ II. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

---

УДК 622.276

*О.Ф. Бабаджанова, канд. техн. наук, доцент, Н.М. Гринчишин, канд. сільгосп. наук, доцент  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

### РОЛЬ СОРБЕНТІВ У ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙНИХ РОЗЛИВІВ НАФТОПРОДУКТІВ ІЗ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ

Наведено результати модельного дослідження штучного забруднення сірого лісового ґрунту нафтою і нафтопродуктами. Досліджено роль сорбентів у ліквідації аварійних виливів нафтопродуктів із поверхні ґрунту. Як адсорбенти використовували неорганічні алюмосилікати - порошок перліту та активовану глину. Концентрацію нафтопродуктів у ґрунті визначали за допомогою стандартних методик.

Доведено, що активовану глину та перлітовий порошок можна використовувати для ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів (газового конденсату та дизельного палива) на поверхню сірого лісового ґрунту.

*Ключові слова:* ґрунт, сорбент, нафтопродукти.

**Постановка проблеми.** Нафта і нафтопродукти поряд із пестицидами визнані у світі пріоритетними забруднюючими речовинами [1,2]. Їх негативна дія на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, екологічні системи й здоров'я людей відзначається на всіх етапах промислового освоєння цих продуктів: від буріння, переробки, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання.

Причому ґрунти більш схильні до забруднення і не захищені від нього. Природні екосистеми здатні самоочищатися завдяки фізико-хімічним і мікробіологічним процесам руйнування вуглеводнів, які достатньо інтенсивно у них відбуваються. Проте, якщо вчасно не усунути джерело забруднення, нафтопродукти в ґрунті нагромаджуватимуться і викликатимуть негативні зміни в навколишньому середовищі.

За даними фахівців [3], більшість (89-96%) аварійних розливів нафти викликають сильні і незворотні пошкодження природних біоценозів. У районі нафтопроводів існують області з постійно порушеним рослинним покривом. На трасах трубопроводів ширина зони таких руйнувань змінюється від 40 до 400 м для однієї магістральної нитки.

Проблеми охорони навколишнього середовища від забруднення вуглеводнями останнім часом стають все актуальнішими, що пов'язано з високою вартістю робіт при застосуванні механічних, фізичних, хімічних та термічних способів очищення, а також з обмеженістю їх можливостей. Окрім того, щорічно збільшується кількість джерел надходження вуглеводнів у навколишнє середовище. В їх перелік входять практично всі автотранспортні підприємства, трубопровідний транспорт, підприємства нафтохімічної та нафтогазодобувної промисловості. Територія країни вкрита густим мереживом трубопроводів. Тільки нафто- і газопроводів з діаметром труби 400 мм і більше прокладено понад 22 000 км. Аварії, пов'язані з викидом вуглеводнів, трапляються як внаслідок відмови обладнання (найчастіше електрохімічна та біологічна корозія), так і несанкціонованого проникнення в трубопроводи [1].

У ґрунті можливі перетворення нафти в більш токсичні сполуки, які можуть там адсорбуватися і накопичуватись. Забруднений ґрунт може стати джерелом потрапляння токсикантів до організму людини трофічними ланцюгами: ґрунт – рослина – продукти харчування,

грунт – ґрунтові води – людина, ґрунт – атмосферне повітря – людина, що збільшує ризик виникнення екологічно обумовлених захворювань [4].

Особливу небезпеку представляють аварійні виливи нафти і нафтопродуктів на ґрунт (більше 10 л/м<sup>2</sup>). За таких ситуацій концентрація нафтопродуктів у ґрунтах досягає такої величини, при якій починаються негативні екологічні зміни: гине ґрунтова біота, відбувається відмирання рослин або знижується їх продуктивність, настають зміни у морфологічних, водно-фізичних властивостях ґрунтів, знижується їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод у результаті вимивання нафтопродуктів із ґрунту та їх розчинення у воді [1].

Таким чином, вирішення проблеми очищення ґрунтового покриву від забруднень нафтою і нафтопродуктами на сьогодні належить до пріоритетних завдань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Забруднення нафтою та нафтопродуктами впливає на весь комплекс морфологічних, фізичних, фізико-хімічних, біологічних властивостей ґрунту, що визначають його родючість. Зміна властивостей ґрунту при забрудненні нафтою, а також процеси його міграції, акумуляції і метаболізму залежать від фізико-хімічного складу і кількості пролитої нафти, ґрунтового-кліматичних і ландшафтних умов, виду ґрунту, наявності тих або інших біохімічних бар'єрів, каналів міграції і дифузії в ґрунтовому профілі [4, 7-8].

Потрапляння нафти і нафтопродуктів у ґрунт веде до зниження біологічної продуктивності ґрунтів, їхньої деградації, погіршення стану рослинності [3-8].

Нафта, як суміш високовідновлених сполук, надзвичайно важко піддається біологічному окисленню. В природних умовах розклад вуглеводнів може тривати десятиріччями [6].

При проникненні нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. В результаті закупорки капілярів ґрунту нафтою порушується аерація та окиснювально-відновлювальний потенціал, створюються анаеробні умови. В результаті ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання і т.д. [4, 5, 8].

Вертикальне просування нафти вздовж ґрунтового профілю створює хроматографічний ефект, який призводить до диференціації складу нафти: у верхньому, гумусовому горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, які містять багато смолисто-асфальтенових речовин та циклічних сполук; в нижні горизонти проникають, в основному, низькомолекулярні сполуки, які більш розчинні у воді, ніж високомолекулярні компоненти [7].

Легкі вуглеводні високотоксичні, важко засвоюються мікроорганізмами, тому довго зберігаються у нижніх частинах ґрунтового профілю в анаеробному стані. Основну частину легкої фракції складають метанові вуглеводні (алкани) з числом вуглеводневих атомів C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub>. Легка фракція випаровується в основному ще на поверхні ґрунту або змивається водними потоками [8].

Шкідливий екологічний вплив смолисто-асфальтенових сполук на ґрунт полягає не стільки в хімічній токсичності, скільки у зміні водно-фізичних властивостей ґрунту. Зазвичай смолисто-асфальтенові компоненти сорбуються у верхньому, гумусовому горизонті, пори в ґрунті при цьому зменшуються. Гідрофобні компоненти, покриваючи коріння рослин, різко погіршують поступлення до них вологи, спричинюють їх загибель [3-5, 7-8].

Тривалість всього процесу трансформації нафти у різних ґрунтового-кліматичних зонах різна: від декількох місяців до десятків років. Шкідливі компоненти, які мають різну розчинність у ґрунтових водах, відповідно, з різною швидкістю потрапляють у водні джерела [7].

У випадках вуглеводневого забруднення основним механізмом негативної дії нафтових вуглеводнів є створення стійкої гідрофобної плівки на поверхні ґрунтових часточок. Проте, залежно від ряду факторів, а саме: хімічних і фізичних властивостей забруднюючої речовини, водного режиму і гранулометричного складу ґрунту, рівня і терміну забруднення, вплив вуглеводнів на властивості ґрунту як фізико-хімічної та дисперсної системи значно

різнитися. Набуті зміни можуть мати сталий характер, можуть зменшуватися з часом, а можуть проявлятися лише в окремі, несприятливі за зволоженням роки [3-5].

Гідрофобні властивості ґрунтів, що зазнали вуглеводневого забруднення, значною мірою визначені концентрацією забруднюючої речовини та її якісним складом. Легкі фракції нафти та відповідні нафтопродукти (бензин, газ) впливають на ці властивості ґрунту слабо і короткочасно, а гідрофобізуюча дія мазуту та інших "важких" нафтопродуктів є дуже сильною і не зникає принаймні протягом п'яти років спостережень [8].

**Постановка завдання.** Проблемі дослідження проникності нафти і нафтопродуктів у ґрунт в Україні приділяється недостатня увага. Особливо якщо врахувати, що магістральні нафтопроводи і продуктопроводи перетинають значну територію держави. При цьому ґрунти територій різні за складом та структурою.

Методика ліквідації аварійних виливів нафти та нафтопродуктів із ґрунту після збору основної кількості розлитої нафти полягає у використанні сорбційних технологій. В якості сорбентів найчастіше використовують екологічно чисті природні матеріали, а також неткані матеріали на основі синтетичних і натуральних волокон [9].

Але полікомпонентність і гетерогенність ґрунту, а також різний хімічний склад нафтопродуктів не завжди дозволяє правильно підібрати той чи інший сорбент. За таких обставин актуальними є дослідження, що полягають у вивченні різних сорбентів та їх оптимальних концентрацій для ліквідації наслідків аварійних виливів різних видів нафтопродуктів на конкретний тип ґрунту.

Попередніми дослідженнями [10] вивчено динаміку зміни концентрації забруднювачів у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту протягом тримісячного періоду та встановлено, що використання як сорбенту активованої глини при забрудненні сірого лісового ґрунту нафтою, дизпаливом і газовим конденсатом, впливає на міграційні процеси забруднювачів. Тому наше наступне завдання полягало у визначенні оптимальної дози внесення та порівнянні двох різних сорбентів для ліквідації аварійних виливів нафтопродуктів з поверхні цього ґрунту.

**Виклад основного матеріалу.** Методикою досліджень передбачалось проведення модельного експерименту, що полягав у штучному забрудненні мікроділянок сірого лісового ґрунту, найбільш типового і поширеного у Львівській області, нафтою, ароматизованою оливою-теплоносієм (АМТ), дизпаливом і газовим конденсатом на рівні аварійних виливів ( $25 \text{ л/м}^2$ ).

Для ліквідації негативних наслідків цих виливів (проникнення нафтопродуктів у глибину ґрунту) як сорбенти використали неорганічні алюмосилікати - активовану глину з дозами внесення  $5$  і  $10 \text{ кг/м}^2$  та перлітовий порошок з дозою внесення  $5 \text{ кг/м}^2$ . Після п'ятиденного терміну було відібрано зразки ґрунту з глибини 0-5 см для визначення концентрації нафтопродуктів.

Фізико-хімічний аналіз ґрунту проведено в акредитованій лабораторії кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії Львівського національного аграрного університету. Основні характеристики сірого лісового ґрунту: гумусний горизонт до 25 см, склад легкосуглинковий гранулометричний, рН сольовий – 5,6; гумус – 2,1%; сума поглинутих основ – 24 мг-екв/100 г ґрунту; валовий вміст азоту 0,15%, фосфору 0,12%, калію 2,8%.

Аналіз ґрунту проводили за такими методиками: гранулометричний склад за методом піпетки в модифікації Качинського, загальний вміст гумусу за Тюрніним, рН сольової витяжки за ГОСТ 26423-85 – ГОСТ 26490-85, вміст увібраних катіонів за Капенном-Гільковіце, вміст азоту, фосфору і калію за загальноприйнятими методиками [11].

Концентрацію нафтопродуктів у ґрунті визначено методом гравіметрії та інфрачервоної спектроскопії в лабораторії екологічної безпеки Львівської обласної екологічної інспекції.

За результатами модельного дослідження встановлена різна позитивна дія сорбентів на кожний вид забруднювача при аварійному їх виливі на поверхню сірого лісового ґрунту.

Так, концентрація нафти у 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту найбільша ( $7140$  і  $8030 \text{ мг/кг}$ ) при використанні у якості сорбенту активованої глини (доза внесення  $10 \text{ кг/м}^2$ ) та

перлітового порошку (доза внесення 5 кг/м<sup>2</sup>). Ці сорбенти при таких дозах внесення на поверхню сірого лісового ґрунту проявляють однакову сорбційну здатність, що супроводжується збільшенням концентрації забруднювача в поверхневому шарі ґрунту в 2,3-2,5 раза (рис.1). При використанні у якості сорбенту активованої глини відмічено залежність збільшення концентрації нафти у поверхневому шарі при збільшенні дози внесення сорбенту.

Найбільша концентрація АМТ (27920 мг/кг) у 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту спостерігалась на ділянці, де як сорбент використано активовану глину з дозою внесення 10 кг/м<sup>2</sup>. Тут кількість вуглеводнів у 3,5 раза більша від їх вмісту на території, де сорбент не вносили. Відносно ділянок із різними сорбентами однакової дози внесення (5 кг/м<sup>2</sup>), спостерігається збільшення концентрації вуглеводнів в 2,8 раза у порівнянні з ділянкою, де сорбенти не використовували. Таким чином, перлітовий порошок і активована глина з дозою внесення 5 кг/кг ґрунту проявляють однакові сорбційні властивості у відношенні до АМТ при забрудненні ним сірого лісового ґрунту (рис.2).

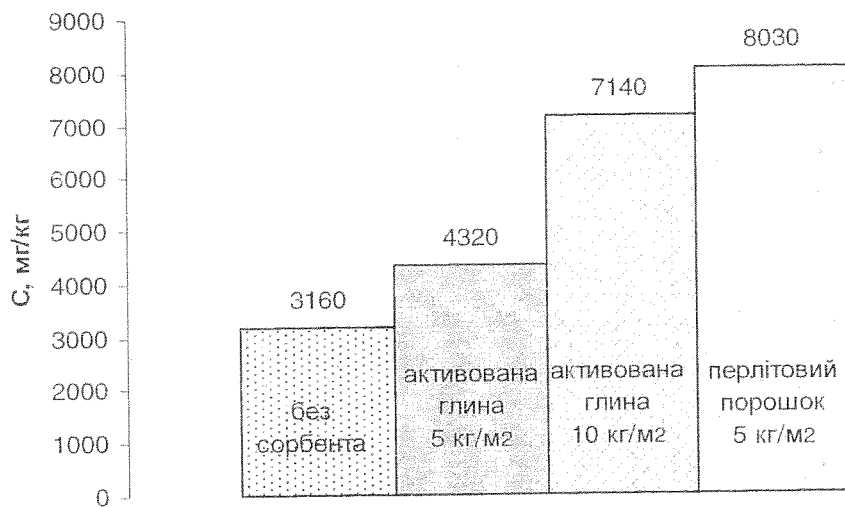


Рис. 1. Вміст нафти в 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту різних ділянок, мг/кг

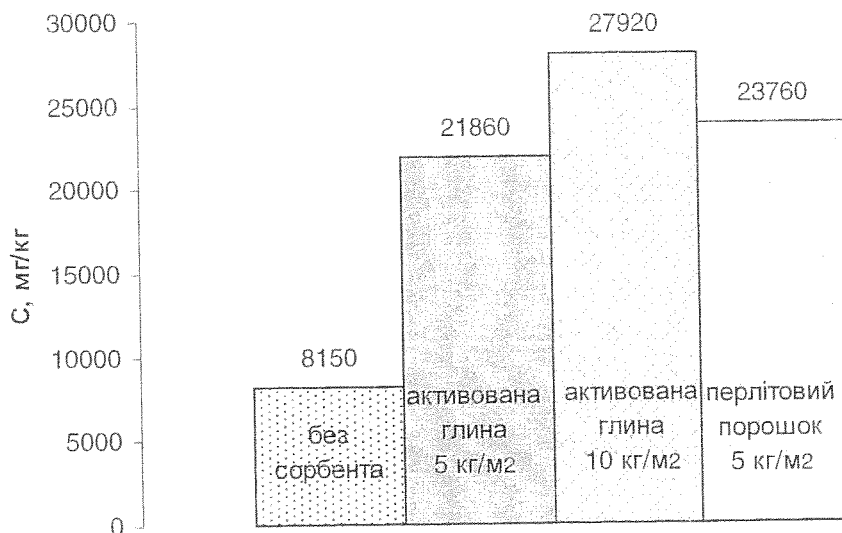


Рис. 2. Вміст АМТ в 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту різних ділянок, мг/кг

Стосовно дизпалива спостерігалась така ситуація: концентрація вуглеводнів у 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту більша в 2,2 раза на ділянках, де як сорбент використано активовану глину незалежно від дози внесення. Перлітовий порошок проявляє дещо меншу сорбційну здатність у відношенні до дизпалива і зумовлює збільшення його концентрації лише у 1,6 раза порівняно з ділянкою, де сорбенти не використовувались (рис. 3).

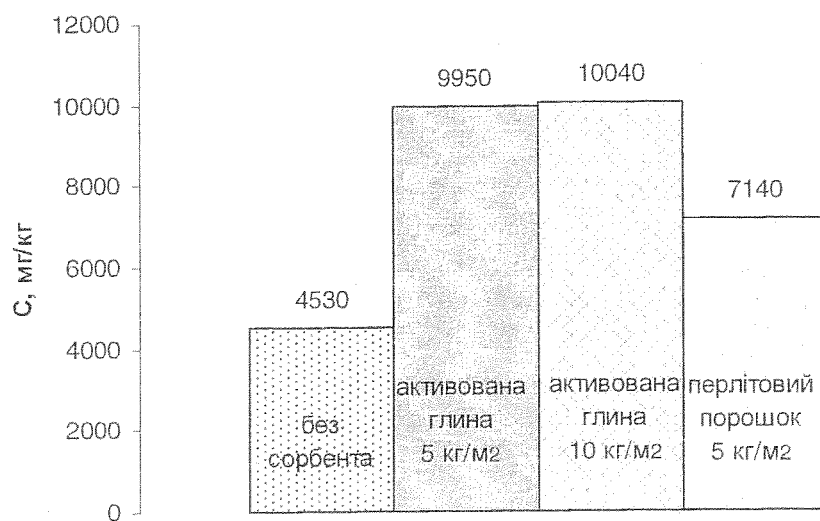


Рис. 3. Вміст дизпалива в 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту різних ділянок, мг/кг

Досліди з газовим конденсатом показали, що активована глина (доза внесення 10 кг/м<sup>2</sup>) і перлітовий порошок (доза внесення 5 кг/м<sup>2</sup>) зумовили збільшення концентрації забруднювача в поверхневому 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту майже в 5 разів у порівнянні з ділянкою, де сорбенти не використовувались. А активована глина з дозою внесення 5 кг/м<sup>2</sup> зумовлює досить низьку сорбційну здатність до даного забруднювача (рис. 4).

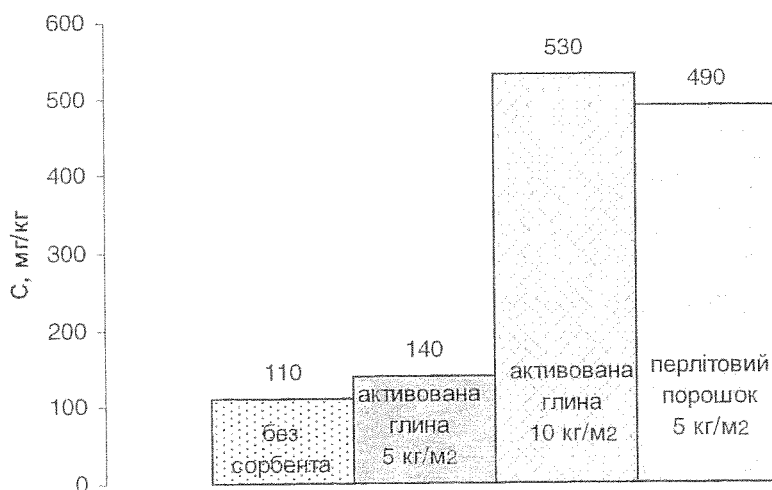


Рис. 4. Вміст газового конденсату в 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту різних ділянок, мг/кг

### Висновки

У результаті проведеного штучного модельного експерименту, що полягав у аварійному виливі (25 л/м<sup>2</sup>) на поверхню сірого лісового ґрунту нафти і нафтопродуктів досліджено роль сорбентів (активованої глини та перлітового порошку) у ліквідації цих негативних наслідків.

Найкраща сорбційна здатність досліджуваних сорбентів відмічена при забрудненні сірого лісового ґрунту газовим конденсатом. Так, активована глина з дозою внесення  $10 \text{ кг/м}^2$  і перлітовий порошок з дозою внесення  $5 \text{ кг/м}^2$  зумовлюють збільшення концентрації вуглеводнів у 0-5 см шарі ґрунту майже у 5 разів, тим самим зменшуючи міграцію забруднювача за профілем ґрунту.

Дещо меншу сорбційну здатність дані сорбенти проявляють до АМТ. Досліджено, що внесення активованої глини (доза внесення  $10 \text{ кг/м}^2$ ) супроводжує зростання концентрації забруднювача у 0-5 см шарі сірого лісового ґрунту в 3,5 рази. Встановлено, що активована глина і перлітовий порошок з однаковими дозами внесення  $5 \text{ кг/м}^2$  зумовлюють збільшення вуглеводнів у поверхневому шарі ґрунту в 2,7-2,9 раза.

Використання як сорбентів активованої глини та перлітового порошку при забрудненні сірого лісового ґрунту нафтою і дизпаливом призводить до зростання концентрації забруднювачів у 0-5 см шарі ґрунту в 1,5 - 2,5 раза. Слід відзначити, що найбільшу сорбційну здатність до нафти проявляє перлітовий порошок, а до дизпалива – активована глина, незалежно від дози внесення.

Отже, проведені дослідження показали, що для ліквідації аварійних виливів нафти, АМТ, дизпалива і газового конденсату на поверхню сірого лісового ґрунту як сорбенти можна ефективно використовувати активовану глину і перлітовий порошок.

#### Список літератури:

1. Моніторинг надзвичайних ситуацій / Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю. та інші. – Харків: АЦЗУ, 2005. – 530 с.
2. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов Л.И., Казеннов С.М., Ковалевский Ю.В., Путилина Е.С. – М.: Наука, 2001. – 125 с.
3. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы / Соромоти А.В., Гашек С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. // Материалы I Всесоюз. конф. "Экология нефтегазового комплекса". – М., 1989. – Вып. I. – Ч. 2. – С. 180-191.
4. Глазовская М. А. Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и промышленными водами / М. А. Глазовская // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. – М.: Наука, 1988. – С. 7-50.
5. Фесенко І.М. Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунти / І.М. Фесенко, І.А. Решетов, М.М. Фесенко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – №3. – С. 36-40.
6. Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводородов в окружающей среде / Т. В. Коронелли // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996. – Т.32. – №6. – С.579-585.
7. Агроэкологическая оценка нефтезагрязненных земель территорий ЛПДС / Мажайский Ю.А., Давыдова И.Ю., Евтюхин В.Ф., Евсенкин К.Н. // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности. Доклады четвертой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Санкт-Петербург, 1999, Т. 1. – С. 396-398.
8. Мірошніченко М.М. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні / М. М. Мірошніченко // Вісник аграрної науки. – 2002. - №10. – С. 52-54.
9. Пащенко А.А. Очистка воды от нефти и нефтепродуктов с помощью модифицированного перлита / А. А.Пащенко, А. А. Крупа // В кн. Роль химии в охране окружающей среды. – К.: Наукова думка, 1983. – С.189-197.
10. Гринчишин Н.М. Небезпечна міграція нафти і нафтопродуктів у поверхневій шарі ґрунту при аварійних виливах / Н.М. Гринчишин, О.Ф. Бабаджанова // Пожежна безпека: Зб. наук. пр. – Львів: ЛДУ БЖД, 2008. – № 13. – С. 52-57.
11. Агрехимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

*О.Ф. Бабаджанова, канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Гринчишин, канд. сельхоз. наук, доцент  
(Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)*

## **РОЛЬ СОРБЕНТОВ В ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ**

Приведены результаты модельного исследования искусственного загрязнения серой лесной почвы нефтью и нефтепродуктами. Исследована роль сорбентов в ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов с поверхности почвы. Как адсорбенты использовали неорганические алюмосиликаты - порошок перлита и активированную глину. Концентрацию нефтепродуктов в почве определяли с помощью стандартных методик.

Доказано, что активированную глину и перлитовый порошок можно использовать для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов (газового конденсата и дизельного топлива) на поверхность серой лесной почвы.

**Ключевые слова:** почва, сорбент, нефтепродукты.

*O.F. Babadzhanova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor  
N.M. Hrynchyshyn, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor  
(Lviv State University of Vital Activity Safety)*

## **THE ROLE OF SORBENTS IN ELIMINATION OF EMERGENCY OVERFLOWS OF OIL PRODUCTS ON THE EARTH**

The article deals with the model research results of non-natural pollution of gray forest soil with oil and oil products. The role of sorbents in elimination of emergency overflows of oil products on the earth is analyzed. Inorganic aluminium silicates such as powder of perlite and activated clay were used as adsorbents. The concentration of oil products in soil is defined by standard methods.

The fact that activated clay and powder of perlite may be used in liquidation of emergency overflows of oil products (diesel fuel and gas condensate) on the gray forest soil surface is proved in the article.

**Key words:** soil, sorbent, oil products.

