

І. Я. ПЕРЕСТА, Л. О. ЯРИШКІНА, С. І. МУЗИКІНА, Ю. В. ЗЕЛЕНЬКО,
І. Л. ЖУРАВЕЛЬ (ДПТ)

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ВИТОКІВ НАФТОПРОДУКТІВ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕНЬ

В статті обговорено шляхи вдосконалення технології ліквідації наслідків витоків нафтопродуктів під час перевезень.

Ключові слова: вдосконалення технології, ліквідація наслідків, виток нафтопродуктів, перевезення

В статье обсуждены пути усовершенствования технологии ликвидации последствий утечек нефтепродуктов во время перевозок.

Ключевые слова: усовершенствование технологии, ликвидация последствий, утечка нефтепродуктов, перевозка

In the article the ways of improving the technology of liquidation of consequences of petroleum products losses during transportation are discussed.

Keywords: improvement of technology, liquidation of consequences, losses of petroleum products, transportation

Транспортна система України забезпечує перевезення практично усіх хімічних, біологічних, радіоактивних та інших вантажів, які є необхідними для нормального функціонування галузей господарства країни. Більшість з цих вантажів віднесені до небезпечних та потребують дотримання відповідних заходів безпеки.

Небезпечні вантажі (НВ) згідно з [1] – це речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки і шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин і які за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, чи за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на довкілля чи людину віднесено до одного з класів небезпеки.

Шляхи транспортування небезпечних вантажів, місця їх навантаження, вивантаження переробки та зберігання практично завжди прив'язані до населених пунктів, промислових і економічних центрів України, знаходяться в безпосередній близькості від стратегічно значущих об'єктів і все це на фоні стійкої тенденції до розширення міжнародних зв'язків країни в сфері розвитку транспортних коридорів, розробки нових небезпечних речовин і нових транспортних засобів для їх перевезення.

Під час перевезень небезпечних вантажів на всіх рівнях з метою зниження ризиків техно-

генних катастроф періодично провадяться дослідження з метою вдосконалення умов цих перевезень.

Важливу роль в попередженні виникнення аварійних ситуацій під час перевезення НВ відіграють профілактичні заходи [2, 3]. Виконання попереджувальних профілактичних заходів під час організації перевезень НВ, в тому числі і залізничним транспортом, вимагається від усіх суб'єктів перевізного процесу. Саме це може забезпечити збереження здоров'я персоналу та населення, виключити негативний вплив на навколишнє середовище, попередити виникнення аварійної ситуації.

Наливні вантажі в загальній структурі перевезень займають до 10 %. До наливних вантажів відносяться:

- нафта та нафтопродукти;
- продукти хімічної промисловості (кислоти, луги, барвники, скраплені гази тощо);
- продукти харчової промисловості (олія, спирти, жири, патока, саломас тощо).

Основну масу наливних вантажів (близько 90 %) складають нафта та нафтопродукти. Нафтопродукти (НП), обсяги перевезень яких зростають, поділяються на:

- світлі (бензин, гас, лігроїн, легкі сорти моторного палива, газовий конденсат);
- темні (сира нафта, мазут, важкі сорти палива, оливи та мастила);
- нафтобітуми (залишки перегонки нафти).

Основними властивостями, які визначають умови перевезень і зберігання нафтопродуктів, є їх легка займистість, підвищена в'язкість і застигання при мінусових температурах, висока

здатність до випаровування, корозійний вплив на метал, шкідливий вплив на організм людини.

Переважну кількість видів нафтопродуктів віднесено до небезпечних вантажів, що вимагає дотримання під час їх перевезень певних вимог [1], в т.ч. і з питань безпеки та охорони праці.

Незважаючи на достатньо високий рівень контролю за станом перевезень небезпечних вантажів на залізницях України, періодично виникають аварійні ситуації різних ступенів складності. За статистичними даними, транспортні аварії, що супроводжуються значними розливами нафтопродуктів, зустрічаються достатньо часто та являють собою серйозну загрозу для навколишнього середовища [4, 5]. З цієї причини оцінка впливу таких аварій на навколишнє середовище та розробка рекомендацій щодо усунення їх наслідків є одним з пріоритетних напрямів транспортної екології [6] і забезпечення екологічної безпеки регіонів.

Питанню зниження загрози виникнення аварійної ситуації з НВ, які перевозяться територією України наливом, відводиться важлива роль. Штрафи за екологічні збитки є достатньо високими (іноді досягають сотень тисяч доларів США). Крім цього, присутні значні витрати на проведення відбудовних робіт щодо вивезення та очищення забрудненого ґрунту. Наприклад, у разі сходу однієї цистерни с мазутом забруднюється повітря, поверхневі водойми та ґрунт на площі до 6...10 тис. м² і в глибину до 0,1...0,3 м. Об'єм забрудненого ґрунту складає 1...3 тис. м³ або 2...6 тис. тонн. А якщо аварія сталася поблизу водного об'єкту, то з врахуванням штрафу за екологічну шкоду, сума витрат може досягти близько 1 млн дол. США.

Загальні вимоги до засобів і процесів технології ліквідації екологічних наслідків аварійних ситуацій зводяться до наступного:

- кваліфікована підготовка спеціалістів з ліквідації аварійних ситуацій з небезпечними вантажами;
- використання для ліквідації аварії, в першу чергу, нетоксичних реагентів;
- повне виключення ручної праці в технологічних процесах подавання реагентів;
- використання пересувного обладнання, що призначене для доведення реагентів до необхідного за технологією стану;
- 1,5...2,0-кратний запас реагентів для виїзду на аварію порівняно з прогнозом в залежності від ситуації;
- забезпечення жорсткого контролю екологічного стану місцевості після ліквідації аварії.

Аналіз даних щодо величин емісій речовин, які забруднюють навколишнє середовище внаслідок транспортних аварій, та ймовірності їх розповсюдження в навколишньому середовищі наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Відносні частки емісій найбільш важливих груп токсикантів під час залізничних аварій

Склад вантажу	Кількість аварій	Масштаби аварій, т	Сумарна емісія, т	Частка емісії, %	Ймовірність розповсюдження в навколишньому середовищі		
					атмосфера	вода	ґрунт
Важкі НП	32	4...1000	4200	40	н	с	н
Азотомісткі сполуки	10	10...750	1300	10	в	в	в
Легкі НП і сира нафта	29	9...250	3000	23	в	с	с
Кислоти та луги	9	0,5...140	560	4,3	н	в	с
Сірка	6	30...660	900	7	в*	с	н

Примітка: позначення ступеню ймовірності розповсюдження типів вантажів у навколишньому середовищі: н – низька, с – середня, в – висока, * – під час загоряння.

Як бачимо, найбільша кількість аварій, а також максимальна емісія токсикантів спостерігається внаслідок аварійних розливів нафти та нафтопродуктів. За оцінками експертів з різних країн загальна кількість нафти та нафтопродуктів, які потрапляють до рік і океану, складає мільйони тонн. Приблизно така ж кількість втрачається під час аварій (і не тільки при транспортуванні).

Нафта та нафтопродукти є найпоширенішими забруднювачами навколишнього середовища, вплив яких пов'язаний, в першу чергу, з токсичністю вуглеводнів і домішок, як у рідкому, так і в пароподібному стані. Додатково, токсичність притаманна і деяким продуктам згоряння нафтових палив. До екологічних аспектів варто віднести й пожежну небезпеку, що виникає в процесі транспортування та застосування нафтопродуктів.

Під час дії нафтопродуктів на ґрунти відбуваються істотні порушення ґрунтових біоценозів, загибель мікроорганізмів, блокування водно-сольових обмінів з корінням рослин і тому подібне. Процес проникнення рідких вуглеводнів в ґрунт, їх переміщення по вертикалі та в плані, так само як і процеси, які проходять з ними під час міграції, є достатньо складними та все ще недостатньо вивченими.

Крім того, під час витоків нафтопродуктів відбувається втрата потенційних енергоносіїв, тому розробка сучасних методів ліквідації аварій з нафтопродуктами, складовими яких є процеси утилізації та використання відновлених нафтопродуктів є питанням актуальним і важливим для України.

Ті методи ліквідації екологічних наслідків аварій з нафтопродуктами, які використовуються на теперішній час, є не зовсім досконалими та технічно складними; вони практично не призводять до мінімізації впливу аварій на довкілля та вимагають великих затрат коштів і людино-годин на їх виконання. Актуальним є питання впровадження технології, яка дозволить зменшити час ліквідації наслідків аварій, використовувати дешеві та доступні сорбенти, зменшити екологічні наслідки таких аварій, а також збитки залізниць.

Для попередження забруднення навколишнього середовища та для безпеки людини встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. Леткі фракції нафтопродуктів, що містяться в атмосфері, небезпечні, насамперед, як проміжні продукти процесів утворення окислювачів. Забруднення, потрапляючи до атмосфери, проходять ряд хімічних перетворень, що призводить до утворення продуктів, які викликають фотохімічний смог.

Нафтопродукти, які потрапляють до води, утворюють спочатку шар на поверхні, при цьому леткі вуглеводні починають випаровуватися. У водний розчин переходять жирні, карбонові та нафтові кислоти, а також феноли та крезолі.

Через декілька діб після надходження в результаті хімічного та біохімічного розкладання, утворюються інші розчинні сполуки – окиснені вуглеводні, токсичність яких є значно вищою. Донні відкладення поглинають частину нафтопродуктів, що потрапили до води, причому найбільшу поглинаючу спроможність мають глинисті мули.

Потрапляння нафтопродуктів до водного середовища супроводжується утворенням дуже тонких (товщиною від мікронів до часток мікронів) плівок, які тривалий час тримаються на

поверхні води, негативно впливаючи на кисневий режим водойми.

Нормування безпечного вмісту нафтопродуктів в ґрунтах в різних країнах виконується з урахуванням регіонального характеру забруднення і фізико-географічних умов, які сприяють процесам самоочищення об'єктів природного середовища чи ускладнюють їх протікання.

У районах аварійного витоків нафтопродуктів у результаті акумуляції токсичних речовин спостерігається геохімічна перебудова ґрунтів, що призводить до загибелі тварин, рослинного покриву, гнобленню мікробіоценозів. Тривалість відновлення земель після забруднення нафтопродуктами без проведення рекультивацийних робіт становить більше 15 років при слабкому забрудненні та більше 25 років – при сильному.

Нафтопродукти з щільністю меншою за 1 г/см^3 (нафта, дизпаливо та ін.), потрапляючи на поверхню землі чи в поглиблення, під дією сил гравітації мігрують крізь ненасичену ґрунтову зону завдяки дії фізико-хімічних процесів.

У ненасиченій зоні утворюється трифазна система «вода – нафтопродукт – повітря», де вода та нафтопродукт утримуються за рахунок капілярно-плівкових сил, залежних від дисперсності та вологості ґрунту. При значному надходженні нафтопродукти з часом досягають водоносного горизонту або ґрунтових вод, формуючи лінзу. Центральну частину складає насичене ядро лінзи з мобільними нафтопродуктами, які під дією гідравлічного градієнта пересуваються та потрапляють до свердловини.

Над ядром під дією натягнення межі розділу «повітря – нафтопродукти» формується ненасичена капілярна облямівка (леткі нафтопродукти), а під ядром під дією натягнення межі розділу «нафтопродукт – вода» – насичена капілярна зона. Над лінзою після гравітаційного стікання, залишається плівково-краплинна зона.

Під лінзою, при зменшенні її потужності унаслідок розтікання або підвищення рівня ґрунтових вод утворюється зона затисненого нафтопродукту у воді. У водоносному горизонті лінзу оточують розчинені нафтопродукти. Визначення розташування та об'єму нафтопродукту в кожній з виділених зон необхідне, оскільки поведінка та умови вилучення нафтопродукту в кожній з них різні.

У плівково-краплинній зоні нафтопродукти утримуються ґрунтом і можуть мігрувати лише у водорозчинному або емульгованому стані (окремі краплі нафтопродукту вимиваються за відповідної швидкості інфільтраційної води).

Мобільні нафтопродукти в насиченій зоні розподіляються поверхнею водоносного горизонту та виходять до навколишніх колодязів, водозабірних установок. Проникаючи до товщі ґрунтів, вони рухаються вниз під дією сили тяжіння. На шляху фільтрації їх рух протидіють: випаровування – перехід до газоподібної фази, що починає рух вгору у просторі пор і порожнин, зрештою, досягаючи поверхні та забруднюючи атмосферу; дифузія в пористому середовищі (а пізніше – в підземних водах), що формує одну із зон (ореолів) забруднення. Нафтопродукти, які випаровуються, досягаючи земної поверхні, переносяться повітряними потоками на значні відстані. На поверхні ґрунтового потоку рідкі вуглеводні, які з водою змішуються незначно, скупчуються у вигляді тіл, які дуже грубо можна порівняти з краплями жиру на поверхні води. При цьому в зв'язаних ґрунтах (супісках, суглинках, глинах) тільки невелика частина об'єму пор заповнюється власне рідкими нафтопродуктами. Самі ж частки ґрунту обволікаються плівкою води, пов'язаної міжмолекулярними силами тяжіння, утворюючи скупчення. Але, мігруючи з потоком підземних вод, такі скупчення здатні забруднювати вельми великі території. Швидкість переміщення фронту забруднення може коливатися від декількох метрів до декількох сотень метрів на рік.

Таким чином, ситуації, що виникають при великих витоках нафтопродуктів в зонах транспортних аварій, характеризуються значними концентраціями нафтопродуктів, за яких відбуваються, як правило, істотні, практично незворотні порушення ґрунтових біоценозів. В цих умовах відновлення життєдіяльності ґрунтів знаходиться на межі неможливого, що додатково висуває проблему ліквідації екологічних наслідків транспортних аварій до розряду гостро актуальних.

Вивчення проникаючої спроможності в зв'язаних ґрунтах на зразках з порушеною структурою здійснено ГНДЛ «Охорона навколишнього середовища на залізничному транспорті» нашого університету.

Домінуючими чинниками, які впливають на швидкість проникнення (міграцію) нафтопродуктів крізь ґрунти у разі їх масштабних витоків є тип, вологість і ступінь ущільнення ґрунту, фізико-хімічні властивості нафтопродукту та температура процесу. В реальній практиці можливі різні варіанти поєднання цих чинників. Крім того, на різній глибині окремі чинники можуть виявитися непостійними, що вимагає визначення впливу чинників з метою вста-

новлення закономірностей поведінки системи «ґрунт – нафтопродукт».

Графік залежності швидкості проникнення V_s дизельного палива від температури крізь різні ґрунти за постійної вологості (7,5 %) та максимальному ущільненні наведено на рис. 1.

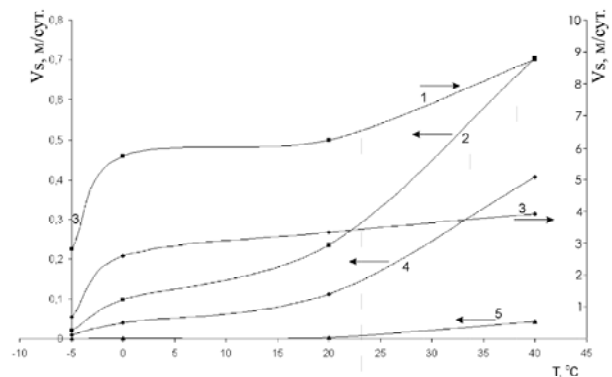


Рис. 1. Залежність швидкості проникнення V_s дизпалива від температури крізь різні ґрунти при постійній вологості (7,5 %) та максимальному ущільненні:

- 1 – ракушняк; 2 – супісок; 3 – пісок; 4 – льосоподібний суглинок; 5 – червоно-бурий суглинок

В області низьких температур за рахунок змерзання часток ґрунту, швидкість проникнення помітно падає. За температури більшої від 0°C спостерігається систематичне збільшення швидкості міграції із зростанням температури, обумовлене, найімовірніше, зниженням в'язкості нафтопродуктів. Особливо істотний вплив цього чинника для ґрунтів, які характеризуються малими розмірами часток.

Графік залежності швидкості проникнення V_s важких нафтопродуктів від вологості ґрунту WL наведено на рис. 2.

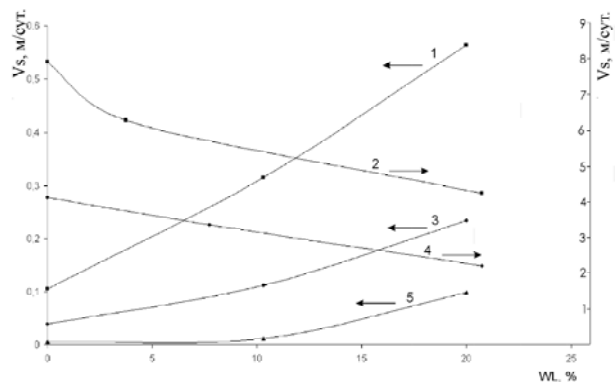


Рис. 2. Залежність швидкості проникнення дизельного палива від вологості ґрунту при температурі 20°C :

- 1 – супісок; 2 – ракушняк; 3 – льосоподібний суглинок; 4 – пісок; 5 – червоно-бурий суглинок

Цікаво, що вплив вологості ґрунту є протилежним для тонко- та грубодисперсних ґрунтів. Можливо, це пов'язано з більшою гідрофільні-

стю тонкодисперсних ґрунтів і розподілом більшої частини води в капілярах часток ґрунту.

На практиці перевезень дизпалива наземним (як залізничним, так і автомобільним) транспортом зустрічаються випадки аварій і витоків вантажу на ґрунти різного ступеню ущільнення. Аналіз впливу ступеню ущільнення ґрунту різної природи на кінетику міграції нафтопродуктів довів, що цей чинник має певний вплив. Наприклад, швидкість цього процесу для суглинків знижується в 3...4 рази, для супіску – в 2 рази, а для піску – всього на 35...30 %.

Цікавим є той факт, що, незважаючи на високу кінематичну в'язкість дизельного палива ($5,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$), окремі види ґрунтів можуть пропускати цей нафтопродукт на значні глибини, якщо не вжити своєчасних заходів щодо ліквідації наслідків аварій. Хоча в Україні потужність піщаних пластів є переважно невеликою та на певних глибинах нафтопродукти зустрічають підвищений опір проходженню в ґрунтах іншої природи, але проникаюча спроможність дизпалива є досить значною та являє собою суттєву небезпеку для навколишнього середовища. Нафтопродукти вступають у взаємодію з компонентами ґрунтового поглинаючого комплексу, внаслідок чого відбувається порушення рівноваги геохімічних процесів з одночасною фітотоксичною дією на рослинність. Дизельне паливо на тривалий період зменшує вільний простір пор ґрунту, різко знижуючи його вологоємність і водопроникність. Проте основним негативним чинником дії нафтопродуктів на ґрунт є, ймовірно, гідрофобізація ґрунтових колоїдів, що приводить до їх незворотної коагуляції. Ґрунт втрачає здатність до забезпечення коріння рослин водою, мінералами та органічними компонентами та, зрештою, до відтворення біомаси. Тобто, основну небезпеку нафтопродукти становлять для верхнього шару ґрунту і рослинності, а також для поверхневих водоймищ.

Перспективною є технологія ліквідації витоків нафтопродуктів під час перевезень, яка включає в себе наступні етапи:

1 етап – локалізація місць розливу шляхом обвалування;

2 етап – відкачування рідкої фази НП до спеціальних ємкостей безпосередньо від місця розливу за допомогою забірника з фільтруючою насадкою та насосів по трубах з гнучкими вставками. Після відстоювання та фільтрації їх можна використати для теплоенергетичних цілей, в дорожньому будівництві тощо;

3 етап – засипання місць розливу із залишками НП поглиначами чи сорбентами;

4 етап – збір поглиначів, зрізання ґрунту на визначену товщину та вивезення разом із залишками сорбенту для утилізації;

5 етап – зрізання ґрунту, який забруднений нафтопродуктами;

6 етап – відправка на утилізацію відходів поглинання нафтопродуктів.

Спектр сорбентів і капілярних поглиначів, які використовуються на 3-му етапі, може бути достатньо широким. Орієнтація в виборі поглиначів повинна бути направленою на місцеві, дешеві та легкодоступні матеріали природного походження чи на ті, що є відходами виробництва. Наприклад, в регіонах з розвинутою чорною металургією та виробництвом будівельних матеріалів рекомендується використання відвальних шлаків і відходів пінобетону, а там, де широко є представленою теплоенергетика – зола ТЕС або котельних і т.д. Можливим також є використання в якості поглиначів піску, тирси, стружок, основною характеристикою яких є їх поглинаюча спроможність, що залежить від багатьох чинників: як від властивостей самих взаємодіючих компонентів, так і від зовнішніх умов, що склалися під час протікання процесу. Кінетика процесів поглинання дизпалива різними матеріалами наведена на рис. 3 (а, б).

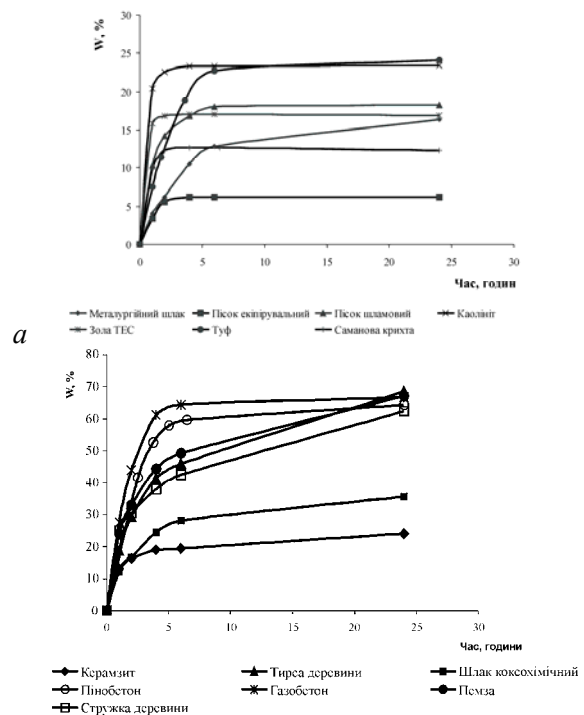


Рис. 3 (а, б). Кінетика процесів поглинання дизельного палива різними матеріалами

Насичення більшості сорбентів дизпаливом практично завершується за 5...7 годин. Найбільш важливими є чинники, які впливають на кінетику та рівновагу процесу: природа сорбенту, його гранулометричний склад і вологість, тип нафтопродукту та температура системи.

Дані щодо впливу розміру фракцій різних поглиначів на поглинаючу спроможність для дизпалива за природної вологості та кімнатній температурі наведено в табл. 2. Загальна тенденція зниження W при збільшенні розміру частинок є природним наслідком зниження поверхні контакту матеріалу з нафтопродуктом.

Таблиця 2

Вплив розмірів частинок на поглинаючу спроможність (W) матеріалів по відношенню до дизельного палива

Найменування сорбенту	Поглинаюча спроможність матеріалів, %				
	Розміри часток фракції, мм				
	0,25...0,5	0,5...2	2...5	5...7	7...10
Металургійний шлак	20,9	20,4	8,3	2,96	2,4
Коксохімічний шлак	24,2	23,8	7,7	4,85	3,26
Пісок екіпірувальний	16,1	5,9	0,85	-	-
Пісок шламовий	13,2	3,4	0,2	-	-
Тирса деревини	76,2	74,8	-	-	-
Керамзит	-	-	-	31,8	30,6
Стружка деревини	-	-	-	63,5	60,3
Саманова крихта	-	-	17,34	13,51	8,48

Дані щодо величини поглинаючої спроможності для дизпалива у разі використання різних типів поглиначів наведено в табл. 3. Вплив температури на поглинаючу спроможність зразків по відношенню до дизпалива без розділення на фракції за постійної (природної) вологості наведено на рис. 4 та 5.

Склад і характеристики відходів виробництв, які рекомендовані для використання у якості поглиначів, є досить різними та залежать від багатьох чинників. Зважаючи на це, найбільш раціональне кількісне співвідношення масових частин розлитого НП і матеріалу, що вживається як сорбент, в умовах природної вологості та за температури 20 °C наведено в табл. 4.

Вплив типу нафтопродукту на поглинаючу спроможність різних матеріалів

№ з/п	Найменування сорбенту	Величина поглинаючої спроможності W , %
1	Шлак коксохімічний	22,7 ± 1,4
2	Шлак металургійний	31,0 ± 2,2
3	Пісок шламовий	16,5 ± 1,2
4	Пісок екіпірувальний	16,2 ± 1,1
5	Каолініт	5,3 ± 0,7
6	Газобетон	23,6 ± 1,3
7	Пінобетон	63,1 ± 2,5
8	Пемза	65,2 ± 4,2
9	Керамзит	18,2 ± 0,9
10	Зола теплоелектростанцій	17,0 ± 0,9
11	Стружка деревини	58,4 ± 2,0
12	Тирса деревини	69,6 ± 3,2
13	Саманова крихта	13,2 ± 1,0

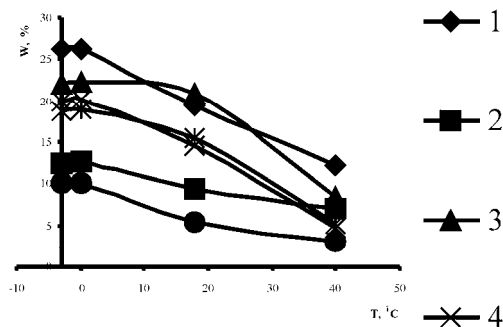


Рис. 4. Вплив температури на поглинаючу спроможність матеріалів по відношенню до дизпалива:

1 – каолініт; 2 – саманова крихта;
3 – коксухімічний шлак; 4 – металургійний шлак;
5 – пісок екіпірувальний; 6 – пісок шламовий

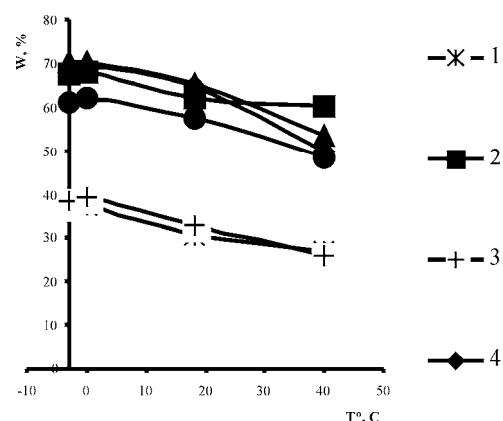


Рис. 5. Вплив температури на поглинаючу спроможність матеріалів по відношенню до дизпалива:

1 – керамзит; 2 – пінобетон; 3 – газобетон; 4 – пемза;
5 – тирса деревини; 6 – стружка деревини

Таблиця 4

Рекомендовані співвідношення масових частин НП і сорбенту для ліквідації аварійних розливів

Найменування сорбенту	Співвідношення масових частин НП до сорбенту
туф	1:4
шлак коксхімічний	1:3
шлак металургійний	1:6
пісок шламовий	1:6
пісок експірувальний	1:16
каоолініт	1:4
газобетон	1:1,5
пінобетон	1:1,5
пемза	1:1,5
керамзит	1:6
зола тепло- електростанцій	1:6
стружка деревини	1:2
тирса деревини	1:1,5
саманова крихта	1:7

Дані табл. 4 дають можливість проводити вибір сорбенту ліквідаторами аварії довільно, виходячи з наявності матеріалу, можливості його швидкої доставки, вартості тощо. Після вибору визначається необхідна витрата поглинача з достатнім ступенем точності. При цьому рекомендується під час остаточного вибору маси витрати сорбенту враховувати рівномірність його розподілу в зоні розливу нафтопродуктів.

Подавання сорбенту до зони розливу нафтопродукту можливе за допомогою:

- а) транспортерів – зручне використання, але в цьому випадку є обмеженою площа обробки;
- б) універсальних екскаваторів на гусенично-залізничному ході зі змінним обладнанням – доцільно використовувати при значній зоні аварії;
- в) гелікоптерів – доцільно використовувати у випадку значних зон забруднення із загорянням нафтопродуктів.

Є зрозумілим, що інтервал часу між моментом аварії та початком робіт з ліквідації її наслідків повинен бути якомога меншим. Це особливо актуально для легких фракцій нафтопродуктів, які мають велику швидкість міграції крізь ґрунти та розповсюдження їх по поверхні, а також негативний вплив на атмосферу в зоні вилливу.

Складними є також випадки можливого спалаху вантажу, наявності значних опадів у вигляді дощу чи інтенсивне танення снігу. Для першого різко зростає небезпечне забруднення атмосфери сажею, окисом і двоокисом вуглецю, вуглеводнями та канцерогенами, а також інтенсивніше проходить порушення біоценозів ґрунтів і збільшується швидкість міграції нафтопродуктів в них. Для інших випадків підвищується ймовірність змиву НП до розташованих поблизу водоймищ і розповсюдження на значні території.

Врахування обговорених шляхів вдосконалення технології ліквідації наслідків витоків нафтопродуктів під час перевезень сприятиме зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. В усіх випадках ліквідації наслідків аварійних ситуацій необхідно забезпечити повну відповідність дій персоналу вимогам [7].

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Правила перевезень небезпечних вантажів [Текст]. – К.: Транспорт України, 2009. – 672 с.
2. Музикіна, Г. І. Профілактичні заходи при перевезенні екологічно-небезпечних вантажів [Текст] / Г. І. Музикіна, І. Л. Журавель, В. В. Журавель // Тези доп. 65 наук.-практ. конф. «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту». – Д., 2005. – 235 с.
3. Музикіна, Г. І. Роль профілактичних заходів в забезпеченні безпеки руху при перевезенні небезпечних вантажів [Текст] / Г. І. Музикіна, І. Л. Журавель, В. В. Журавель // 36. доповідей 6 наук.-практ. конф. «Перспективи впровадження технічних засобів безпеки руху на залізницях України». – Судак, 2005. – С. 43-44.
4. Транспорт и окружающая среда [Текст] // Сб. науч. тр. межд. семинара EBRD-Haskoning. – К., 1994. – 300 с.
5. Chemical aspects of transport influence upon the environment [Text] / V. N. Plakhotnik [et al.] // 35th IUPAC Congress. – Istanbul, 1995. – 179 p.
6. Природоохранный деятельность на железнодорожном транспорте Украины: проблемы и решения [Текст] : монография / В. Н. Плахотник [и др.]. – К.: Транспорт Украины, 2001. – 244 с.
7. Зміни до Правил безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій [Текст] : Затв.: Наказ МТУ від 16.10.2000 р. № 567 і зареєстр. в Мін'юсті України 23.11.2000 р. за № 857/5078 зі змінами, внесеними МТЗУ від 25.11.2008 р. № 1431, що зареєстр. в Мін'юсті України 26.02.2009 р. за № 182/16198. – Д., 2009. – 753 с.

Надійшла до редколегії 08.02.2011.

Прийнята до друку 11.02.2011.