

# Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 504.05

М.Д. Кацман<sup>1</sup>, М.І. Адаменко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державне територіально-галузеве об'єднання «Південно-Західна залізниця», Київ

<sup>2</sup> Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ, ЩО ПЕРЕВОЗЯТЬСЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

У статті проаналізовані основні властивості та види небезпек вантажів, які перевозяться залізничним транспортом щодо їх впливу на екологічний стан довкілля.

**Ключові слова:** аварія, катастрофа, небезпечний вантаж, екологічна безпека.

### Вступ

**Актуальність теми.** Нині залізничним транспортом перевозиться велика кількість вантажів, в тому числі й небезпечних. Небезпечні вантажі дев'яти класів характеризуються великим різноманіттям хіміко-фізичних властивостей та вибухопожежних небезпек. Своєчасна і ефективна локалізація наслідків аварій та катастроф за участю небезпечних вантажів є однією з пріоритетних завдань керівництва залізничного транспорту.

**Постановка проблеми.** Проблема обумовлена тим, що зараз на залізничному транспорті України існує та ефективно діє функціональна підсистема щодо запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, до складу якої входять відбудовні й пожежні поїзди, аварійно-польові команди, колійні машинні станції та деякі інші сили і засоби постійної готовності оперативно реагувати на надзвичайні ситуації.

З метою підвищення ефективності процесів локалізації наслідків аварій і катастроф за рахунок удосконалення засобів пожежогасіння, локалізації забруднень, нейтралізації і дегазації небезпечних вантажів необхідно провести детальний аналіз впливу таких вантажів на екологічний стан довкілля.

**Попередні дослідження та вивчення літератури.** Ця проблема знайшла відображення у багатьох нормативних документах та законодавчих актах і широко обговорюється у науковій та науково-практичній літературі та пресі [1 – 4].

Отже, постає **наукова задача** щодо аналізу впливу на екологічний стан довкілля властивостей та небезпек вантажів різних класів небезпеки, що перевозяться залізничним транспортом.

### Вихідні данні, розв'язання задачі

Проведений аналіз аварійних карток дозволяє зробити висновок про те, що середня відносна кіль-

кість небезпечних вантажів різних класів небезпеки становить [4]: 1 класу небезпеки – 12,2 %; 2 класу небезпеки – 7,6 %; 3 класу небезпеки – 33,8 %; класів 4.1, 4.2 і 4.3 – 9,3 %; класів 5.1 і 5.2 – 5,3 %; класів 6.1 і 6.2 – 19,1 %, 7 класу небезпеки – 1,5%; 8 класу небезпеки – 12,1%; 9 класу – 10,1%.

До небезпечних вантажів класу 1 належать вибухові та піротехнічні речовини та вибухові вироби [5, 6]. До вибухових речовин відносяться тверді або рідкі речовини, чи суміші речовин, які здатні до хімічної реакції з виділенням газів такої температури, тиску та швидкості, що призводять до пошкодження навколишніх об'єктів. Піротехнічні речовини, які являють собою тверді чи рідкі речовини, або суміші речовин, призначені для утворення зовнішніх ефектів (теплових, світлових, звукових, димових або їхнього поєднання) у результаті екзотермічних реакцій, що самопідтримуються й протікають без детонації. Вибуховими речовинами є вироби, що містять одну чи декілька вибухових або піротехнічних речовин.

Залежно від виду небезпеки небезпечні вантажі класу 1 відносяться до одного з таких підкласів [5, 6]:

– підклас 1.1 – речовини та вироби, які характеризуються безпекою вибуху масою (32,8 % вантажів цього класу);

– підклас 1.2 – речовини та вироби, які характеризуються безпекою розкидання та суттєвого пошкодження навколишніх предметів, але не створюють небезпеки вибуху масою. Вибух окремого пакування (виробу, частини пакування) може призвести до істотного пошкодження навколишніх предметів, ініціювати вибух інших пакувань (18,4% вантажів класу 1);

– підклас 1.3 – речовини та вироби, які характеризуються безпекою загоряння та виділення значної кількості тепла під час горіння, а також незначною безпекою вибуху, або розкидання, або тим та іншим, але не характеризується безпекою вибуху масою (20,6% вантажів 1 класу небезпеки);

– підклас 1.4 – речовини та вироби, які становлять незначну небезпеку у разі їх займання або ініціювання під час транспортування. Результати дії таких вантажів виявляються, в основному, всередині пакування, або викиду осколків значних розмірів або на значну відстань не відбувається. Крім, того зовнішня пожежа не повинна бути причиною миттєвого вибуху майже усього вмісту пакування (22,4 % цього класу небезпеки);

– підклас 1.5 – речовини, які характеризуються небезпекою вибуху масою, але мають настільки низьку чутливість, що за звичайних умов транспортування існує дуже мала ймовірність їхнього ініціювання, або переходу від горіння до детонації. При чому ймовірність переходу від горіння до детонації зростає під час транспортування таких речовин у великих кількостях (4% вантажів 1 класу небезпеки);

– підклас 1.6 – вироби, які містять тільки малочутливі до детонації речовини, що не здатні до вибуху масою, та характеризуються ймовірністю випадкового ініціювання або поширення вибуху. Небезпека, яка характерна до вантажів цього підкласу, обмежується вибухом одного виробу (0,9% вантажів цього класу).

До небезпечних вантажів класу 2 належать [5, 6]:

– гази, тобто речовини чи суміші речовин, які за температури 50°C мають тиск пари вищий ніж 300 кПа або цілком газоподібні за температури 20°C і при нормальному тиску 101,3 кПа;

– вироби, які містять гази, у тому числі й аерозольні розпилювачі.

Речовини і вироби класу 2 поділяються на три підкласи:

– підклас 2.1 (займисті гази і вироби) – гази, які при температурі 20°C і при нормальному тиску 101,3 кПа є займистими у суміші з повітрям у разі їх концентрації за об'ємом не більше 13%, або які мають діапазон концентраційних меж займання у суміші з повітрям не менше 12% незалежно від значення нижньої концентраційної межі займання. Вироби, які містять за масою не менше 85% легкозаймистих компонентів та теплота їх згорання не менша 30 кДж/кг;

– підклас 2.2 (незаймисті гази і вироби) – гази, які перевозяться при температурі 20°C та тиску не нижче 280 кПа або в охолодженому скрапленому стані; гази, які є задушливими (розріджують або заміщають кисень у повітрі), або окисниками (спричиняють займання чи підтримують горіння інших матеріалів у більшій мірі, ніж повітря), або ті, які не включено і інші підкласи. Вироби, які за масою містять не більше 1% легкозаймистих компонентів та теплота їх згорання менша 20 кДж/г;

– підклас 2.3 (токсичні гази та вироби) – гази, значення середньої смертельної (летальної) концентрації  $LK_{50} \leq 5000$  частин на мільйон, а також гази, які є настільки токсичні або їдкі, що становлять не-

безпеку для здоров'я людей. Гази, які мають корозійні властивості, відносяться до цього підкласу із зазначенням для них додаткової небезпеки класу 8.

До небезпечних вантажів класу 3 відносяться [5, 6]:

– легкозаймисті рідини (ЛЗР), тобто рідини, суміші рідин, розчини чи суспензії (наприклад, фарба, аліфа, лак тощо), які мають температуру спалаху не вище 60°C у закритому тиглі або не вище 66°C у відкритому тиглі;

– рідкі десенсибілізовані вибухові речовини, тобто вибухові речовини, які для отримання їхніх вибухових властивостей розчинені у воді чи інших рідких речовинах, або речовини у вигляді суспензії;

– рідини, що надаються до перевезення за температури не нижче температури їх спалаху, а також речовини, що надаються до перевезення або перевозяться у рідкому стані за підвищеною температурою та які виділяють займисту пару за температури, яка не перевищує максимальну температуру під час перевезення.

Залежно від виду додаткової небезпеки небезпечні вантажі цього класу розподіляються на категорії: без додаткового виду небезпеки, токсичні, корозійні, токсичні та корозійні, десенсибілізовані, за підвищеної температури.

Ступінь небезпеки легкозаймистих рідин визначається за такими показниками:

– високий – при температурі початку кипіння нижче або дорівнює 35°C;

– середній – при температурі спалаху нижче 23°C та температурі кипіння вище 35°C;

– низький – при температурі спалаху від 23°C до 60°C і температурі кипіння вище 35°C.

Загальною властивістю вантажів класу 3 у разі витікання є здатність створювати над поверхнею розлитої рідини горюче середовище з пожежонебезпечною концентрацією парів при температурах навколишнього повітря вище температури спалаху. Горюча концентрація може поширюватися від місця виникнення на відстань понад 2 км, а низькі температури самозаймання парів (100 – 300°C) призводять до їх займання від нагрітих тіл і поверхонь. Насичені пари ЛЗР з підвищенням температури навколишнього середовища створюють у цистерні значний тиск, здатний призвести до її розгерметизації.

Порожні цистерни із залишками ЛЗР містять насичені пари, вибухонебезпечна концентрація яких знаходиться у температурних межах поширення полум'я. Якщо температура навколишнього середовища лежить у діапазоні температурних меж поширення полум'я, то за наявності джерела запалювання може відбутися вибух пароповітряної суміші.

До небезпечних вантажів класу 4.1 належать [5, 6]:

– легкозаймисті тверді речовини (ЛЗТ), тобто порошкоподібні, гранульовані або пастоподібні речо-

вини, що можуть легко загорятися під короточасним впливом джерела запалювання і під час горіння яких полум'я поширюється швидко, а також тверді речовини або вироби, що здатні загорятися під час тертя;

– самореактивні речовини, тобто речовини, які здатні до інтенсивного екзотермічного розкладання без доступу повітря;

– тверді десенсибілізовані вибухові речовини, тобто вибухові речовини, які для стримування їхніх вибухових властивостей змочені водою чи спиртами або розбавлені іншими речовинами та які можуть вибухати у разі недостатнього розбавлення.

Залежно від виду додаткової небезпеки небезпечні вантажі класу 4.1 належать до таких категорій: без додаткового виду небезпеки, окисники, токсичні, корозійні, десенсибілізовані, десенсибілізовані токсичні, самореактивні, самореактивні з небезпечною вибуху.

До небезпечних вантажів класу 4.2 належать [5, 6]:

– пірофорні речовини, тобто речовини, включаючи суміші та розчини, які навіть у малих кількостях займаються у разі контакту з повітрям протягом 5 хвилин;

– самонагрівні речовини, тобто речовини, включаючи суміші та розчини, або вироби, які у разі контакту з повітрям без підведення енергії ззовні здатні до самонагрівання. Ці речовини займаються тільки у великих кількостях (кілограми) і лише через тривалий час (години або дні).

До небезпечних вантажів класу 4.3 належать речовини, які, взаємодіючи з водою, можуть виділяти займисті гази, здатні утворювати з повітрям вибухові суміші. Такі суміші легко займаються від будь-яких звичайних джерел запалювання, наприклад, від відкритого вогню, іскор слюсарних інструментів та незахищених електричних ламп.

До небезпечних вантажів класу 5.1 належать [5, 6]:

– тверді або рідкі речовини (включаючи суміші та розчини), що самі по собі не обов'язково є горючі, але через виділення кисню підтримують горіння, виликають і/або сприяють горінню інших матеріалів;

– вироби, які містять такі речовини.

Твердим речовинам та рідинам призначають високий, середній або низький ступінь небезпеки.

До небезпечних вантажів класу 5.2 відносяться органічні піроксиди, тобто такі органічні речовини (тверді або рідкі), що мають двовалентну структуру –O–O– та можуть розглядатися як похідні пероксиду водню, у яких один чи обидва атоми водню заміщені органічними радикалами.

Органічні пероксиди є термічно нестабільними речовинами та за нормальної або підвищеною температури можуть піддаватися екзотермічному розкладанню, яке самоприскорюється. Крім того, вони можуть мати такі властивості, як здатність розкладатися з вибухом; здатність до швидкого горіння; чутливість до удару чи тертя; здатність небезпечно

реагувати з іншими речовинами; у разі контакту спричиняти ураження очей.

Властивостями небезпечних вантажів цих класів є здатність розкладатися при нагріванні з утворенням кисню (розкладання пероксидів може мати характер вибуху), що сприяє розвитку пожежі в умовах аварійної ситуації; утворювати з горючими речовинами суміші, які самозаймаються в момент їх утворення або займаються при наявності джерела запалювання; утворюють токсичні речовини в контакті з неорганічними речовинами.

До небезпечних вантажів класу 6.1 належать токсичні речовини, тобто речовини (включаючи суміші та розчини), які у разі потрапляння до дихальних шляхів, шлунка та/або на шкіру здатні спричинити отруєння, смерть, травму або заподіяти шкоду здоров'ю людини [5, 6].

Особливо небезпечними вантажами підкласу 6.1 є легколеткі речовини, які при аварійних ситуаціях можуть створювати небезпечні концентрації і призвести до отруєння не тільки в зоні аварійної ситуації, а й на значній відстані від неї. Більшість вантажів цього підкласу є горючими речовинами і при горінні утворюють газоподібні токсичні речовини. У разі пожежі нагрівання призводить до випаровування і розкладання негорючих і малолетких отруйних вантажів, що підвищує небезпеку отруєння.

До небезпечних вантажів класу 6.2 належать інфекційні речовини, тобто речовини, що містять патогенні організми (мікроорганізми (включаючи бактерії, віруси, рикетсії, паразити, грибки), а також інші інфекційні агенти, такі як пріони), які спричиняють захворювання людей або тварин [5, 6].

Небезпечні вантажі класу 6.2 поділяються на інфекційні речовини, небезпечні для людей; інфекційні речовини, небезпечні для тварин; відходи лікарняного походження; діагностичні зразки.

Небезпечні вантажі класу 6.2 належать до однієї з двох категорій:

– категорія А – інфекційні речовини, які у разі впливу під час перевезення здатні викликати постійну непридатність людей, утворити загрозу життю людей та тварин або призвести до захворювання;

– категорія В – інфекційні речовини, що не відповідають визначенню категорії А.

До небезпечних вантажів класу 7 належать радіоактивні матеріали, тобто будь-які матеріали, що містять радіонукліди, у яких питома активність, а також повна активність вантажу перевищує межі, встановлені нормами і правилами МАГАТЕ N TS-R-1 та пунктами 4.2-4.7 ПБПРМ (2006) [5, 6].

До небезпечних вантажів класу 8 належать корозійні або їдкі речовини, а також вироби, які їх містять, тобто речовини (включаючи суміші та розчини), які характеризуються відповідними показниками й критеріями та які у разі контакту зі шкірою та слизо-

вими оболонками викликають травми; за наявності води або вологи повітря утворюють корозійні рідини та/або пару чи аерозоль; витоків чи розсипання спричиняють пошкодження інших вантажів або транспортних засобів або навіть спричиняють їх руйнування.

Окремі вантажі цього класу є горючими речовинами, які утворюють при горінні токсичні продукти, виявляють окислювальні властивості, запалюють горючі речовини (матеріали) [5, 6].

До небезпечних вантажів класу 9 належить речовини (включаючи суміші й розчини), матеріали та вироби, які під час транспортування становлять небезпеку, не характерну іншим класам.

Небезпечні вантажі цього класу відносяться до таких категорій: речовини, дрібний пил яких у разі

вдихання може бути небезпечним для здоров'я; речовини і вироби, які у разі пожежі виділяють діоксини; речовини, що виділяють легкозаймисту пару; літєві батареї; рятувальні й транспортні засоби, що містять небезпечні вантажі у складі устаткування; речовини, які небезпечні для навколишнього та водного середовища; речовини, що надаються до перевезення з підвищеною температурою; намагнічений матеріал; інші небезпечні речовини, матеріали і вироби, яким призначено номер ООН; речовини, що становлять небезпеку у разі їх перевезення навалом морськими та річковими суднами.

Відносна кількість вантажів класів небезпеки, які створюють загрози екологічному стану довкілля при взаємодії з повітрям, подані в табл. 1.

Таблиця 1

Види екологічної небезпеки при взаємодії небезпечних вантажів з повітрям, (%)

| Класи небезпеки     | Утворює токсичний пил | Пари важчі, накопичуються в низинах | Пари утворюють вибухонебезпечні суміші | Реагують з виділенням великої кількості тепла | Самозаймаються | Над поверхнею розлитої рідини утворюється горюча концентрація парів при температурі навколишнього середовища: |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             |      | Розкладаються | Самозаймаються з утворенням вибухонебезпечних сумішей | Випромінює $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ – промені за умови руйнування пакування |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|---|----------------|---|---------------|--------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|-------------|------|---------------|---|--|
|                     |                       |                                     |  |   |                | менша – 18°C  | більша – 18°C | більше -32°C | від – 18°C до + 23°C | від -18°C до 61°C | від -13°C до +61°C | від +23°C до +61°C | при температурі спалаху і вище | вища + 18°C |      |               |   |  |
| 1                   | 4,3                   | 2,8                                 | 3,8                                    | 2,5   | 1,3            |   |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             |      |               |   | 0,3  |
| 2                   |                       | 88,5                                | 59,3                                   |   | 0,4            |   |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             |      |               |   |  |
| 3                   |                       | 99,6                                |  |   |                | 0,4   | 7,2           | 0,3          | 9,8                  | 8,4               | 2,6                | 16,1               | 35,0                           |             |      |               |   |  |
| 4.1,<br>4.2,<br>4.3 |                       | 10,8                                | 71,2                                   |   |                |   |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             | 2,4  |               |   |  |
| 5.1,<br>5.2         |                       | 4,2                                 |  |   |                |   |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             | 12,5 |               |   |  |
| 6.1,<br>6.2         |                       | 54,7                                | 17,0                                   |   | 1,0            |   | 3,7           |              |                      | 2,9               |                    |                    | 1,0                            |             |      |               |   |  |
| 8                   |                       | 69,4                                |  |   | 0,5            |   |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             |      |               |   |  |
| 9                   |                       |                                     |  |   |                |   |               |              |                      |                   |                    |                    |                                |             |      | 0,5           |   |  |

Як видно з табл. 1, найбільша кількість вантажів, пари яких здатні накопичуватися у низинах, є вантажі 3 класу небезпеки. Пари вантажів класів небезпеки 4.1, 4.2 і 4.3 найбільш спроможні до утворення вибухонебезпечних сумішей. Вантажі 1 класу небезпеки найбільш спроможні до самозаймання, а 0,3% з них – до випромінювання  $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ - променів за умови руйнування пакування.

Відносна кількість вантажів класів небезпеки, які створюють загрози екологічному стану довкілля при взаємодії з водою, подані в табл. 2.

З аналізу цієї таблиці видно, що найбільша кількість вантажів, що забруднюють водоймища, є вантажі класів небезпеки 6.1, 6.2, а також вантажі 3-го та 8-го класів небезпеки. Найбільша кількість вантажів, що утворюють токсичні гази, це вантажі класів небезпеки 6.1, 6.2, а також 5.1 та 5.2 найбільш здатні до вибуху вантажі класів 4.1, 4.2, і 4.3, а також вантажі 8 класу.

Відносна кількість вантажів основних класів небезпеки, які створюють загрозу екології довкілля при взаємодії з його об'єктами, надані у табл. 3.

Таблиця 2

Види екологічної небезпеки при взаємодії небезпечних вантажів з водою, (%)

| Класи небезпеки | Нерозчинні або не реагують | Важкі | Реагують бурхливо | Утворюють токсичні легкозаймисті гази | Вибухають | Виділяють велику кількість тепла | Забруднюють водоймища | Розкладаються | Утворюють корозійні і підтримуючі горіння гази | Утворюють горючі гази | Утворюють токсичні гази | Утворюють токсичні гази, можливий розігрів | Викликають займання горючих матеріалів | Токсичні та ідікі гази |
|-----------------|----------------------------|-------|-------------------|---------------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------------------|---------------|--|-----------------------|-------------------------|--|--|------------------------|
| 1               | 92,2                       | 11,0  | 5,3               | 0,5                                   | 0,5       | 2,5                              |                       |               |  |                       |                         |  |  |                        |
| 2               | 60,0                       |       |                   |                                       |           |                                  | 44,0                  | 1,6           | 2,5  | 0,4                   |                         |  |  |                        |
| 3               | 59,9                       | 4,9   |                   | 0,9                                   | 1,4       |                                  | 97,4                  | 4,3           |  |                       |                         |  |  |                        |
| 4.1,4.2,4.3     | 40,0                       | 19,7  | 13,6              | 1,4                                   | 20,3      |                                  | 67,1                  | 2,4           |  | 28,5                  |                         |  |  |                        |
| 5.1,5.2         | 38,1                       | 0,6   | 6,5               | 4,2                                   | 1,8       |                                  | 44,6                  |               |  |                       |                         |  |  |                        |
| 6.1,6.2         | 29,4                       | 25,5  |                   | 6,0                                   |           | 1,0                              | 100                   | 8,7           |  | 5,1                   |                         |  |  |                        |
| 8               | 88,1                       | 10,4  |                   | 0,5                                   | 8,9       |                                  | 92,7                  | 0,8           |  |                       | 56,1                    | 3,6  |  | 1,8                    |

Таблиця 3

Види екологічної небезпеки при взаємодії з об'єктами довкілля, (%)

| Класи небезпеки | Вибухають під дією інших вибухів | Чутливі до удару, тертю, дії полум'я | При взаємодії з лугами займаються | Реагують з кислотами, лугами з виділенням великої кількості тепла | При взаємодії з мастилами (нафтопродуктами) вибухають | Викликають займання горючих матеріалів | Корозійні | Корозійні та окислюючі | Взаємодія з металами при зворотній утворенні займисті (горючі) | Сильні окислювачі | Можуть вибухати при ударі і терті | Вибухають в суміші з органічними речовинами | Самозаймаються при контакті з окислювачами | Кислотами розкладаються з утворенням токсичних і займистих газів | Руйнує метали, скло, кераміку, інші матеріали | Взаємодія з металами утворює горючі гази | Взаємодія з металлами утворює токсичні гази | Вибухають в контакт з окислювачами і горючими речовинами | Тверді залишки після випаровування рідини є сильними окислювачами |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---|--|-----------|------------------------|--|-------------------|-----------------------------------|---|--|--|---|--|---|--|---|
| 1               | 4,5                              | 54,4                                 | 8,5                               | 2,5   |   |  |           |                        |  |                   |                                   |   |  |  |   |  |   |  |   |
| 2               |                                  |                                      |                                   |   | 2,5   | 2,5                                    | 11,1      | 1,2                    | 9,1  |                   |                                   |   |  |  |   |  |   |  |   |
| 3               |                                  |                                      |                                   |   |   |  | 40,6      |                        |  |                   |                                   |   |  |  |   |  |   |  |   |
| 4.1, 4.2, 4.3   |                                  |                                      |                                   |   |   |  | 9,8       |                        |  |                   |                                   |   |  |  |   |  |   |  |   |
| 5.1, 5.2        |                                  |                                      |                                   |   |   | 52,4                                   | 32,1      |                        | 99,4   | 13,0              | 1,2                               |   |  |  |   |  |   |  |   |
| 6.1, 6.2        |                                  |                                      |                                   |   |   | 1,0                                    | 40,0      |                        | 1,0  |                   |                                   | 3,7   | 3,9  |  | 0,2   |  |   |  |   |
| 8               |                                  |                                      |                                   |   | 25,5  | 96,6                                   |           |                        | 3,9  |                   | 3,6                               |   |  | 0,3  | 16,3  | 3,9                                      | 8,1   |  |   |
| 9               |                                  |                                      |                                   |   |   |  |           |                        |  |                   |                                   |   |  |  |   |  |   |  | 0,9   |

З табл. 3 видно, що велика кількість вантажів 1 класу небезпеки чутливі до удару, тертю, дії полум'я, а також вибухають під дією інших вибухів. Вони ж становлять велику небезпеку для довкілля при взаємодії з лугами та кислотами. При взаємодії з мастилами (нафтопродуктами) вибухають деякі вантажі 2 класу небезпеки. Найбільша кількість вантажів, що викликають займання горючих матеріалів, це вантажі класів 5.1, 5.2, а також 8 класу. Найбільш корозійну дію мають вантажі 3 класу, а також класів

6.1, 6.2. Найсильнішими окислювачами є вантажі класів 5.1 і 5.2.

Відносна кількість вантажів цих класів небезпеки, що створюють небезпеку екологічному довкіллю, подані у табл. 4.

З даних цієї таблиці видно, що найбільша кількість вантажів, які при нагріванні виділяють отруйні гази, є вантажі класів 5.1,5.2. Вантажі цих класів найбільш здатні до розкладання з вибухом і утворенням кисню (прискорює швидкість горіння).

Таблиця 4

Види екологічної небезпеки при нагріванні небезпечних вантажів, (%)

| Класи небезпеки | Видляють отруйні гази | Видляє займисті пари (гази) | Утворює з повітрям вибухонебезпечні суміші | Розкладаються з утворенням токсичних компонентів | Розкладаються з утворенням корозійних газів | Металеві гідриди розкладаються з утворенням горючих газів розкладаються | Ємкості (балони) вибухають | Утворюються токсичні гази (пари), аерозолі | Розкладаються з утворенням займистих газів | Розкладаються з вибухом | Розкладаються з утворенням кисню, що сприяє швидкому розвитку пожеги | Розкладання із самоприскоренням, яке може закінчитися вибухом | Займаються | У порожніх ємкостях утворюються ВНС | Становлять вибухонебезпечними | Вибухають | Самозаймаються |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|--|--|---|---|----------------------------|--|--|-------------------------|--|---|------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------|----------------|
| 1               | 0,5                   | 3,8                         | 3,8  |  |   |   |                            |  |  |                         |  |   |            |                                     |                               |           |                |
| 2               |                       |                             |  | 17,7   | 11,5  |   | 97,5                       |  |  |                         |  |   |            | 53,9                                |                               |           |                |
| 3               |                       |                             |  |  |   |   | 99,9                       |  |  |                         |  |   |            | 99,6                                |                               |           |                |
| 4.1             |                       |                             |  |  |   |   |                            |  |  |                         |  |   |            |                                     |                               |           |                |
| 4.2             |                       | 17,3                        |  |  |   | 1,7   | 55,9                       | 95,3                                       | 0,7  |                         |  |   |            | 2,4                                 |                               |           |                |
| 4.3             |                       |                             |  |  |   |   |                            |  |  |                         |  |   |            |                                     |                               |           |                |
| 5.1             | 11,3                  |                             |  |  |   |   | 33,3                       |  |  | 69,6                    | 80,1   | 12,5  |            |                                     |                               |           |                |
| 5.2             |                       |                             |  |  |   |   |                            |  |  |                         |  |   |            |                                     |                               |           |                |
| 6.1             |                       | 11,6                        |  |  |   |   | 71,7                       | 36,8                                       |  | 0,4                     | 1,0  |   | 68,8       | 15,3                                | 3,9                           |           |                |
| 6.2             |                       |                             |  |  |   |   |                            |  |  |                         |  |   |            |                                     |                               |           |                |
| 8               |                       |                             | 56,4                                       |  |   |   | 81,6                       |  |  | 0,3                     | 0,5  |   |            | 8,3                                 |                               | 8,1       |                |
| 9               | 75,0                  |                             | 21,9                                       |  |   |   | 68,0                       |  |  |                         |  |   |            |                                     |                               |           | 6,6            |

Найбільшою кількістю вантажів, яка утворює займисті й токсичні гази (пари), аерозолі, є вантажі класів 4.1, 4.2 і 4.3. Найбільша кількість вантажів, здатних утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, є вантажі 8 класу небезпеки. При нагріванні найбільша кількість ємкостей (балонів), що здатні

вибухати, належать вантажам 3 класу, у найбільшій кількості порожніх ємкостях цього класу утворюються вибухонебезпечні суміші.

Відносна кількість вантажів таких класів небезпеки, що створюють екологічну небезпеку доволі, надані у табл. 5.

Таблиця 5

Види екологічної небезпеки при горінні небезпечних вантажів, (%)

| Класи небезпеки | Горять без доступу повітря | Видляють велику кількість тепла | Переходять у вибух | Утворюють радіоактивні аерозолі | Видляють велику кількість тепла з незвичайним ефектом вибуху | Самозаймаються після гасіння | Підтримують горіння | Займаються від відкритого полум'я та іскор | Утворюють токсичні гази і аерозолі | Займаються від тертя | Швидко горять із спалахом | При detonationі можливе розкладання з вибухом | Утворюють токсичний газ і дим | Утворюють токсичні гази і аерозолі |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------|--|------------------------------------|----------------------|---------------------------|---|-------------------------------|------------------------------------|
| 1               | 2                          | 3                               | 4                  | 5                               | 6  | 7                            | 8                   | 9  | 10                                 | 11                   | 12                        | 13  | 14                            | 15                                 |
| 1               | 66,7                       | 7,0                             | 11,8               | 0,3                             | 1,0  | 0,5                          |                     |  |                                    |                      |                           |   |                               |                                    |
| 2               |                            |                                 |                    |                                 |  |                              | 2,9                 | 66,7                                       | 20,6                               |                      |                           |   |                               |                                    |
| 3               |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     | 100  | 53,7                               |                      |                           |   |                               |                                    |
| 4.1             |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     |  |                                    |                      |                           |   |                               |                                    |
| 4.2             |                            |                                 |                    |                                 |  | 24,7                         |                     | 78,3                                       |                                    | 0,3                  | 9,2                       |   |                               |                                    |
| 4.3             |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     |  |                                    |                      |                           |   |                               |                                    |
| 5.1             |                            |                                 | 12,5               |                                 |  |                              |                     | 12,5                                       | 69,0                               |                      |                           | 69,6  |                               |                                    |
| 5.2             |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     |  |                                    |                      |                           |   |                               |                                    |
| 6.1             |                            |                                 |                    |                                 |  | 3,7                          |                     |  |                                    |                      |                           |   | 36,9                          | 35,0                               |
| 6.2             |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     |  |                                    |                      |                           |   |                               |                                    |
| 8               |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     | 57,9                                       |                                    |                      |                           | 0,3   |                               | 46,2                               |
| 9               |                            |                                 |                    |                                 |  |                              |                     | 21,9                                       |                                    |                      |                           |   | 21,9                          |                                    |

3 табл. 5 видно, що найбільша кількість вантажів, у яких горіння переходить у вибух, є вантажі класів 5.1 і 5.2. Вантажі цих класів найбільше з інших здатні утворювати токсичні гази і аерозолі, а також при детонації спроможні вибухати. Найбільша кількість вантажів, яка спроможна займатися від іскор і відкритого полум'я, є вантажі 3 класу. Вантажі класів

4.1, 4.2 і 4.3 найбільш за інші здатні самозайматися після гасіння. Найбільша кількість вантажів, що утворюють токсичні гази і дим є вантажі класів 6.1 і 6.2, а токсичні гази і аерозолі – вантажі 8 класу.

Відносна кількість вантажів цих класів небезпеки, які значно погіршують екологічний стан довкілля, подані у табл. 6.

Таблиця 6

Види екологічної небезпеки під час вибуху небезпечних вантажів, (%)

| Клас небезпеки | Вибухають ма-сою | Небезпечна зона, м |     |      |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      | Утворюють токсичні аерозолі | Утворюють токсичні гази |
|----------------|------------------|--------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----------------------------|-------------------------|
|                |                  | 50                 | 100 | 150  | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 1000 | 1300 | 2000 | 2600 | 3000 |                             |                         |
| 1              | 32,8             | 14,5               | 7,8 | 12,0 | 7,3 | 6,0 | 2,0 | 3,5 | 1,3 | 1,0 | 5,5 | 32,3 | 0,8  | 0,3  | 0,5  | 0,3  | 0,3                         |                         |
| 5.1<br>5.2     |                  |                    |     |      |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |                             | 0,6                     |

### Висновки

У статті на основі аналізу аварійних карток розглянуті основні властивості і небезпеки 8-и класів небезпечних вантажів щодо їх взаємодії з повітрям, водою, лугами і кислотами, а також чутливість до сторонніх впливів. Розглянуті особливості поведіння цих вантажів при нагріванні, горінні та вибуху.

### Список літератури

1. Зубко А.П. Техногенна безпека залізниць України: Нормативно-правові документи / А.П. Зубко, О.Й. Соколов, Ю.Ф. Потетюєв, Д.В. Зеркалов; за ред. Д.В. Зеркалова. – К.: Науковий світ, 2000. – 294 с.
2. Положення про функціональну підсистему «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті Міністерства транспорту та зв'язку України щодо запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру. – К.: Укрзалізниця, 2009. – 206 с.

3. Нормативні акти з безпеки руху поїздів. – К.: Головне управління безпеки руху та екології Укрзалізниці, 2004. – 223 с.

4. Кацман М.Д. Ликвідація пожеж на залізничному транспорті: посібник / М.Д. Кацман, Г.Б. Кононов, І.В. Діденко, Н.В. Огороднійчук, за ред. Д.В. Зеркалова. – К.: Основа, 2006. – 215 с.

5. Зміни до правил безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій. – К.: Укрзалізниця, 2009. – 753 с.

6. Правила перевезення небезпечних вантажів. – К.: Укрзалізниця, 2009. – 672 с.

Надійшла до редколегії 23.05.2012

Рецензент: д-р військ. наук, проф. І.О. Кириченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ, КОТОРЫЕ ПЕРЕВОЗЯТСЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

М.Д. Кацман, Н.И. Адаменко

В статье проанализированы основные свойства и виды опасности грузов, перевозимых железнодорожным транспортом по их воздействию на экологическую безопасность окружающей среды.

**Ключевые слова:** авария, катастрофа, опасный груз, экологическая опасность.

### ANALYSIS OF INFLUENCE ON THE ECOLOGICAL STATE OF ENVIRONMENT OF BASIC PROPERTIES OF DANGEROUS LOADS WHICH ARE TRANSPORTED RAILWAY TRANSPORT

M.D. Kasman, N.I. Adamenko

The article analyzes the main properties and hazards of the goods transported by rail according to their impact on the environment and ecological safety.

**Keywords:** accident, catastrophe, dangerous cargo, the environmental danger.