

Оцінювання потенційного токсичного ефекту викидів вуглеводнів із резервуара типової АЗС для міського населення

© **А.К. Антропченко**
М.М. Радомська
 канд. техн. наук
Л.М. Черняк
 канд. техн. наук
larikch@bigmir.net
С.В. Бойченко
 д-р техн. наук
 НАУ

УДК 620.9:657.6(045)

У статті наведено розрахунки неонкологічного ризику для здоров'я населення від впливу парів нафтопродуктів, які утворюються унаслідок експлуатації паливних резервуарів на автозаправних станціях. У графічній формі представлено результати розрахунків та прогнозований час настання негативних змін у організмі людини, які перебувають у зоні впливу.

Ключові слова: автозаправна станція, нафтопродукти, неонкологічні ризики для здоров'я.

В статті приведені расчеты неонкологического риска для здоровья населения от воздействия паров нефтепродуктов, которые образуются в результате эксплуатации топливных резервуаров на автозаправочных станциях. В графической форме представлены результаты расчетов и прогнозируемое время наступления негативных изменений в организме человека, которые пребывают в зоне влияния.

Ключевые слова: автозаправочная станция, нефтепродукты, неонкологические риски для здоровья.

The paper presents calculations of non-carcinogenic health risk for population from petrochemicals vapors created as a result of using fuel tanks at filling station. We have presented the calculation results in graphical form and predicted time of adverse health changes in a body of humans being in the exposed area.

Key words: filling station, petrochemicals, non-carcinogenic health risk.

Останнім часом помітне зростання потоку автомобільного транспорту на дорогах, а тому техногенне навантаження на навколишнє природне середовище збільшується. Негативний вплив на довкілля пов'язаний не лише з потоками автотранспорту, а й із закладами їх обслуговування. Адже потреба у пальному, а відповідно, і більшій кількості автозаправних станцій зростає. Мережа автозаправних станцій істотно впливає на формування забруднення навколишнього середовища у містах і на процеси зміни клімату.

Зважаючи на значну поширеність джерел вуглеводневого забруднення навколишнього середовища, вважаємо натеper проблему впливу нафтопродуктів на організм людини актуальною. Оскільки діяльність АЗС може становити серйозний ризик для здоров'я людей, необхідно його оцінити та визначити можливі засоби запобігання негативним наслідкам впливу таких техногенних об'єктів. Використання процедури оцінки ризику дає ряд переваг під час розробки оздоровчих заходів порівняно з традиційними методами регулювання, що базуються на зіставленні рівнів фактичного забруднення з їх нормативними величинами.

Застосування цієї методології, що включає два основних взаємопов'язаних елементи – оцінку ризику та управління ризиком, дає можливість у рамках єдиного процесу прийняти рішення щодо отримання кількісних характеристик потенційної загрози здоров'ю від впливу шкідливих факторів роботи АЗС та визначення необхідних витрат на запобігання їм та пом'якшення наслідків.

Мета дослідження – оцінка неонкологічного ризику для здоров'я населення та визначення часу, за який відбуватимуться негативні зміни в організмі людини під впливом нафтопродуктів, що надходять у навколишнє середовище з резервуара типової автозаправної станції.

Аналіз нормативної бази, яка регулює будівництво і діяльність АЗС в Україні, дає змогу зробити висновок про недостатній рівень нормативного забезпечення роботи автозаправних об'єктів. Передусім це стосується деталізації вимог до безпечної діяльності АЗС: через їх зведення в одному стислому документі (ДСанПіН 2.2.2-2004) не можна враховувати всі аспекти виробничих процесів АЗС, особливо екологічної безпеки. Особливості токсичного впливу нафтопродуктів, зокрема бензину, на людину у літературі проаналізовані мало. Зважаючи на леткість бензинів, основним шляхом проникнення в організм, звичайно, є інгаляційний, а також через шкіру. Шкіра не запобігає проникненню аліфатичних вуглеводнів із кількістю вуглецю в ланцюгу до 20, але ароматичні сполуки, наявні в бензині, унаслідок більшої компактності проникають через шкіру дуже швидко.

Під час інгаляційного надходження бензину концентрацією 1,35–3,15 г/м³ протягом 10 хв не виникає негативних наслідків, 4,5–9 г/м³ протягом 30 хв виникає різь в очах і подразнення слизових оболонок, 12,6–31,5 г/м³ – запаморочення, втрата свідомості, утруднення дихання. Концентрація понад 45 г/м³ вважається смертельною для людини. Постійна робота в

приміщеннях з концентрацією бензину у повітрі 250–300 мг/м³ призводить до порушення репродуктивних функцій – гіпофункції яєчників, кровотеч, погіршення лактації у жінок, а також впливає на систему травлення, особливо на печінку і підшлункову. Порогом відчуття запаху бензину є 40 мг/м³ [1–4].

Наслідки отруєння можуть бути важкими, якщо вміст бензолу підвищений; він має гемопатогенний вплив, спричиняє наркотичне сп'яніння, вражає зір, викликає судоми і призводить до летальних наслідків за значно нижчих концентрацій, ніж бензин. Октан спричиняє глибокий наркоз, вуглеводні ряду C₅-C₇ мають наркотичну дію і паралізують діяльність ЦНС і дихальної системи. Гексан вважається отруйною речовиною нервово-паралітичної дії: викликає стан сп'яніння, головний біль, порушення зору і координацію рухів, паралізує рухову, нервову і дихальну системи. Для цих складових бензину коефіцієнт запасу між наркозом і повною зупинкою дихання дуже невеликий, що робить їх особливо небезпечними [3, 4].

Щодо канцерогенної дії бензину, то вона також залежить від вмісту ароматичних сполук, переважна більшість яких належить до цієї групи. Мутагенних та тератогенних реакцій, згідно з проведеними дослідженнями, бензин не викликає [2]. Шкірні реакції на бензин пов'язані із знежиренням і включають сухість, подразнення, дерматит, екзему і навіть хімічні опіки у людей, які працюють у постійному контакті з бензином [1].

Неонкологічні ризики стосуються системних порушень стану здоров'я, які не належать до ракових захворювань. Інтенсивність таких патологічних наслідків, що викликані дією певної речовини, можна охарактеризувати за допомогою бальної оцінки. Бали можна призначати на основі експертного рішення про ранжування тяжкості завданої шкоди або використати вже існуючі схеми, наприклад, рекомендації Агентства охорони навколишнього середовища США [6]. Наявні дані про токсикологічну характеристику нафтопродуктів укладено у профільну таблицю з відповідними оцінками у балах від 1 до 7 у напрямку зростання важкості (табл. 1).

Таблиця 1

Ранжування інтенсивності неканцерогенних наслідків для здоров'я

Конкретні наслідки	Бал	Конкретні наслідки	Бал
Серцевий напад	7	Гематопатогенні ефекти	5
Підвищення кров'яного тиску	4	Дисфункція підшлункової залози	4
Фетотоксичність	6	Дисфункція печінки	4
Погіршення лактації	3	Гепатит	5
Низька вага новонароджених	4	Збільшення/зменшення ваги	3
Гіпергенез лімфатичних клітин	4	Некроз печінки	6
Алергічні реакції	3	Судоми	6
Дисфункція нирок	3	Зниження чутливості рогівки ока	2
Атрофія нирок	4	Порушення функцій сітківки	4
Некроз нирок	6	Погіршення зору	3
Емфізема	6	Порушення координації	5
Подразнення слизової носа	2	Тремтіння	4
Подразнення легень	3	Невропатія	6
Бронхіт	4	Зниження сенсорного сприйняття	3
Легеневі порушення	4	Дратівливість, нудота, втрата апетиту	3
Пневмонія	5	Гіпотрофія яєчок	4
Набряк легень	6	Порушення репродуктивної функції	4-6
Легенева гіперемія	3	Утруднення перебігу вагітності	5
Легенева кровотеча	4	Подразнення очей	2
Зміни у структурі легень	5	Подразнення шкіри	2
Посилення астми	4	Дерматит	3
Часті респіраторні захворювання	4	Екзема	4
Бронхоспазм	4	Гастроентерологічні захворювання	4
Зменшення середнього об'єму легень	3	Симптоматичні наслідки (головні болі)	3

Оскільки спектр патогенних впливів та спричинених ним наслідків є дуже широким, під час аналізу неканцерогенних ризиків важливими є кілька аспектів: важкість наслідків для стану здоров'я; кількість людей, що потрапляють під вплив негативних факторів; час настання токсичного ефекту.

Методика оцінки неонкологічного ризику поєднує кількісні та якісні методи: математичні розрахунки та експертні відносні оцінки.

Так, індивідуальний неонкологічний ризик $R_{нк}^i$ визначають із співвідношення отриманої (ОД) та допустимої (ДД) доз:

$$R_{нк}^i = \frac{ОД}{ДД} \cdot k_b, \quad (1)$$

де k_b – коефіцієнт, який набуває значень 2,4; 1,3; 1; 0,86 відповідно для речовин 1; 2; 3; 4 класу небезпеки; за фактичної концентрації менше від гранично допустимої концентрації, незалежно від класу небезпеки, $k_b = 1$.

Отримані рівні індивідуального ризику оцінюють за шкалою, представленою у табл. 2 [6].

Таблиця 2

Шкала оцінки неканцерогенної небезпеки

Рівень небезпеки	Індивідуальний ризик
Мінімальний	<0,1
Допустимий	0,1–1,0
Помірний	1–5
Високий	5–10
Дуже високий	>10

Для вирішення поставленого завдання було досліджено 5 резервуарів різних об'ємів: 15, 20, 30, 40 і 50 м³ у зимовий період при температурі мінус 25 °С, у весняно-осінній період за температури + 5 °С та у літній за температури +30 °С.

Розрахункову концентрацію випарів бензину у навколишньому середовищі представлено у табл. 3.

Таблиця 3

Концентрація парів бензину у повітрі у різні періоди

Концентрація у повітрі, мг/м ³					
Об'єм резервуара, м ³	15	20	30	40	50
Літо (+30 °С)	4363,11	4446,76	4474,62	4484,99	4609,70
Весна–Осінь (+5 °С)	4071,87	3857,87	3486,28	3228,72	2962,75
Зима (–25 °С)	1221,77	1252,16	1063,45	865,78	768,95

У літній період спостерігається зростання концентрації випарів бензину у повітрі залежно від об'єму резервуара. У зимовий та весняно-осінній періоди спостерігається зменшення концентрації випарів бензину у повітрі зі збільшенням об'єму резервуара. Така тенденція формується у ці періоди, оскільки більший об'єм резервуара означає більший радіус загазованості і відповідно більший об'єм повітря, в якому розсіюються випари бензину, а концентрація стає нижчою.

На основі отриманих значень рівнів забруднення атмосферного повітря на території АЗС розраховано рівні індивідуального ризику працівників підприємства (табл. 4).

Таблиця 4

Індивідуальний неонкологічний ризик впливу парів пального на здоров'я однієї особи

Об'єм резервуара, м ³	15	20	30	40	50
Літо (+30 °С)	8,51	9,54	10,96	11,90	13,37
Весна-Осінь (+5 °С)	3,50	3,65	3,77	3,84	3,79
Зима (-25 °С)	0,62	0,70	0,68	0,61	0,58

Аналіз даних про ризики показує, що рівень небезпеки випаровування бензину лежить у межах від допустимого до дуже високого. Зокрема, влітку неканцерогенний індивідуальний ризик буде більший, ніж взимку. Влітку від резервуарів із об'ємом 30–50 м³ індивідуальний ризик для населення, за розрахунками, буде найбільший – дуже високий, а від резервуарів з об'ємом 15, 20 м³ – високий (рис. 1).

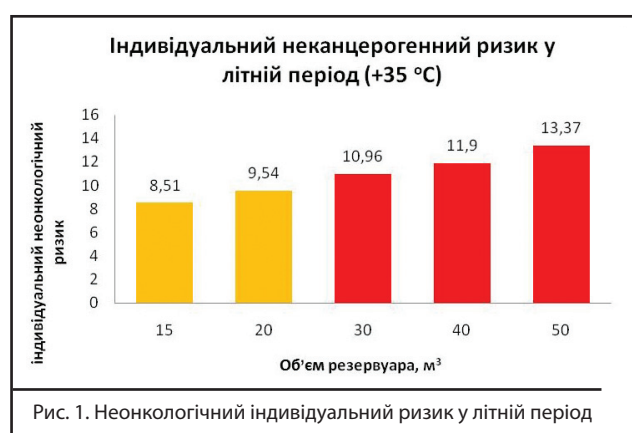


Рис. 1. Неонкологічний індивідуальний ризик у літній період

У весняно-осінній період індивідуальний неонкологічний ризик є помірним, спостерігається тенденція до збільшення ризику зі збільшенням об'єму резервуара (рис. 2).

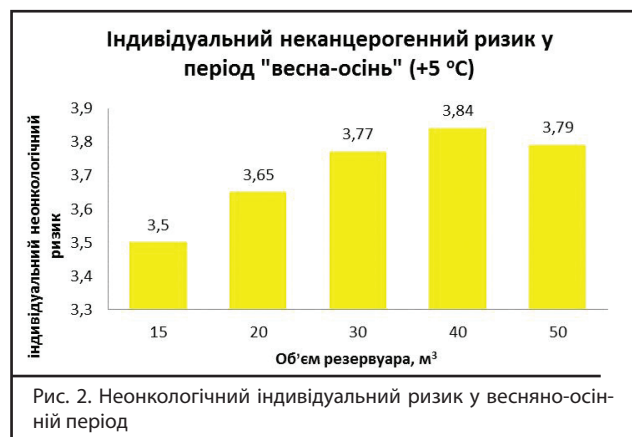


Рис. 2. Неонкологічний індивідуальний ризик у весняно-осінній період

У зимовий період індивідуальний неонкологічний ризик буде найнижчим, оскільки рівень небезпеки, що формується за цих умов, є допустимим (рис. 3).

Завершальним етапом оцінки неонкологічного ризику є розрахунок часу настання потенційного токсичного ефекту в організмі людини.

Час настання потенційного токсичного ефекту (ТЕ) можна визначити розрахунковим методом, ґрунтуючись на припущенні про наявність логарифмічної

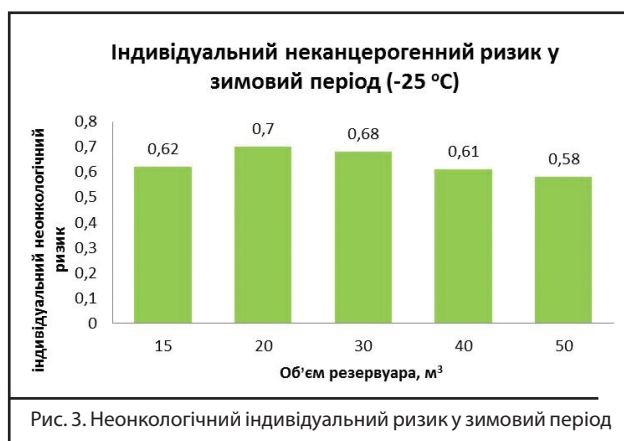


Рис. 3. Неонкологічний індивідуальний ризик у зимовий період

залежності між надходженням в організм токсину та його реакцією [5]:

$$\lg(TE) = \lg(NE) - \lg\left(\frac{OD}{DD}\right), \quad (2)$$

де NE – час гарантованої відсутності ефектів (25 років, виходячи з визначення допустимих концентрацій, прийнятого в Україні).

На рис. 4 представлено період часу, після якого існує найбільша ймовірність прояву негативних змін у

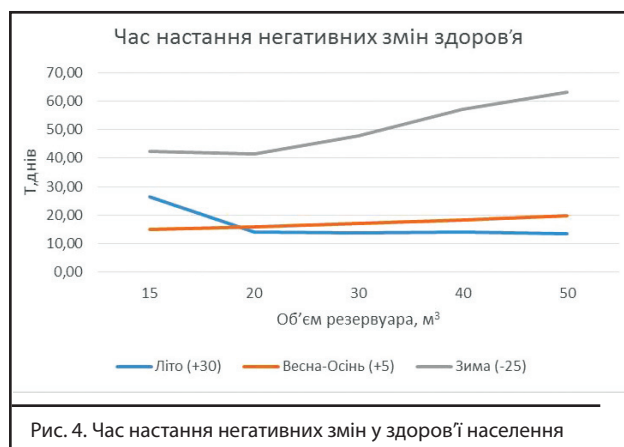


Рис. 4. Час настання негативних змін у здоров'ї населення

здоров'я людей унаслідок інгаляційного надходження нафтопродуктів.

Звичайно, розрахункове значення часу настання токсичного ефекту є дуже приблизним, оскільки в кожному окремому випадку залежить від багатьох факторів: стану здоров'я, віку, способу життя та інших особливостей реципієнтів.

Невідповідне проектування і будівництво комунікаційних систем, недосконалі ізоляція резервуарів, аварійні ситуації, порушення правил виконання технологічних процесів призводять до потрапляння в навколишнє середовище токсичних речовин, небезпечних для працівників АЗС та жителів прилеглих територій.

Висновок

Отримані результати оцінки неонкологічного ризику показують, що рівень небезпеки випаровування бензину змінюється від допустимого до дуже високого. Зокрема, влітку неканцерогенний індивідуальний ризик буде вищим, ніж взимку.

Улітку у резервуарах об'ємом 30–50 м³, за розрахунками, індивідуальний ризик для населення буде найбільшим – дуже високим, у резервуарах об'ємом 15, 20 м³ ризик буде високим. Такий результат пояснюється зростанням інтенсивності випаровування нафтопродуктів зі збільшенням температу-

ри. У весняний та осінній періоди індивідуальний неонкологічний ризик є помірним, спостерігається тенденція до посилення ризику зі збільшенням об'єму резервуара. У зимовий період індивідуальний неонкологічний ризик буде найнижчим, тобто допустимим.

Список використаних джерел

1. **Некоторые** нефтепродукты. Токсикологическая характеристика: Официальное совместное издание ООН, ВООЗ и МОТ. – М.: Мир, 1986. – 154 с.
2. **Risher J.F.** Toxicological profiles for fuel oils / J.F. Risher, S.W. Rhodes. – Washington: US Department of Health and Human Services, 1995. – 168 pp.
3. **Ritchie G.D.** A review of the neurotoxicity risk of selected hydrocarbon fuels / G.D. Ritchie, K.R. Still // Toxicology and Environmental Health. – 2001. – № 4. – P. 223–312.
4. **Афанасьев Р.В.** Эколого-гигиеническая и токсикологическая оценка продуктов сгорания керосинов и сжиженного природного газа / Р. В. Афанасьев, Г.И. Березин, В.В. Разносчиков // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2006. – № 2. – С. 50–52.
5. **A Guidebook** to Risk Comparison and Setting Environmental Priorities. – Washington : U.S. Environmental Protection Agency, 1993. – 234 pp.
6. **Большаков А.М.** Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.

Сертифікати на системи менеджменту

У березні 2016 р. ПАТ «Укртрансгаз» вручено представником міжнародного сертифікаційного органу «TUV SUD Management Service GmbH» сертифікати міжнародного зразка на:

- систему менеджменту якості (сертифікат № 12 100 51737 TMS);
- систему менеджменту охорони навколишнього середовища (сертифікат № 12 104 51737 TMS);
- систему менеджменту охорони професійного здоров'я та безпеки праці (сертифікат № 116 51737 TMS);
- систему енергетичного менеджменту (сертифікат 12 340 51737 TMS).

Нове морське газове родовище Румунії

У Чорному морі на континентальному шельфі Румунії, на віддалі 170 км від берега, компанією Lukoil відкрито нове газове родовище. Розвідувальна свердловина Lira-IX, пробурена з напівануреної бурової установки на глибину 2700 м (глибина моря 700 м), відкрила газонасичені поклади завтовшки 46 м. Як показали сейсмічні дослідження, газове родовище може мати площу 39 км². У 2016 р. планується пробурити другу розвідувальну свердловину і провести додаткові сейсмічні дослідження. Відповідно до концесійної угоди з Румунією партнерами компанії Lukoil Overseas Atash BV, якій належить 72 % акцій, є PanAtlantic Petroleum Ltd. (18 % акцій) та Societatea Nationale de Gaze Naturale Romgaz SA (10 % акцій).

За матеріалами <http://ogj.com/articles/2015/lukoil-makes-natural-gas-discovery-in-offshore-...>

Балтійський газовий інтерконектор

Естонія і Фінляндія 14.10. 2015 р. звернулися до Євросоюзу щодо фінансування будівництва газопроводу Балтикконектор, який з'єднає ці дві країни. Для реалізації фінського відрізка трубопроводу у Фінляндії створена державна компанія Baltik connector, за естонський відрізок відповідатиме компанія Elering Gaas. Проект не може бути реалізований без істотної фінансової підтримки Євросоюзу, оскільки за програмою EU Connecting Europe Facility передбачається 75 % інвестиційної підтримки. Балтикконектор дасть можливість з'єднати газові мережі та інтегрувати газові ринки Балтійських країн і Фінляндії в спільний енергетичний ринок Європейського Союзу. Крім того, будівництво газової інфраструктури в інших балтійських країнах робить можливим два різні шляхи передачі газу між Естонією і Латвією, що разом з Балтикконектором забезпечить Фінляндії та Естонії можливість використовувати підземне сховище газу, розташоване в Латвії. Очікується, що рішення щодо фінансування інтерконектора буде ухвалене на початку 2016 р.

За матеріалами <http://www.lngworldnews.com/finland-estonia-apply-for-eu-funds-for-balticconnector...>