

УДК 665

ОЦІНКА НЕОНКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВИКИДІВ ВУГЛЕВОДНІВ З РЕЗЕРВУАРУ ТИПОВОЇ АЗС

С. В. Бойченко, д-р техн. наук., проф.; *М. М. Радомська*, канд. тех. наук, доц.;
Л. М. Черняк, канд. тех. наук, доц.; *А. К. Антропченко*

Національний авіаційний університет

larikch@bigmir.net

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

Ключові слова: резервуар, неонкологічний ризик, автозаправна станція, викиди вуглеводнів.

The paper presents calculations of non-carcinogenic populational risk from exposure to petrochemicals vapors, resulted from operation of fuel tanks at gasoline stations. The calculation results and predicted time of adverse health changes display for the population in the exposure area.

Keywords: neontology risk, gas station, hydrocarbon emissions.

Вступ

Останніми роками відбувається постійне зростання потоку автомобільного транспорту на автошляхах, а тому збільшується техногенне навантаження на навколишнє середовище. Негативний вплив на довкілля пов'язаний не лише з потоком автомобільного транспорту, але і з їх обслуговуванням. З кожним роком міру збільшення транспортного парку зростає й потреба у паливі.

У зв'язку з цим збільшується й кількість автозаправних станцій, їх, у результаті зростання попиту та конкуренції, з кожним роком стає все більше. Це призводить до збільшення техногенного навантаження та впливів на навколишнє середовище. Мережа автозаправних станцій робить свій внесок у формування міського забруднення і процеси зміни клімату.

Актуальність

Зважаючи на широке поширення джерел вуглеводневого забруднення навколишнього середовища, проблема впливу нафтопродуктів на організм людини є сьогодні надзвичайно актуальною.

Таким чином, оскільки діяльність АЗС становить серйозний ризик для здоров'я людей, необхідно оцінити його та визначити можливі засоби запобігання негативним наслідкам впливу даних техногенних об'єктів.

Використання процедури оцінки ризику дає ряд переваг при розробленні оздоровчих заходів, порівняно з традиційними методами регулювання, заснованими на зіставленні рівнів фактичного забруднення з їх нормативними величинами. Застосування даної методології, що містить два основних взаємопов'язаних елементи — оцінювання ризику та управління ризиком, — дає

можливість у рамках єдиного процесу прийняття рішення отримати кількісні характеристики потенційної загрози здоров'ю населення від впливу шкідливих чинників роботи АЗС та необхідні витрати на їх запобігання та пом'якшення.

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 резервуару типової автозаправної станції.

Аналіз попередніх досліджень

Аналіз нормативної бази, спрямованої на регулювання будівництва і діяльності 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 це стосується екологічної безпеки.

Особливості токсичного впливу нафтопродуктів, у першу чергу, бензину, на людину включають аспекти, які в літературі проаналізовані мало. Зважаючи на леткість бензинів, основним шляхом, звичайно, є інгаляційний, а також проникнення через шкіру. В останньому випадку шкіра не запобігає проникненню аліфатичних вуглеводнів з кількістю вуглецю в ланцюгу до 20, але ароматичні сполуки, наявні в бензині, внаслідок більшої компактності проникають через шкіру дуже швидко.

За інгаляційного надходження концентрації 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 оболо-

нок, 12,6–31,5 г/м³ — запаморочення, втрата свідомості, утруднення дихання. Концентрація більше 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 і важчими при підвищеному вмісті бензолу, який має гемопатогенний вплив, викликає наркотичне сп'яніння, вражає зір, викликає судоми і призводить до летальних наслідків при значно нижчих концентраціях, ніж бензин. Октан викликає глибокий наркоз, вуглеводні ряду С₅—С₇ викликають наркотичну дію і паралізують діяльність ЦНС і дихальної системи. Гексан, взагалі, вважається отруйною речовиною нейропаралітичної дії: викликає стан сп'яніння, головний біль, порушення зору і координації рухів, паралізує рухову, нервову і дихальну систему. Для цих складових бензину коефіцієнт запасу між наркозом і повною зупинкою дихання дуже невеликий, що робить їх особливо небезпечними [3, 4].

Що стосується канцерогенної дії бензину, то вона також залежить від вмісту ароматичних сполук, переважна більшість яких належить до цієї групи. Мутагенних та тератогенних реакцій згідно проведених досліджень 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 в постійному контакті з бензином [1].

Методика проведення і результати досліджень

Неонкологічні ризики стосуються системних порушень стану здоров'я, які не належать до ракових захворювань.

Оскільки спектр патогенних впливів та спричинених ним наслідків є дуже широким, при аналізі 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 $RI_{нк}^i$ визначається зі співвідношення отриманої ОД та допустимої дози ДД:

$$RI_{нк}^i = \frac{ОД}{ДД} k_b,$$

де k_b — коефіцієнт, який приймає значення 2,4; 1,3; 1; 0,86 відповідно для речовин 1; 2; 3; 4 класу небезпеки; при фактичній концентрації менше ГДК незалежно від класу небезпеки $k_b = 1$.

Отримані рівні індивідуального ризику оцінюються за шкалою представленою у табл. 1 [5].

Для вирішення поставленої мети було досліджено 5 резервуарів різних об'ємів: 15, 20, 30, 40 і 50 м³ у зимовий період при температурі мінус 25°C, у весняно-осінній період за температури +5°C та у літній за температури +30°C. Розрахункова концентрація випарів бензину у навколишньому середовищі представлена у табл. 2.

Таблиця 1

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

Таблиця 2

Концентрація парів бензину у повітрі за різні періоди

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

У літній період спостерігається тенденція до зростання концентрація випарів бензину у повітрі залежно від об'єму резервуару.

У зимовий та весняно-осінній періоди спостерігається тенденція до зменшення концентрації випарів бензину у повітрі зі збільшенням об'єму резервуара.

Така тенденція у ці періоди відбувається тому, що 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 території АЗС, розраховані рівні індивідуального ризику для працівників підприємства (табл. 3).

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 узимку.

Влітку від резервуарів з об'ємом 30–50 м³ за розрахунками індивідуальний ризик для населення буде найбільший — дуже високий, а від резервуарів з об'ємом 15, 20 м³ — високий (рис. 1).

У період весняно-осінній індивідуальний неонкологічний ризик є помірним, спостерігається тенденція до збільшення ризику зі збільшенням об'єму резервуара. (рис. 2). У зимовий період індивідуальний неонкологічний ризик буде найнижчим, оскільки рівень небезпеки, що формується за цих умов, є допустимим (рис. 3).

Таблиця 3

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

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

Індивідуальний неканцерогенний ризик у літній період (+35 °С)

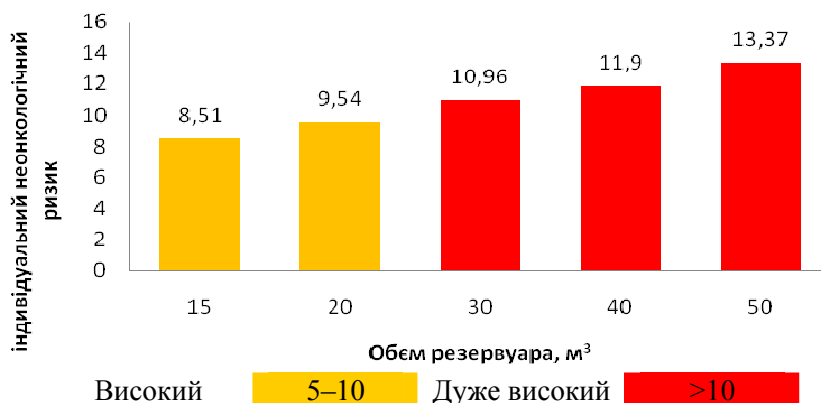


Рис. 1. Неонкологічний індивідуальний ризик у літній період

Індивідуальний неканцерогенний ризик у період "весна-осінь" (+5 °С)

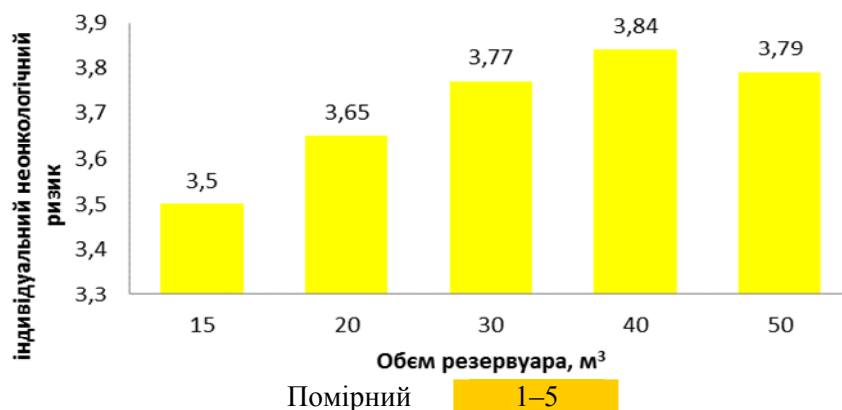


Рис. 2. Неонкологічний індивідуальний ризик у весняно-осінній період

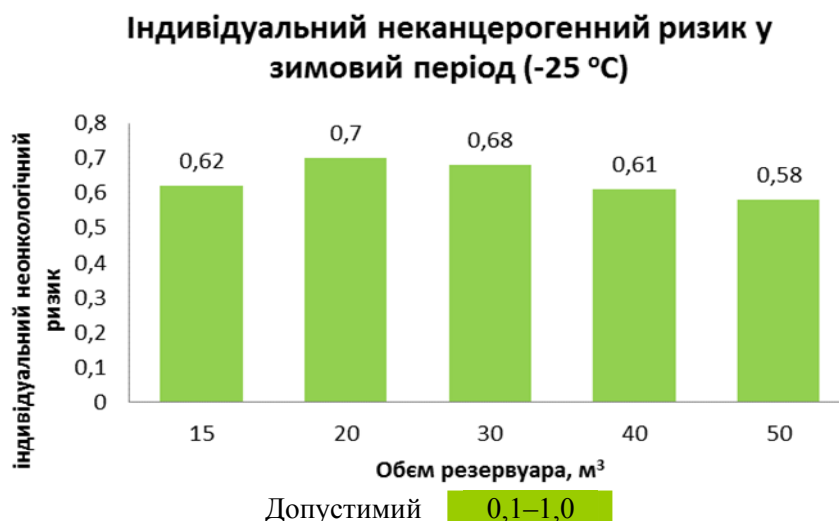


Рис. 3. Неонкологічний індивідуальний ризик у зимовий період

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

Час настання потенційного токсичного ефекту TE можна визначити розрахунковим методом, ґрунтуючись на припущенні про наявність логарифмічної залежності між надходженням в організм токсину та його реакцією [5]:

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

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

На рис. 4 показано період часу, після якого існує найбільша ймовірність прояву негативних змін у здоров'ї людей, внаслідок інгаляційного надходження нафтопродуктів.

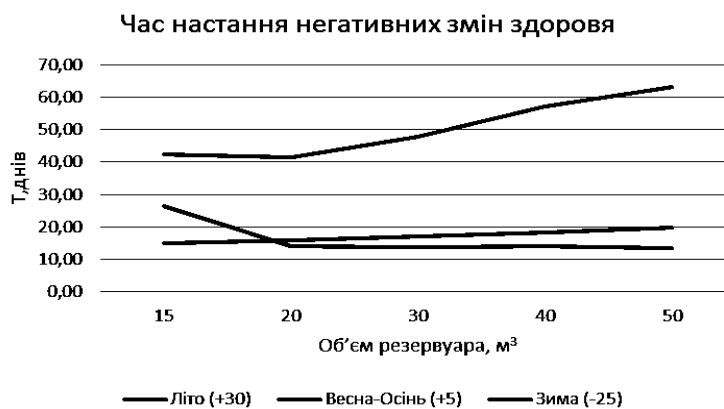


Рис. 4. Час настання негативних змін у здоров'ї населення

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, недосконала ізоляція резервуарів, аварійні ситуації, порушення правил виконання технологічних процесів призводить до надходження 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. Влітку у резервуарах з об'ємом 30–50 м³, за розрахунками індивідуальний ризик для населення буде найбільшим — дуже високий, у резервуарах з об'ємом 15, 20 м³ ризик буде високий. Такий результат пов'язаний зі зростанням інтенсивності випаровування нафтопродуктів при збільшенні температури.

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

ЛІТЕРАТУРА

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 p.
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. *Большаков А. М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А. М. Большаков, В. Н. Крутько, Е. В. Пучилло.* — М. : Эдиториал УРСС, 1999. — 256 с.

LITERATURE

1. *Some petroleum products. Toxicological feature: Official joint publication of UN, who and ILO.* : Mir, 1986. — 154 p.
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 p.
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. — No. 4. — P. 223–312.
4. *Afanasiev G. V. the Ecologo-hygienic and Toxicological assessment of combustion products kerosine and liquefied natural gas / V. G. Afanasiev, G. S. Berезin, V. V. Peddlers // Aerospace and environmental medicine.* — 2006. — No. 2. — С. 50–52.
5. *Bolshakov A. M. risk Assessment and management of environmental influence on human health / M. A. Bolshakov, N. Krutko, E. V. Pucillo.* — М. : editorial URSS, 1999. — 256 p.

Стаття надійшла до редакції 18.11.2015