

3. Разработка альтернативных риск-ориентированных критериев надежности защитных барьеров экологической безопасности АЭС с ВВЭР, с учетом предыстории эксплуатационных нагрузок и технического состояния конструкций на момент возникновения внутренних и внешних экстремальных воздействий. События на АЭС Фукусима-1 определяют необходимость дополнительных технических обоснований надежности защитных барьеров безопасности ВВЭР при внешних и внутренних экстремальных событиях - землетрясения, наводнения, взрывы, пожары, падения крупных объектов и т.п., учитывающих как воздействия/нагрузки непосредственно в процессе аварий, так и с учетом предыстории эксплуатации и фактического состояния конструкций. Учет указанных выше альтернативных риск-ориентированных критериев позволит получить более реалистичные оценки основных вероятностных показателей безопасности АЭС с ВВЭР.
4. Необходимо совершенствование унифицированных для всех АЭС Украины методик штатного и аварийного мониторинга, прогнозирования развития аварии с выбросом радиоактивности в окружающую среду, оценки последствий аварии, выброса и оценки эффективности контр мероприятий, с учетом опыта АЭС Фукусима-1.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. А.А. Ключников, В.И. Скалозубов, С.В. Волков, Ю.А. Коврижкин, В. Н. Колыханов, Г.Г. Габлая, В.Н. Ващенко, В.В. Злочевский. "Методические основы руководств по управлению тяжелыми авариями на АЭС с ВВЭР". Вторая международная научно-техническая конференция "Повышение безопасности и эффективности АЭС " 5 - 7 октября 2010, г. Одесса.
2. Скалозубов В. И., Ключников А. А., Колыханов В. Н. Основы управления запроектными авариями с потерей теплоносителя на АЭС с ВВЭР. – Чернобыль: ИПБ АЭС НАНУ, 2010. – 400 с.
3. Обеспечение локализующих функций защитной оболочки НВАЭС-2 при запроектной аварии с течами из реакторной установки (ФГУП «Атомэнергопроект» – ИПБЯЭ РНЦ «Курчатовский институт») // Материалы конф. «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР». – Подольск (Россия): ФГУП ОКБ «ГП», 2008.
4. Звонарев Ю., Будаев М., Кобзарь В., Волчек А. Валидация компьютерного кода ASTEC и применение для анализа безопасности АЭС с ВВЭР // Code application and PSA methodologies. Paper No 1. The first European Review Meeting on Severe Accident Research (ERMSAR-2005). – Aix-en-Provence (France), 14 – 16 November 2005.

УДК 502.3

Петрук В. Г., Турчик П. М., Панченко Т. І. (Україна, Вінниця)

АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ ЗБЕРІГАННЯ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

За останніми даними матеріалів 9 та 10-го Міжнародного Форуму з пестицидів та хімікатів, кількість непридатних пестицидів на Україні становить більше 37 тис. т. (25 тис. т непридатних пестицидів та понад 11 тис. т гексахлорбензену – промислового відходу із групи стійких органічних забруднювачів (СОЗ), які також належить до непридатних пестицидів).

Заборонені до застосування та непридатні до використання пестициди складають окремий клас високотоксичних відходів, що становлять підвищену небезпеку для здоров'я людини та навколишнього природного середовища, які можна умовно розділити на три групи:

1. Заборонені до застосування.
2. Непридатні до використання.
3. Пестициди невідомого складу.

До непридатних до використання пестицидів відносяться ті, в котрих закінчився термін придатності, гарантійні строки. До пестицидів невідомого складу відносяться ті, для яких неможливо визначити первинний склад та призначення або втрачене маркування і документація.

На даний час відходи у більшості випадків зберігаються в спорудах, що руйнуються, а в окремих випадках - під відкритим небом у мішках, контейнерах або просто насипом. Стан їх зберігання погіршується та не відповідає нормативним вимогам [1-3].

Тому ці токсичні відходи є небезпечними для здоров'я населення та загрожують довкіллю, Незадовільні умови зберігання призводять до того, що токсичні пестициди потрапляють до навколишнього середовища, в тому числі до водних джерел і повітря, і виникає ризик отруєння людей і тварин [2].

Пестициди забруднюють довкілля не тільки у процесі їх використання, але й в процесі виробництва, зберігання, транспортування та знищення. Під впливом кисню, освітлення, вітру, температури, вологи, типу та стану ґрунтів піддаються складним перетворенням, можуть переноситися на значні відстані та накопичуватися в організмах тварин і людей. При розкладі пестицидів у навколишньому середовищі утворюються нові хімічні сполуки, які виявляють інші хімічні та біологічні властивості. У більшості випадків ці речовини більш стійкі та токсичні у порівнянні з вихідними пестицидами. Довготривала стійкість у навколишньому середовищі та здатність СОЗ до міграції - найбільш серйозна загроза від дії пестицидів.

Використання пестицидів у сільському господарстві регулюється низкою Законів України, Постанов Верховної Ради України та Кабінету Міністрів України, а також окремими Наказами Міністерства екології, Міністерства аграрної політики та Міністерства охорони здоров'я. Вирішення проблеми непридатних

пестицидів в Україні здійснюється відповідно до Законів «Про відходи», «Про пестициди та агрохімікати», «Про загальнодержавну програму поводження з відходами», «Про пестициди та агрохімікати» та ін.

Поводження з пестицидними препаратами і питання заборони використання окремих пестицидів регулюється в міжнародному масштабі рядом Конвенцій, угод та договорів, серед яких основними є Стокгольмська Конвенція із стійких органічних забруднювачів та Роттердамська Конвенція з процедури попереднього поінформованого дозволу на міжнародну торгівлю небезпечними хімічними речовинами та пестицидами. Вона спрямована на охорону здоров'я людини та навколишнього середовища від СОЗ, а також скорочення використання та подальшу ліквідацію особливо токсичних стійких органічних забруднювачів. Україна ратифікувала Стокгольмську конвенцію про стійкі органічні забруднювачі у 2007 році і вона є частиною українського екологічного законодавства [1].

1. Методика оцінювання техногенних ризиків, пов'язаних із зберіганням небезпечних речовин

Аналіз та оцінювання ризиків у сфері техногенної безпеки є основою системи управління безпекою технічних і технологічних систем різних типів і рівнів. Вони включають такі основні завдання: обґрунтування цілей і завдань аналізу ризику; аналіз технологічних особливостей виробничого об'єкта; виявлення всіх джерел небезпеки; визначення подій, здатних ініціювати виникнення аварій; формування ймовірних сценаріїв розвитку аварій; аналіз сценаріїв; оцінювання ймовірності виникнення аварії для кожної події, що ініціює аварію; визначення чинників ураження; моделювання і прогнозування масштабів наслідків аварій для персоналу, населення, навколишнього середовища за різними сценаріями розвитку аварій; оцінювання ймовірностей впливу зовнішніх чинників, які не залежать від умов експлуатації потенційно небезпечних об'єктів; оцінювання й аналіз ризику щодо його прийнятності; побудова полів потенційного ризику навколо кожного з виділених джерел небезпеки; визначення достатності превентивних заходів для забезпечення стійкості об'єктів до внутрішніх і зовнішніх впливів.

Під час аналізу безпечності потенційно небезпечних об'єктів безпеку часто розглядають як надійність стосовно здоров'я й життя людей, стану навколишнього середовища. По-перше, за певних умов ці поняття тісно пов'язані (наприклад, коли порушення роботоздатного стану об'єкта може призвести до аварійних бо катастрофічних наслідків). По-друге, такий підхід дає змогу використати кількісні показники безпеки, аналогічні в математичному відношенні показникам теорії надійності, методи якої розроблені досить повно й широко застосовуються на практиці.

Теорія аналізу ризику створена відомими вченими: В. Маршалом, Е. Хенлі, Х. Кумамото. Ними запропонована методологія оцінки небезпеки і ризику, що широко застосовується у світовій практиці. Питання оцінки техногенних і екологічних ризиків знайшли також широке відображення в роботах С.Л. Авалані, П.Г. Белова, Г.М. Грея, Ман-Сунга Ім., А.Б. Качинського, А.В. Кісельова, Д. Маккея, С.М. Мягкова, С.М. Новікова, С.З. Поліщука, М.Ф. Реймерса, Ж.С. Еванса та ін. Однак багатьма авторами визначається, що, незважаючи на велику кількість наукових праць у цьому напрямку, питання, пов'язані з вивченням особливостей і закономірностей небезпечних процесів у навколишньому природному середовищі і розробкою моделей небезпек і ризику, маловивчені [4-6].

Нині в екологічній безпеці важливою науковою задачею є розвиток аналітичних підходів у дослідженнях небезпеки і ризику, а також удосконалення методів оцінки і нормування ризиків. Основою методології оцінки ризику є ідентифікація і визначення рівня небезпеки.

Більшість визначень ризику для здоров'я населення при впливі шкідливих речовин, що забруднюють атмосферне повітря, зводяться до того, що ризик – це ймовірність реалізації потенційної небезпеки, викликаній впливом зовнішніх факторів і діяльністю людини, що сприяє виникненню негативних наслідків. В опублікованій в 1993 р. монографії У. Хелленбека, присвяченій проблемам кількісного оцінювання екологічного ризику та ризику професійних захворювань, термін "ризик" розглядається як синонім термінів "ймовірність" і "частота" [5-6].

У разі визначення безпеки складних систем із великим числом елементів використання запропонованих вище методів не завжди буває ефективним, тому для отримання числових значень показника безпеки (надійності) застосовують метод статистичного моделювання.

Алгоритм отримання оцінок надійності. Аналітично обчислюють імовірності різних типів станів системи:

H_0 — роботоздатність усіх підсистем системи; H_1 — відмову рівно однієї підсистеми системи; H_k — відмову рівно k підсистем.

Ймовірність події H_k обчислюють за допомогою біноміального розподілу:

$$P_k = C_n^k q^k p^{n-k}, \quad (1)$$

де p — ймовірність стану роботоздатності підсистеми ($q = 1 - p$); C_n^k — число сполучень з n по k .

Методом статистичних випробувань знаходять оцінки умовних імовірностей Φ_k того, що система, яка знаходиться у стані H_k , роботоздатна. Обчислюють повну ймовірність роботоздатності системи:

$$h = h_0 + \sum_{k=1}^n \Phi_k P_k \quad (2)$$

Якщо система побудована так, що відмова j будь-яких елементів не призводить до відмови системи загалом, то повну ймовірність роботоздатності системи знаходять за формулою:

$$h = \sum_{k=0}^j P_k + \sum_{k=j+1}^n \Phi_k P_k \quad (3)$$

При цьому чим більше j , тим ефективніший аналітико-статистичний метод оцінювання.

Біноміальний розподіл (1) є унімодальним, тобто має цілком визначений виражений максимум імовірності P_k по k . Якщо q досить мале, то з деякого номера k імовірність P_k починає швидко спадати. Це дає змогу в кожному конкретному (залежно від потрібної точності розрахунку) встановити, для яких значень k можна не знаходити оцінки Φ_k статистичним моделюванням.

У кількісному плані ризик визначається умовною ймовірністю нанесення шкоди людині (екосистемі) і ймовірністю настання несприятливих подій і розраховується за формулою:

$$R = \sum_{i=1}^m W_i(I_i) \cdot P_i(I_i), \quad (4)$$

де $W_i(I_i)$ – умовна ймовірність нанесення шкоди людині (біосистемі) у випадку реалізації небезпеки величиною I_i ; $P_i(I_i)$ – ймовірність реалізації небезпеки I_i при настанні несприятливих подій; m – число можливих небезпек одного класу.

В теорії аналізу ризиків прийнято, що ризики при малих значеннях ($R \ll 1$) сумуються:

$$R = \sum_{i=1}^m R(I_i). \quad (5)$$

При великих значеннях ризиків ($0 \ll R < 1$) сумарні ризики визначаються відповідно до правила додавання і множення ймовірностей спільної появи незалежних подій [1]:

$$R = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - R(I_i)). \quad (6)$$

У теорії аналізу ризику також вважається, що функції ризиків $R(I_i)$ якісно однакові (описуються однаковими функціональними залежностями) для небезпек одного класу.

Наприклад, в існуючій методології оцінки ризику здоров'ю і життю людини при впливі хімічних речовин нині широко використовують логарифмічно-нормальний розподіл вигляду:

$$R(\text{Pr } ob_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\text{Pr } ob_i} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt. \quad (7)$$

Верхня межа інтегрування є так званою пробіт-функцією ($\text{Pr } ob_i$), що відбиває зв'язок між ймовірністю ураження і поглиненою (впливовою) дозою (концентрацією). Для її обчислення використовується логарифмічна залежність вигляду:

$$\text{Pr } ob_i = \alpha_i + \beta_i \lg C_i \quad (8)$$

де α_i і β_i – параметри, що залежать від токсикологічних властивостей речовини та видів впливів, C_i – концентрація шкідливої речовини [5-7].

Висновки. Отже, небезпечні речовини становлять підвищену екологічну небезпеку та потребують ґрунтового аналізу та оцінки екологічного ризику на локальному і глобальному рівнях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. www.nbu.gov.ua/portal/natural/Eko1_bezpeka/2010_2/pdf/43.pdf
2. Закон України «Про ратифікацію Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі».
3. Акімов В.І., Андрусенко М.І., Голік Ю.С. Проблема накопичення та утилізації непридатних до використання пестицидів у Полтавській області//Світ довкілля. - 2005. - № 5. - С.12-13.
4. Обґрунтування методів оцінки та прогнозування ризику впливів шкідливих речовин при забрудненні атмосфери промислових міст: Автореф. дис. канд. техн. наук: 21.06.01 [Електронний ресурс] / Г.В. Звягінцева; Донец. нац. ун-т. – Донецьк, 2006. – 21 с.
5. Аверин Г.В., Звягінцева А.В. Математические модели опасности и риска в теории техногенной безопасности // Вісник Донецького університету. Сер. природн. наук. – 2005. – № 2. – С. 296 – 302.
6. Природний техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління: монографія / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, Г.А. Хміль; Ін-т геохімії навкол. середовища НАН України. – К.: Наук. думка, 2008. – 542 с.

УДК 620.26:504.054

Сушинська М. М., Турчик П. М. (Україна, Вінниця)

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СКЛАДСЬКИХ МАЙДАНЧИКІВ І СПОРУД ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ

Пестициди – це токсичні речовини, їх сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких