

- розробка нових методів обробки продукції та матеріалів.

Література:

1. Тарнавський А. Б. Основні способи проведення дезактивації одягу, засобів індивідуального захисту та техніки / А. Б. Тарнавський // Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи: збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Харків: Національний університет цивільного захисту України. – 2015.

2. Алимов А. С. Практическое применение электронных ускорителей / А. С. Алимов. – М.: Препринт НИИЯФ МГУ № 2011-13/877, 2011. – 41 с.

3. ISO 11137-3:2006, Sterilization of health care products – Radiation – Part 3: Guidance on dosimetric aspects. ISO, Case postal 56, CH-1211, Geneva, Switzerland, 2006.

**Шаговий О. В.**

*Науковий керівник: доц., канд. військ. наук Вальченко О. І.*

*Державний університет телекомунікацій, м. Київ*

## **ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕКОЛОГІЯ**

Атомна енергетика за деякими виключеннями є чистим та ефективним джерелом енергії. Єдиною проблемою ядерної енергетики становлять відходи від використання палива.

Уран, який видобувається для атомної енергетики, вже є радіоактивним. На електростанції він розпадається на інші радіоактивні ізотопи, але вони мають дуже короткий період напіврозпаду для їх розпаду буде потрібно лише пару місяців. Але, на жаль, не всі ізотопи у використаному ядерному паливі мають такий короткий період напіврозпаду. Це може становити значну загрозу, наприклад відпрацьоване ядерне паливо

від 15 атомних електростанцій США, у тому числі, чотири в Мічигані, яке накопичувалося протягом останніх 50 років у 2018 році становило більше 60 000 тон. Більша частина об'єму зберігається вздовж озер навколо Мічигана (понад 50 000 тон).

Наукове дослідження Френка Н. фон Хіппел і Майкла Шопепнер за 2011-2014 роки показало, що радіоактивна хмара з цього водяного басейну відпрацьованого палива може перевищити сотні кілометрів і внаслідок аварії змусить евакуювати мільйони жителів у Детройті, Чикаго, Клівленді, Торонто та інших населених пунктах, залежно від того, де трапилася аварія.

Для вирішення проблеми зберігання відходів ядерного палива спочатку застосовувалися «мокрі» сховища, які були згодом замінені на «сухі» сховища. «Сухі» сховища являють собою відносно безпечні для навколишнього середовища, але вимагають значного контролю та ресурсів на безпеку. За твердженнями ЦРУ США такі сховища становлять значну ціль для терористів, оскільки вдалий теракт на подібні структури спричинить катастрофічний вплив на навколишнє середовище, тому всесвітньо проводяться заходи з захисту ядерних захоронень, які проектуються не тільки з урахуванням впливу природніх явищ, а й враховують людський фактор.

Альтернативою захороненню ядерних відходів є його переробка, так званий «PUREX-процес» (Plutonium Uranium Redox EXtraction). Цей процес є де-факто стандартом для переробки ядерного палива, який базується на рідко-рідинній екстракції іонообміну. На жаль, проблемою такої переробки є її економічна не вигідність, але й цю технологію розвивають з 1947 року, щоб зробити її більш доступною та вигідною для подальшого застосування. Його граничні умови постійно змінюються. Колишні металеві палива з низьким вигоранням замінені сучасними керамічними оксидними паливами з високим вигоранням. Тому більшість розвинутих країн (США, Канада, Японія) все більше і більше обмежують умови поводження з відходами та створюють

більш суворі правила безпеки, а також інвестують в розвиток переробки ядерного палива. У ядерній промисловості цих країн застосовуються сучасні розроблені реактори, які опираються на так звані «системи пасивної безпеки», які можуть вирішувати обіг подій (такі як втрати потужності для нагрівання води, необхідної для охолодження радіоактивних та відпрацьованих палив), а старі з часом списуються, або замінюються на нові, наприклад, генеральний директор Інституту ядерної енергетики Марвін Фертель заявив, що до 2050 року необхідно побудувати 187 нових атомних електростанцій для забезпечення додаткової потужності та заміни старих установок оскільки американські реактори обмежені 60 роками експлуатації.

Література:

1. Reducing the Danger from Fires in Spent Fuel Pools (2016)
2. Environment International Volume 117, August 2018, Pages 250-259
3. Canadian Nuclear Association