

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛУ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Третьякова Л.Д., доц., Мітюк Л.О., доц. (НТУУ "КПІ")

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, споживання електроенергії у світі впродовж останніх 30 років зростало зі швидкістю більш як 3% на рік. На тлі критичного становища в традиційній енергетиці, яка використовує органічні носії (вугілля, газ, нафту), через постійне зростання цін і обмежені ресурси підвищується роль ядерної енергетики у світовій економіці. Нині у 30 країнах світу функціонують більш як 440 і споруджуються 24 ядерних енергоблоків, в Європі працює 182 блоків. За виробництвом електроенергії на атомних електричних станціях (АЕС) Україна посідає восьме місце, за кількістю виробленої електроенергії в її загальному обсязі – шосте в світі. 2008 року вироблено 195 млрд кВт год, з них 92,5 млрд кВт год – на АЕС (47,4%). Встановлена потужність генераторів на АЕС досягла 13,8 ГВт, або 24% загальних потужностей електростанцій.

Нині суспільство усвідомило, що для розвитку сучасної цивілізації ядерній енергетиці не існує альтернативи і використало негативний досвід Чорнобильської аварії для організації надійних систем безпеки АЕС. Під час планування та реалізації програм з розвитку ядерної енергетики на перший план вийшло вирішення питань безпеки експлуатації діючих ядерних блоків та їхніх інфраструктур.

Стратегічні завдання розвитку ядерної енергетики України, які визначено у [1] передбачають:

1. Підвищити енергетичні потужності АЕС. В Україні планують довести встановлену потужність до 29,5 ГВт. Будівництво і розміщення нових потужностей може здійснюватися: на площах діючих АЕС і прилеглих до них територій або на нових площах.

2. Вирішити проблеми поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами. Нині відходи вивозять до Росії, де здійснюють їхню переробку для отримання плутонію, а потім повертають до України. На цей час утворилося 5220 тис. м³ радіоактивних відходів різних типів. Необхідно побудувати сховища на усіх АЕС та об'єкті "Укриття".

3. Організація вітчизняного ядерно-паливного циклу для отримання ядерного палива власного виробництва. Україна має власні родовища, проте існує нагальна потреба перероблення вторинних джерел – відходів з уранового виробництва на території Дніпропетровської області, що поліпшить екологічну ситуацію в регіоні та здоров'я людей, які проживають на забруднених територіях. На території України видобувають і перероблюють усі складники ядерного палива: уранову руду і відповідний концентрат, цирконієву руду для виготовлення цирконію, карбід бору, леговані домішки. Усі компоненти поставляють до Росії, де здійснюють їх збагачення та виготовлення тепловидільних елементів.

Таким чином, головний напрям розвитку ядерної енергетики пов'язаний із забезпеченням нерозривного циклу "добування – виробництво – місця

тимчасового зберігання – централізоване перероблення та очищення – проміжне зберігання – захоронення”.

Україні необхідно зосередитися на вирішенні проблем, пов'язаних з безпекою експлуатації та запобіганням аварійних ситуацій. Чорнобильська аварія призвела до загибелі тисяч людей, до потужного радіаційного забруднення багатьох країн, завдала багатомільярдних збитків Україні, і спричинила стійку радіофобію до ядерної енергетики. Усього за межі реактора потрапила більш як половина продуктів розпаду та ядерного палива (із загальною радіоактивністю до $1,3 \cdot 10^{18}$ Бк). Тверді продукти розпаду, перед усім цезій ^{137}Cs і стронцій ^{90}Sr , що накопичилися в реакторі за два роки роботи, було викинуто в атмосферу у вигляді аерозолів (10^{17} Бк). Ці радіонукліди (маса 33 кг), що є гамма-випромінювачами, разом з плутонієм ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , кюрі ^{242}Cm , нептунієм Np , америцієм Am (маса 18 кг), що є альфа-випромінювачами, становлять найбільшу небезпеку і забруднюють території на 300 років. Решта викинутих радіонуклідів – телур, барій ^{140}Ba , цирконій ^{95}Zr , молібден, рутеній ^{106}Ru , ^{103}Ru , церій ^{141}Ce , ^{144}Ce мають короткий період напіврозпаду.

Унаслідок аварії в зонах відчуження утворилося близько 2800 тис. м^3 радіоактивних відходів різного типу. У надрах об'єкта “Укриття” міститься більш як 1700 тис. м^3 твердих відходів з активністю $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк, з них 40 тис. м^3 належать до категорії довгоіснуючих. У сховищах Чорнобильської АЕС зберігається 20 тис. м^3 рідких і 2500 м^3 твердих радіоактивних відходів. Важливий крок у практичному вирішенні проблеми безпечного стану об'єктів Чорнобильської зони – здійснення робіт зі спорудження конфайменту (“Укриття 2”) та завершення будівництва другого сховища для відпрацьованого ядерного палива. Основні функції “Укриття 2” – забезпечення впродовж 100 років захисту персоналу об'єкта “Укриття”, населення і довкілля від впливу іонізуючого випромінювання, створення умов з перетворення об'єкта в екологічно безпечну систему.

Чинне законодавство України у цій сфері визначає основні вимоги до охорони здоров'я від можливої шкоди, пов'язаної з опромінюванням джерелами іонізуючого випромінювання, безпечної експлуатації АЕС і ймовірних забруднень довкілля [2].

Мета статті – дослідження проблем, аналіз заходів і засобів захисту персоналу на вітчизняних та Європейських АЕС, обґрунтування напрямів розвитку новітніх конструкцій і технологій виготовлення засобів індивідуального захисту.

Нинішні атомні реактори, які встановлено на АЕС України, не відповідають вимогам гарантованої безпеки і створюють потенційну небезпеку екологічного забруднення 45% територій України. Роботи з контролю та підвищення фізичної безпеки ядерних блоків здійснюють відповідно до рекомендацій з безпечної експлуатації устаткування та захисту персоналу АЕС, які розробляє International Atomic Energy Agency (IAEA), які вказують, що головним напрямом підвищення промислової безпеки АЕС є планові системні дії, спрямовані на підвищення якості та надійності систем і засобів захисту. Під час практичної діяльності або втручання окрім іонізуючого випромінювання на

працівників АЕС впливає низка хімічних (кислоти, луги, розчинники, зварювальні аерозолі, пил), фізичних (механічні навантаження, шум, вібрації, статична електрика, електромагнітне, теплове випромінювання) і біологічних шкідливих факторів, а також додаткові негативні чинники, пов'язані з використанням засобів захисту.

Для забезпечення умов праці з мінімально допустимим рівнем опромінювання персоналу АЕС необхідно заздалегідь передбачати такі заходи:

1. На етапі проектування – створення інженерно-технічних засобів, які суттєво зменшують ризики виникнення зовнішніх полів іонізуючого випромінювання (спорудження захисних екранів, оболонки, вентиляції та блокування).

2. У процесі експлуатації: запровадження систем регламентації та керування, спрямованих на посилення контролю за рівнем опромінювання працівників, для адекватного обмеження дози опромінювання; використання спеціального обладнання та засобів індивідуального захисту (ЗІЗ); проведення спеціальної підготовки персоналу, пов'язаної з виконанням конкретних завдань, вибором і застосуванням засобів захисту. Для персоналу АЕС рекомендоване значення дози опромінювання не повинно перевищувати 20 мЗв на рік, максимальне – 50 мЗв.

Відповідно до рекомендацій ІАЕА [3] і державних нормативних документів для захисту персоналу АЕС створюють багатоступеневу систему універсального захисту. ЗІЗ повинні мінімізувати або повністю виключати вплив усіх шкідливих чинників на працівника. Під час практичної діяльності використовують комплекти, до складу яких входить більш як десять видів ЗІЗ: захисний одяг, засоби захисту органів дихання, очей, голови, органів слуху.

На діючих АЕС запропоновано до використання такі види ЗІЗ:

1. У контрольованих зонах одяг з бавовняних або полімерних матеріалів (поліпропілен, поліетилен), використовують з разовим протипиловим респіратором за наявності незначної кількості радіоактивних забруднень.

2. Фільтрувальний одяг, який застосовують під час здійснення тривалих робіт за наявності пилу та аерозолів з радіоактивними та хімічними частками. Виготовляють з шарового фільтроламінатного матеріалу: внутрішній шар – нетканий поліестер, середній – поліуретан з активованим вуглецем або вуглецевими волокнами, зовнішній шар – трикотаж. Використовують у комплекті з фільтрувальними респіраторами або протигазами. Ефективність і надійність захисту залежить від таких чинників: цілісності лицьової маски, герметичності її прилягання до обличчя та правильного підбору фільтрів. Комплектують рукавичками разового використання з різних матеріалів і конструкцій відповідно до типу забруднень (хімічні речовини, розчинники, механічні ризики та ін.) та ботами з полімерних матеріалів.

3. Ізолювальний одяг, виготовлений з полімерних матеріалів для робіт з рідкими радіоактивними відходами. Для забезпечення задовільного теплообмінного процесу працівника із зовнішнім середовищем і збільшення терміну безперервної роботи в базовій конструкції передбачають вентиляцію підкостюмного простору через рукави, шви, фільтрувальні клапани, іноді

застосовують фільтрувальні вентиляційні отвори, вихід з яких має бути закритий текстильним фільтрувальним елементом. Використовують у комплекті з фільтрувальним респіратором, разовими рукавичками, ботами або чоботами, які забезпечують надійний захист під час роботи в мокрих приміщеннях.

4. Герметичний одяг, який забезпечує найвищий рівень захисту, використовують з автономними дихальними апаратами. Конструкція одягу передбачає максимальну замкненість підодягового простору, спрямовану циркуляцію повітря та регульовану вентиляцію. Одяг є досить об'ємним через наявність місця для приєднання дихального апарата. До конструкції безпосереднє закріплено рукавички і взуття, які становлять невід'ємну частину костюма. Для виготовлення ізолювального та герметичного одягу застосовують зварювальні технології (високочастотне і ультразвукове зварювання), подвійні шви або їх комбінацію. Ізолювальні засоби захисту органів дихання мають повну лицьову маску, дихальний апарат кріпиться на ремені разом з обладнанням у підкостюмному просторі. У такому одязі можна виконувати роботи в невідомому небезпечному середовищі впродовж від однієї до чотирьох годин, що визначається терміном роботи дихального апарата відповідної конструкції.

5. Для роботи з джерелами γ -, α -, β -випромінювання використовують багатошарові накидки чи костюми, виготовлені з модифікованого поліхлорвінілу, що за своїми характеристиками відповідає еквіваленту свинцю 0,33 мм Рb. Вони поглинають 90% γ -випромінювання за енергій менш як 100 кеВ і менш ефективні за вищих рівнів енергій. Використовують у комплекті з рукавичками, подвійними нарукавниками, бахілами і мають поверхневе тканинне покриття.

Висновки:

1. Під час планування та реалізації програм з розвитку ядерної енергетики на перший план вийшло вирішення питань безпеки експлуатації діючих ядерних блоків та їх інфраструктур.
2. Перевагу під час комплектації надають ЗІЗ багаторазового використання з можливістю очищення, з великим терміном роботи без відмов, які водночас захищають від кількох шкідливих чинників, не утворюючи додаткових механічних, теплових, сенсорних навантажень користувачу.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Міністерство палива та енергетики – К. – 2006. – 132 с.
2. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. – МОЗ України. – 2005. – 40 с.
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Personal protective equipment. IAEA–PRTM–5, Vienna, 2004. – 69 p.