

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЯР

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ЯР

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATION THE BIOLOGICAL PROTECTION OF A NR

Научный руководитель – кафедра атомных электрических станций; доцент –
Высоцкий Ю. И., магистр –Бабаев Ф. М.

Науковий керівник - кафедра атомних електричних станцій; доцент -
Висоцький Ю. І., магістр – Бабаєв Ф. М.

Supervisor - department of nuclear power plant; associate professor–
Vysotsky Y. I., magister –Babayev F. M.

Аннотация. Объектом исследования статьи была оценка биологической защиты ядерного реактора для определения уровня защиты биологических компонентов от потока нейтронов и гамма-излучений.

Была рассмотрена математическая модель расчета биологической защиты

Ключевые слова: защита, биозащита, доза, радиационная безопасность, принципы безопасности, модель, нормы.

Анотація.Об'єктом дослідження статті була оцінка біологічного захисту ядерного реактора для визначення рівня захисту біологічних компонентів від потоку нейтронів і гамма-випромінювань.

Ключові слова: захист, біозахист, доза, радіаційна безпека, принципи безпеки, модель, норми.

Annotation. The object of the study was the assessment of the biological protection of a nuclear reactor to determine the level of protection of biological components from the flux of neutrons and gamma radiation.

Keywords: protection, biosecurity, dose, radiation safety, safety principles, model, norms.

Побудова математичної моделі досліджуваного об'єкта має кінцевою метою отримання критеріальною або цільової функції, що виражає в явному вигляді залежність характеристик якості від сукупності внутрішніх параметрів, а також функцій зв'язку, що визначають допустиму область варіації внутрішніх параметрів. Процес побудови математичної моделі називають математичним моделюванням.

Попереднім етапом моделювання складних об'єктів, до яких відноситься система "джерело-захист", є структуризація, тобто розкладання досліджуваного об'єкта (системи) на окремі компоненти (підсистеми) і елементи. До основних компонентів системи "джерело-захист" відносяться реактор, первинний захист, радіоактивне обладнання першого контуру і конструкції вторинного захисту з урахуванням виділеної структури об'єкта проводиться параметризація. При цьому встановлюється сукупність параметрів (з областями їх значень), які характеризують об'єкт в цілому, його складові підсистеми та окремі елементи.

Основа ядерної енергетики.

Основа ядерної енергетики - ядерний реактор, який є потужним джерелом радіоактивного випромінювання. Уникнути цього випромінювання не можна, так як воно супроводжує все фізичні процеси лежать в основі нормально працюючого ядерного реактора. Тому постає питання першорядної важливості про те як уникнути впливу радіоактивного випромінювання на здоров'я людей або звести його до мінімально прийняттого рівня. Майже півстолітній досвід мирного використання атомної енергії незаперечно підтверджує, що добре продумана система радіаційного захисту надійно оберігає людину і об'єкти навколишнього середовища від шкідливого впливу радіації.

Ядерна енергетична установка вважається безпечною, якщо її радіаційний вплив на персонал, населення і навколишнє середовище в процесі нормальної експлуатації і проектних аваріях не призводить до перевищення встановлених доз опромінення.

Забезпечення правил радіаційної безпеки і методів радіаційної захисту дозволяє виконувати головне завдання безпечної експлуатації ядерної енергетичної установки.

Відповідно до Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційної безпеки» радіаційна безпека – дотримання допустимих меж радіаційного впливу на персонал, населення і навколишнє природне середовище, встановлених нормами, правилами та стандартами з безпеки.

Радіаційний захист - сукупність радіаційно-гігієнічних, проектно-конструкторських, технічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення радіаційної безпеки.

Згідно Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97), радіаційна безпека та протирадіаційний захист стосовно практичної діяльності будуються з використанням наступних основних принципів:

Принцип виправданості - будь-яка практична діяльність, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі опромінюваним особам або суспільству в цілому в порівнянні зі шкодою, який вона завдає.

Цей принцип застосовується при прийнятті рішень і проектуванні об'єктів, представляють радіаційну небезпеку. Він працює не під час, а перед початком здійснення небезпечної діяльності.

Принцип оптимізації - підтримання на можливо низькому і досяжному рівні з урахуванням економічних і соціальних факторів індивідуальних доз опромінення і числа опромінюваних осіб при використанні будь-якого джерела іонізуючого випромінювання.

Принцип неперевищення - рівні опромінення від усіх, які підпадають під регулювання, видів практичної діяльності не повинні перевищувати встановлені межі доз.

Межа дози - основний радіаційно-гігієнічний норматив, метою індустриальних джерел іонізуючого випромінювання в ситуаціях практичної діяльності. Держава встановлює таку величину індивідуальної дози опромінення людини, перевищення якої в неаварійних умовах неприпустимо. Це і є межа дози. Чисельні значення лімітів доз встановлюються на рівнях, виключають можливість виникнення детермінованих ефектів (Проявляються при перевищенні дозового порога і тяжкість наслідків залежить від величини дози опромінення, до них відносяться: гостра променева хвороба, променеві опіки і ін.).Ліміти доз опромінення одночасно, гарантують настільки низьку ймовірність виникнення стохастичних ефектів опромінення, що вони є прийнятною як для окремих осіб, так і для суспільства в цілому. Для порівняння: перші детерміновані ефекти з'являються при дозі гострого опромінення 250 мЗв, а максимальна межа дози для категорії А - 20 мЗв за рік.

Нормами радіаційної безпеки України встановлюються такі категорії осіб, що піддаються опроміненню:

Категорія А (персонал) - особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань;

Категорія Б (персонал) - особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях і на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримати додаткове опромінення;

Категорія В - все населення.

Для осіб категорій А і Б ліміти доз встановлюються в термінах індивідуальної річної ефективної дози зовнішнього і внутрішнього опромінення і еквівалентних доз зовнішнього опромінення. Обмеження опромінення осіб категорії В (Населення) здійснюється введенням меж річних ефективної і еквівалентних доз в критичній групі осіб категорії В.

Біологічний захист

Призначенням біологічного захисту на атомній станції є зменшення дози зовнішнього опромінення у всіх режимах роботи станції до рівня, що не перевищує допустимого.

При визначенні характеристики біологічного захисту розрахункові рівні опромінення персоналу при нормальному режимі експлуатації атомної станції приймалися в залежності від характеру виконуваних робіт в приміщеннях, а також часу перебування в них обслуговуючого персоналу, при цьому величини сумарної потужності експозиційної дози випромінювання в точці детектування в залежності від категорії обслуговування приміщень приймалися згідно з нормами.

При здачі АЕС в експлуатацію перевіряється ефективність біозахисту і якість її монтажу шляхом порівняння проектних значень потужності дози з замірних.

У всіх обслуговуваних приміщеннях і приміщеннях періодичного обслуговування, огорожених біологічним захистом, встановлюються штатні датчики радіаційного контролю. Однією з причин підвищення гамма-фону в приміщенні може бути пошкодження біологічного захисту.

Система біологічного захисту включає в себе: захисні стіни з бетону, люки, металевідвері, засипку проходок і є системою нормальної експлуатації, важливою для безпеки.

Екрани біологічного захисту, як правило, виконуються з наступних матеріалів: залізобетону щільністю від 2,1 т/м³ до 3,6 т/м³, води і металевих конструкцій.

Залізобетонними конструкціями біологічного захисту є стіни і перекриття приміщень, стіни басейну витримки, шахта апарату та ін.

Вода в якості біологічного захисту застосовується в басейні витримки та первантаження, в шахтах ревізії внутрішньокорпусних пристроїв та ін.

Металевими конструкціями біологічного захисту є люки, закладні деталі шахти апарату, двері та ін.

Основні будівельні матеріали і їх складові: цемент, інертні наповнювачі, добавки, арматура, сталь і т.п. - підібрані, виходячи з збереження їх працездатності в умовах радіаційного впливу на протязі всього терміну служби станції.

Бетон біологічного захисту захищається від агресивних впливів спецпокриттям і герметизуючої облицюванням, яка в свою чергу захищається спецпокриттям безпосередньо з облицювання або по металізаційному підслою. Металеve облицювання

оболонки в основному доступна для огляду, перевірки герметичності і відновлення захисного покриття.

Математична модель

Структуризація і параметризація об'єкта не має суворої регламентації свого виконання і в значній мірі спирається на досвід і інтуїцію розробника. Загальні вимоги до цих етапів полягають у тому, щоб ніякі важливі для функціонування досліджуваного об'єкта елементи і параметри не випали з розгляду і щоб ступінь деталізації опису була достатньою для адекватного відтворення реального варіанту виконання.

У процесі структурування та параметризації об'єкта зазвичай виділяють головні параметри, які мають вирішальне значення для мети дослідження. Для компонентів системи "джерело-захист", що включає до свого складу практично все основне обладнання реакторної установки, такими головними параметрами будуть характеристики, що визначають обладнання як джерело іонізуючого випромінювання або елемент захисту.

Після виконання параметризації здійснюється основний етап побудови математичної моделі - встановлення залежностей між параметрами. Вид цих залежностей визначається значною мірою видом самих параметрів. Якщо параметри є фізичними або технічними характеристиками і виражаються звичайними числами, то між ними існують залежності, що виражаються строгими математичними закономірностями. Для окремих параметрів, що мають якісну природу, таких, як тип компоновки - інтегральна, блокова або петлева, можливість обліку в математичній моделі пов'язана з введенням дискретної змінної.

Висновки

Біологічний захист служить для збереження персоналу, обладнання та навколишнього середовища від потоку нейтронного і гамма-випромінювання. Виходячи з цього проводиться розрахунок біологічного захисту з метою перевірити надійність матеріалів, для захисту від іонізуючого випромінювання (бетон, вода, графіт та ін.). Математична модель показує на залежність між різними параметрами. Фактори, за якими обирається матеріал для біологічного захисту є - їх захисні властивості від тих чи інших видів випромінювання, обсяг захисту, вартість. Біологічний захист повинен забезпечити безпечну експлуатацію реакторного обладнання терміном служби в 30 років. Станом на сьогоднішній день всі працюючі блоки України виконують вимоги з радіаційної безпеки та мінімізують вихід іонізуючих випромінювань у навколишнє середовище. Однак термін експлуатації старих блоків добігає кінця, і попереду буде складна робота по продовженню або завершенню їх експлуатації.

Література

1. Широков С. В. Ядерні енергетичні реактори: Навч. Посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 1997. - 280 с.
2. Голубев Б. П., Козлов В. Ф., Смирнов С. Н. Дозиметрия и радиационная безопасность АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 217 с.
3. Голубев Б. П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений: Учебник для вузов/Под ред. Е. Л. Столяровой. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 464 с.: ил.
4. Ионизирующая радиация: радиоэкология, физика, технологии, защита: учеб. / А. Ю. Погосов, В. А. Дубковський; под ред А. Ю. Погосова. - О.: Наука и техника, 2012. — 804с.,ил.

5. Кирюшин А. Л., Шлокин Е. А. Основы проектирования защиты реакторных установок: Учеб, пособие для вузов. Под ред. Г.Б. Усынина. — М.: Энергоатомиздат, 1991. - 264 с.: ил.
6. Загальні положення безпеки атомних станцій. НП 306.2.141-2008. Київ. 2008. - 58 с.
7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1997. – 121 с.
8. Шеховцов, Р. О. Автоматизована система контролю радіаційної обстановки як основний елемент для безпеки населення / Р. О. Шеховцов, Ю. І. Висоцький // Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі : тези доповідей наук. конф. молодих дослідників ОНПУ-магістрантів, (13-17 трав. 2019 р.). – Одеса, 2019. – Вип. 54. – С. 45–53. (<http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/9806>)

Высоцкий Юрий Иванович, (visot@opu.ua)

Висоцький Юрій Іванович,

Vysotsky Yuri,

Бабаев Фариз Муртуз-огли, (babaiev.8203984@stud.opu.ua)

Бабаєв Фаріз Муртуз-огли ,

Babayev Fariz Murtuz-oglu