

РОЗРОБКА РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНОГО ОДЯГУ ДЛЯ ПРАЦІВНИКІВ АЕС

Стаття присвячена розробці радіаційно-захисного одягу на основі принципу зонального диференціювання захисного шару для захисту персоналу АЕС.

Ключові слова: іонізуюче випромінювання, спеціальний захисний одяг, іонізуюче випромінювання, диференційований захист

G.G. BILOUSOVA, A.V. KURGANSKYI

Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine

**DEVELOPMENT OF SPECIAL CLOTHING FOR PROTECTION
AGAINST HIGH LEVELS OF IONIZING RADIATION**

Abstract – This work presents the results of the development of radiation-protective clothing based on the principle of zone differentiation protective layer to protect nuclear power plant personnel. Among the authors' recommendations are: to modules gathering radiation-protective suit, to equation for the calculation of the required number of protective modules, to make maximum protection with minimal weight of clothe. The authors note that in order for effective radiation-protective clothing to development, the arrangement of modules must be depend on zone concentrations of human critical organs.

Keywords: special protection clothing, ionizing radiation, zone-differentiation protection.

Постановка проблеми

Розвиток атомної промисловості неможливий без удосконалення кожного її складового елемента. На теперішній час, діяльність працівника є невід'ємним і незамінним функціональним елементом у роботі атомної електричної станції і його захист від шкідливих та небезпечних виробничих чинників, незважаючи на розвиток систем захисту станції (АЕС), є одним з пріоритетних завдань. Зважаючи на значну кількість системних чинників, удосконалення та розробка нових засобів індивідуального захисту для працівників АЕС лишається актуальною.

Використання засобів індивідуального захисту обумовлено необхідністю забезпечення ефективного захисту людини у виробничих умовах і виключно тоді, коли безпеку робіт неможливо забезпечити конструкцією обладнання, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту. При проведенні планових ремонтних, демонтажних і аварійно-відновлювальних робіт, а також утилізації радіоактивних відходів на АЕС персонал перебуває під дією іонізуючих випромінювань, захист від дії яких є першочерговою задачею для забезпечення безпечних умов праці та профілактики професійних захворювань.

Висока вагомість системних чинників, що впливають на розвиток ЗІЗ залишає це питання актуальним з моменту визначення шкідливості впливу іонізуючого випромінювання. Сукупність та взаємозв'язок чинників, які необхідно враховувати постійно змінюється, але лишається сталим взаємозв'язок товщини захисного шару та необхідної ефективності захисту працівника від іонізуючого випромінювання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Частка атомних електростанцій у вітчизняній електроенергетиці в 2011 р. становила 45,3% від обсягу загального виробництва, при цьому в структурі Енергоринку – 46,8% [1]. Ці дані свідчать про те, що на теперішній час результати роботи атомних станцій та їх ефективність є невід'ємною складовою економіки України. Надзвичайна стабільність роботи станцій обумовлена високою культурою безпеки у всіх підрозділах, що є неможливим без впровадження кращих доробок українських вчених в усіх дотичних галузях, зокрема і швейній промисловості як виробника спеціального одягу та цілої низки інших засобів індивідуального захисту.

Автором [2] було запропоновано принцип зонального диференціювання товщини захисного шару за яким одяг [3, 4] містить 3 захисні зони залежно від значенням тканинних вагових множників органів, тканин (Wt) та зон їх скупчення (рис. 1).

Мета і завдання дослідження

Виходячи з викладеного вище, а також зважаючи на значну масу такого одягу (7–32 кг), проблема її оптимізації та, відповідно, адаптації радіаційно-захисного шару до забезпечення необхідного захисту є першочерговою задачею наших досліджень.

Виклад основного матеріалу

Диференціювання товщини захисного шару можна досягти членуванням його на модулі, що розташовуються в кишенях. Тобто в залежності від кількості елементів в модулі (EM), що складається з визначеної кількості шарів радіаційно-захисного матеріалу регулюються захисні показники одягу, а кількість елементів в модулі дозволяє диференціювати товщину захисного шару різних частин тіла в залежності від визначеної топографії ділянок тіла людини (рис. 2).

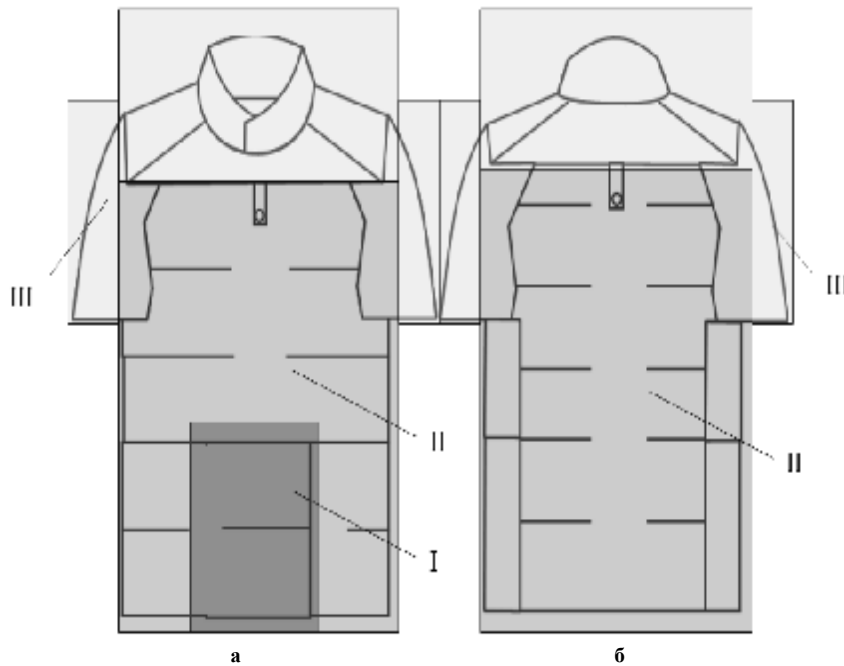


Рис. 1. Зональність у радіаційно-захисному костюмі (РЗК-1): а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; I – зона зосередження критичних органів I групи; II – зона зосередження критичних органів II групи; III – зона зосередження критичних органів I групи

Кількість ЕМ, згідно з визначеною топографією пропонується розраховувати для кожної зони за наступним рівнянням:

$$n_{EM} = \frac{d_m \cdot Wt_i}{d_{em} \cdot Wt_1}, \quad (1)$$

де d_m – товщина захисного шару для забезпечення захисту в к-разів; d_{em} – товщина ЕМ; Wt_i – величина тканинного вагового множника i -ї зони поверхні тіла людини ($Wt_I = 0,20$; $Wt_{II} = 0,12$; $Wt_{III} = 0,05$); Wt_1 – величина тканинного вагового множника першої зони ($Wt_1 = 0,20$).

Товщина захисного шару при цьому буде визначатись за формулою:

$$d_m = n_{EM} \cdot d_{EM} = \frac{\ln \frac{I_0 - I_f}{I_d - I_f}}{\mu}, \quad (2)$$

де I_0 – потужність експозиційної дози джерела випромінювання при товщині захисного шару $d_m=0$, мР/год; I_f – потужність експозиційної дози джерела випромінювання, що обумовлена природним фоном, мР/год; I_d – потужність експозиційної дози джерела випромінювання після ослаблення однорідним захисним шаром, мР/год; μ – лінійний коефіцієнт ослаблення, m^{-1} .

Значення n_{EM} належить до вихідних даних для проектування СЗО від ПР ІВ модульного типу.

Виходячи з результатів досліджень захисних властивостей та зміні висоти модулів, доцільно виготовляти модулі не тільки з технологічно-максимальною товщиною $d_{EM1}=4,64$ мм (8 шарів $O_5H_{11}+M_4$, при товщині одного шару 0,58 мм), а також і чотиришарові – $d_{EM2}=2,32$ мм, що дозволить забезпечити захист при оптимальній вазі та стабільності положення модуля. Оптимальна маса досягається за рахунок підбору ЕМ різної товщини в модулі (таблиця 1).

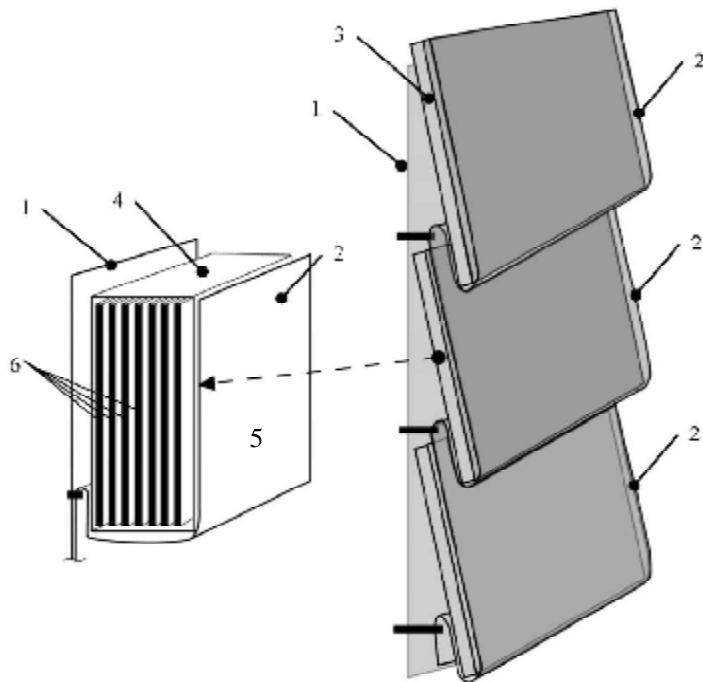


Рис. 2. Схема розташування кишень та захисних модулів в СЗО від ПР ІВ: 1 – матеріал зовнішнього боку кишені для захисного модуля; 2 – матеріал внутрішнього боку кишені для захисного модуля; 3 – захисний модуль; 4 – оболонка захисного модуля; 5 – шари РЗМ

**Визначення кількості елементів в модулі в залежності
від коефіцієнта послаблення $k(d_m)$ при $I = 0,126$ мР/год**

Коефіцієнт послаблення, $k(d_m)$	Розрахункова товщина модуля, d_m , мм	Прийнята кількість елементів в модулі, од., при категорії критичних органів та товщині ЕМ					
		в зоні I		в зоні II		в зоні III	
		d_{EM1}	d_{EM2}	d_{EM1}	d_{EM2}	d_{EM1}	d_{EM2}
1	2	3	4	5	6	7	8
1,04	1,16	-	1	-	1	-	1
1,02	1,74	-	1	-	1	-	1
1,03	2,32	-	1	-	1	-	1
1,126	2,90	1	-	-	1	-	1
1,131	4,06	1	-	-	1	-	1
1,22	4,64	1	-	1	-	-	1
1,32	5,22	1	1	1	-	-	1
1,31	5,80	1	1	1	-	-	1
1,62	6,38	1	1	1	-	-	1
1,45	6,96	2	-	1	-	-	1
1,49	8,12	2	-	1	-	-	1

Висновок

Отримані теоретичні розрахунки та результати експериментальних досліджень дозволяють їх практично застосувати на етапі проектування радіаційно-захисного одягу для працівників АЕС для забезпечення мінімальної маси одягу при максимальному захисті. Модульний зонально-диференційований захист окремих частин тіла працівника з урахуванням коефіцієнта послаблення іонізуючого випромінювання дозволяє забезпечити адекватний та, найголовніше, прогнозований захист частин тіла працівника. Така методика дозволяє індивідуально підходити при комплектуванні одягу відповідно до радіаційних умов та умов праці, а саме робіт на високоактивних поверхнях, при фронтальній дії випромінювання тощо.

Авторами розроблено рекомендації щодо комплектування радіаційно-захисного костюму модулями з урахуванням їх товщини, категорії критичних органів та запропоновано рівняння для розрахунку їх необхідної кількості.

Література

1. ДП НАЕК «Енергоатом» Працювати і сподіватись на краще [Електронний ресурс] // Енергоатом України. – 2012. – № 2. – Режим доступу : http://www.energoatom.kiev.ua/atachs/EAU-39_2012_Ukr.pdf.
2. Курганський А.В. Принцип зонального диференцювання товщини захисного шару / А.В. Курганський // Вісник КНУТД. – 2010. – № 6. – С. 114–116.
3. Пат. 30691 Україна, МПК G21F 3/00. Протирадіаційний жилет / Селіверстов А.Є., Третьякова Л.Д., Курганський А.В. – № 200711751 ; заявл. 24.10.2007; опубл. 11.03.2008. – № 1.
4. Пат. 20962 Україна, МПК (2006) G 21 F 3/00. Протирадіаційний костюм / Курганський А.В., Білоусова Г.Г. ; заявник та патентовласник Київський національний університет технологій та дизайну. – № u200609837 ; заявл. 14.09.2006 ; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2.

References

1. DP NAEK "Energoatom" [Elektronnyy a resource]//Energoatom Ukraini. - 2012. - № 2. - the Mode to access: <http://www.energoatom.kiev.ua/atachs/EAU-39-2012-Ukr.pdf>.
2. Kurgansky A.V. Principle zone a sphere/and. V.Kurgansky// - 2010. - №6. - P.114-116.
3. The Patent of 30691 Ukraina, MPK G21F 3/00. A protirad_ats_jny waistcoat / Seliverstov A.E, Tretjakova L.D., Kurganskij A.V.; Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine - №u200711751; 10/24/2007; 3/11/2008, Bjul. №1.
4. The Patent of 20962 Ukraina, MPK (2006) G 21 F 3/00. A protirad_ats_jny suit / Kurganskij A.V., Bilousova, G; Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine - №u200609837; заявл. 9/14/2006; опубл. 2/15/2007, Bjul. №2.

Рецензія/Peer review : 11.3.2013 р.

Надрукована/Printed :20.4.2013 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Березненко С.М.