

ЗАХАРКЕВИЧ О. В.Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-6542-9727>
e-mail: zakharkevych@khmmu.edu.ua**КУЛЕШОВА С. Г.**Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0003-2361-2950>
e-mail: kuleshovas@khmmu.edu.ua**ТКАЧУК С. В.**Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-2283-9101>
e-mail: denver8403@gmail.com**ЛУК'ЯНЧУК С. В.**

Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОДЯГУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В роботі наведено результати досліджень перспектив застосування полімерних матеріалів для виготовлення одягу спеціального призначення робітників атомних електростанцій для захисту від радіоактивного забруднення з представленням проєктованих методів обробки вузлів куртки чоловічої.

Ключові слова: спеціальний одяг для працівників атомних електростанцій, герметизуючі шви, полімерні матеріали.

Oksana ZAKHARKEVICH, Svitlana KULESHOVA, Serhii TKACHUK, Svitlana LUKYANCHUK
Khmelnitskyi National University

ANALYSIS OF PROSPECTS OF APPLICATION OF POLYMERIC MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF NUCLEAR PROTECTIVE CLOTHING

The article is devoted to identifying the main ways to improve the design and manufacture of clothing for nuclear power plant workers to ensure the competitiveness of domestic products. The scientific novelty of the work is that it further developed the issue of systematization of the range of nuclear protective clothing, which identified ways to improve its design processes in the domestic garment industry. The practical significance of the work lies in the use of polymeric materials in the designed methods of processing the components of the developed suit of nuclear protective clothing. The authors analyze the current state of research in the design and manufacture of nuclear protective clothing. Depending on the work performed, the range of nuclear protective clothing is considered from the standpoint of the materials used. The world leaders producing nuclear protective clothing are 3M; Lakeland; DuPont; Honeywell; Microgard; Delta Plus; Kappler; Casco; MATISEC; VersarPPS. According to the results of the analysis of the range of nuclear protective clothing, it is determined that the vast majority of manufacturers focus on the materials from which nuclear protective clothing is made to protect against radiation pollution and other harmful factors. As a result of scientific research, the basic approaches of the world leaders-manufacturers of nuclear protective clothing concerning the connection of details of products are defined. A database of seams used to make nuclear protective clothing has been formed. Among the variety of protective clothing, the basic design and technological solutions of protective clothing are identified as those that most fully protect against certain types of hazards for various industries in terms of passive methods of employee protection. The selected range of basic protective clothing includes suits and varieties of pants and jackets. A men's jacket as a part of nuclear protective clothing is proposed, and methods of processing the product's main components based on the use of polymeric materials are improved. Sealing the joints of the product parts using a film with a polymer coating is suggested. The authors have formulated requirements for materials used for the manufacture of suits for nuclear power plant workers: indicators of physical and mechanical, and physicochemical properties of materials for manufacturing white suits.

Keywords: nuclear protective clothing, sealing the seams, polymeric materials.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Бурхливий розвиток ядерної енергетики, накопичення великих запасів радіоактивних речовин та використання бойових отруйних речовин обумовлює актуальність теми створення сучасних видів засобів індивідуального захисту людини в умовах радіоактивного забруднення.

Науковці провідних організацій упродовж тривалого часу займалися дослідження медичних аспектів дії радіоактивного випромінювання, створенням методів і обладнання для вивчення властивостей, розробкою нових видів радіаційно-захисного одягу. Роботи Голінько В.І. [1], Третьякової Л.Д. [2, 3], Курганського А.В. [4], Колосніченко М.В. [11, 16, 21], Кожушко Р.Ю. [12], Остапенко Н.В. [15, 16, 21], Крючкової С.А. [22] та ін. присвячено вивченню наслідків радіаційного випромінювання, розробці лабораторної бази і створенню матеріалів і нових видів одягу для захисту від радіоактивного забруднення.

Створення безпечних умов праці та реалізація в Україні кращих європейських і світових практик промислової безпеки, гігієни праці та виробничого середовища неможливе без проєктування, виготовлення і впровадження якісно нових різновидів засобів індивідуального захисту працівників. Не маючи глибинного наукового обґрунтування, визначених методів і критеріїв оцінки параметрів захисного одягу, важко розширити номенклатуру виробів, потреба в яких безперервно зростає.

Аналіз останніх джерел

Атомна енергетика на сьогодні є найбільш економічним і екологічно чистим способом виробництва електроенергії і промислового тепла за умови забезпечення ядерної, радіаційної і технічної безпеки атомних електростанцій (АЕС) [4]. Основними чинниками радіаційної дії на персонал АЕС є потоки зовнішнього іонізуючого випромінювання (ІВ) від вказаних джерел. Основне дозове навантаження на персонал відбувається під час зупинки блоків, коли проводяться планові і профілактичні роботи (ППР) та під час ліквідації наслідків аварій на АЕС, коли виникає проблема захисту персоналу від дії джерел іонізуючого випромінювання, поблизу яких проводяться роботи.

Актуальність теми обумовлена незадовільним рівнем захисту працівників АЕС існуючими видами спеціального захисного одягу для профілактичних робіт при ІВ. В зв'язку з цим, актуальним є питання створення даного виду одягу з вітчизняних матеріалів та на українських підприємствах.

Технічне регулювання якості виробів захисного одягу забезпечується національним законодавством та міжнародними актами, ратифікованими Україною та передбаченими Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, застосуванням низки нормативних документів, серед яких визначальну роль відіграють національні стандарти, більшість яких на часі гармонізовано з європейськими та міжнародними відповідно до національного законодавства та міжнародних актів [5, 6, 7]. Наразі актуальність визначеного напрямку досліджень з проблеми розробки ефективного захисного одягу різної функціональної спрямованості видається беззаперечною і підтвердженням того є статистичні дані про рівень виробничого травматизму і смертності працівників [8, 9, 10].

Велике значення на розвиток науки в галузі розробки ефективного захисного одягу і матеріалів для них мають наукові здобутки таких фахівців, як Романов В.С., Чубарова З.С., Русинова А.М., Колесніков П.А., Мичко А.А., Третьякова Л.Д. [2, 3], Колосніченко М.В. [11], Tappura K., Holdstock P. та інші. Проте багатофакторність і міждисциплінарність розвитку наукових основ проектування захисного одягу, стійка тенденція до появи на світовому ринку нових текстильних захисних матеріалів, сучасні технології виготовлення одягу виключають одномоментність рішень та вичерпність теми.

До параметрів засобів індивідуального захисту висувають велику кількість показників, які важко досягнути в повному обсязі: сфера застосування; захисні властивості; асортиментний ряд; показники якості, надійності, економічності, комфортності, ергономічності [2, 3]. Показники якості ЗІЗ загального призначення регламентуються великою кількістю нормативних документів, спеціальних стандартів та внутрішніх документів. Наприклад, відповідно до діючих стандартів встановлено 26 показників якості для виробничого захисного одягу (ЗО), 28 – для захисного взуття, 18 – для герметичного одягу, 16 – для респіраторів і 20 – для дихальних апаратів [9, 10].

Автором [3] висвітлено проблеми створення сучасних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) працівників АЕС. Розроблено рецептури полімерних матеріалів з прогнозованими властивостями, призначені для створення засобів індивідуального захисту визначеної функціональної спрямованості. Встановлено закономірності впливу характеристик якості нових полімерних матеріалів на показники захисту, надійності та безпеки використання захисного одягу за умов виробничого середовища АЕС. Наведено математичну модель і метод структурної оптимізації для обґрунтування способів підвищення ефективності захисних комплектів. Увагу приділено розробці конструктивно-технологічних рішень та впровадженню у виробництво ізолювальних, фільтрувальних, радіаційнозахисних комплектів для працівників АЕС.

У дослідженнях [4] проведено аналіз і запропоновано класифікації засобів індивідуального захисту персоналу АЕС і радіаційно-захисних матеріалів. Уточнено перелік і здійснено оцінювання значущості показників якості одягу. Обґрунтовано використання засобів для зменшення впливу ваги спеціального одягу на тіло працівника. Розроблено експериментальну установку для визначення ефективності використання каркасу для зниження навантаження на плечову ділянку від маси одягу. Запропоновано фізичну та математичну моделі процесу впливу ваги одягу для захисту від підвищеного рівня іонізуючого випромінювання на тіло людини.

Автором [12] розроблено номенклатуру показників якості виробів фільтрувального та ізолюючого типів, яка окрім загальних та спеціалізованих показників, що регламентовані ГОСТ 12.4.016-83, включає також додаткові показники. Відповідно до вказаних вимог були підібрані властивості матеріалів, які в результаті проведеного аналізу можуть бути використані для одягу для захисту від радіаційного забруднення фільтрувального та ізолюючого типів.

Над розробкою нових видів ізолювального, радіаційнозахисного та фільтрувального захисного одягу працюють і вчені світу [13, 14]. Наприклад, розробляють переносну охолоджувальну систему, яка призначена підтримувати нормальну температуру людського тіла [13].

Проведений аналіз дозволив визначити, що провідну роль у розробці одягу для захисту від радіоактивного забруднення, який буде відповідає вимогам експлуатації відіграє правильний вибір пакету матеріалів, який базується на об'єктивній та всебічній оцінці його захисних властивостей, а також конструкторсько-технологічні особливості одягу.

Формування цілей статті

Мета роботи – визначення основних шляхів удосконалення процесів проектування та виготовлення одягу для робітників атомних електростанцій для забезпечення конкурентоспроможності виробів вітчизняного виробництва. Для досягнення мети передбачено виконання наступних завдань:

- проаналізувати сучасний стан досліджень в галузі проектування та виготовлення одягу для захисту від радіоактивного забруднення;
- проаналізувати асортимент спеціального одягу для працівників атомних електростанцій в залежності від виконуваних робіт;
- визначити світових лідерів-виробників спеціального одягу для працівників атомних електростанцій;
- виділити основні шляхи удосконалення процесів проектування та виготовлення спеціального одягу для працівників атомних електростанцій.

Об'єктом дослідження є процес проектування одягу для захисту від радіоактивного забруднення із застосуванням полімерних матеріалів. Предмет дослідження – асортимент одягу робітників атомних електростанцій. Наукова новизна роботи полягає в тому, що в ній набуло подальшого розвитку питання систематизації асортименту спеціального одягу для робітників атомних станцій, що дозволило виділити шляхи удосконалення процесів його проектування в умовах вітчизняних підприємств швейної промисловості.

Практичне значення роботи полягає в застосуванні полімерних матеріалів в проєктованих методах обробки вузлів розробленого костюма спеціального одягу для працівників атомної електростанції.

Виклад основного матеріалу

Станом на 2022 рік у 31 країні світу експлуатується 191 атомна електростанція з 448 енергоблоками (рис. 1). 57 енергоблоків знаходяться на стадії будівництва. 162 енергоблоки закриті, ще 1 не працює, проте рішення про остаточне закриття ще не прийняте. Найбільша АЕС в Європі – Запорізька атомна електростанція в місті Енергодарі (Запорізька область). В Україні розташовані п'ять АЕС. На працюючих українських АЕС встановлено 15 енергоблоків сумарною потужністю 13 888 МВт, які виробляють приблизно 40~50% від загального обсягу електроенергії в Україні.

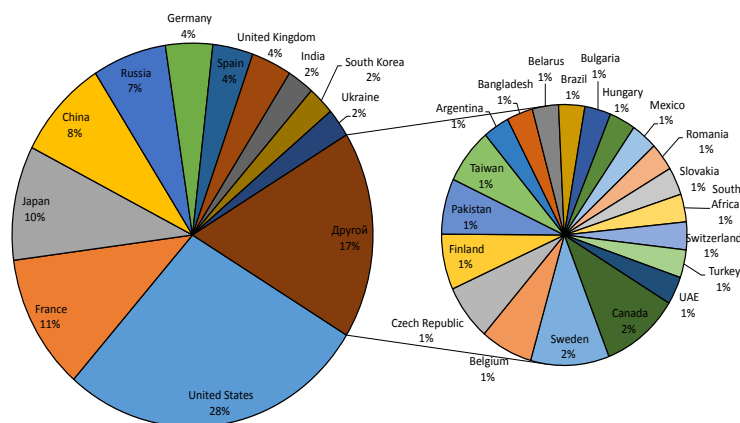


Рис. 1. Розподіл атомних електростанцій по країнах світу

Величезна кількість АЕС у світі спричинює необхідність у відповідному спецодягові. Відповідно велика кількість фірм-виробників спеціального одягу зі світовим ім'ям пропонують свої послуги та продукцію онлайн, а використання цих видів спецодягу легко прослідкувати через офіційні сайти атомних електростанцій світу (таблиця 1).

Перевищення рівня травматизму і кількості професійних захворювань в Україні порівняно з аналогічними показниками у країнах Європейського Союзу і, водночас, перенасиченість ринку виробів захисного одягу, зумовлює потребу аналізу багатofакторної моделі виробничого середовища – комплект захисного одягу – процес і результат діяльності – самопочуття та здоров'я працівника [15].










В результаті аналізу визначено, що виробники захисного одягу розрізняють: за терміном експлуатації, за сезоном, за призначенням, за особливостями додаткового регулювання підодягового мікроклімату (при активному та пасивному способі захисту). існує також класифікація одягу за асортиментом, а саме виробники для захисту голови, ніг, рук, захисний одяг тощо [11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

Згідно основних стандартів термін «спеціальний одяг» (від лат. specialis – особливий, своєрідний) визначається як виробничий одяг для захисту тих, хто працює від впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників [20, 23]. У зв'язку з гармонізацією національних стандартів з регіональними і міжнародними з'явилась термінологія, притаманна закордонним стандартам. Одяг спеціальний – одяг, що використовують на заміну звичайного або одягають зверху нього з метою захисту працівника від одного або декількох видів небезпеки [23]. Стійким словосполученням є спецодяг.

Захисний одяг виготовляють із тканин різного сировинного складу, структури, призначення тощо; натуральних шкір; штучних шкір; трикотажних полотен; хутра; нетканних матеріалів; матеріалів з покриттям (гумовим, полівінілхлоридним, металізованим тощо); матеріалів з просочуванням (вогнестійким, кислотозахисним, іскростійким, комбінованим тощо) тощо [24, 25].

Таблиця 1

Спеціальний одяг працівників АЕС світу

Країна	АЕС	Зображення спеціального одягу робітників АЕС
Іспанія	Almaraz Nuclear Power Plant	
Японія	Sendai	
	KKashiwazaki-Kariwa Nuclear Power Plant (найбільша у світі)	
Південна Корея	Kori Nuclear Power Plant	
Канада	Bruce Nuclear Generating Station	
Україна	Запорізька АЕС (найбільша у Європі)	
	Рівненська АЕС	
	Південно-українська АЕС	
	Хмельницька АЕС	

Основне виробництво одягу для захисту від радіоактивного забруднення зосереджене в наступних регіонах світу: Північна Америка, Європа, Китай, Японія, Південно-східна Азія та Індія [26]. Світовими лідерами-виробниками спеціального одягу для працівників атомних електростанцій є наступні: 3M; Lakeland; DuPont; Honeywell; Microgard; Delta Plus (переважно пристрої, аксесуари, різноманітні технічні засоби для захисту від шкідливих факторів середовища тощо); Kappler; Kasco (переважно пристрої, аксесуари, різноманітні технічні засоби для захисту від шкідливих факторів середовища тощо); MATISEC; VersarPPS (таблиця 2).

Таблиця 2

Аналіз асортименту захисного одягу для захисту від радіаційного забруднення

Фірма-виробник	Основний матеріал	Костюм (модель)	Кількість моделей	
1	2	3	4	
Lakeland http://cdn2.hubspot.net/hubfs/134559/Canada/Site_Pages/Docs/cdn_disp_chem_bg_rev1.pdf	Micromax	Micromax [®] NS	13	
		Micromax [®] NS Cool Suit	2	
	SafeGard	SafeGard [®]	8	
		ZoneGard	ZoneGard [®]	3
	Pyrolon	Pyrolon [®] Plus 2	1	
		Pyrolon [®] CRFR	6	
	ChernMax		ChernMax [®] 1	7
			ChernMax [®] 2	8
			ChernMax [®] 3	8
ChernMax [®] 4			5	
Interceptor		Interceptor [®]	4	
Microgard http://microgard.com/adminimages/microgard_brochure_English.pdf	Microgard	Microgard [®] 1500	1	
		Microgard [®] 1500 PLUS	1	
		Microgard [®] 2000	25	
		Microgard [®] 2500	11	
		Microgard [®] FR	1	
	Microchem		Microgard [®] CFR	1
			Microchem [®] 3000	13
			Microchem [®] 4000	15
		Microchem [®] 5000	6	
1	2	3	4	
Kappler https://www.kappler.com/	PROVENT	PROVENT	12	
		PROVENT BC	4	
		PROVENT PLUS	10	
	LANTEX	LANTEX 100	1	

	ZYTRON	ZYTRON 100XP	8	
		ZYTRON 200	15	
		ZYTRON 300	17	
		ZYTRON 400	9	
		ZYTRON 5000	14	
	DURACHEM	DURACHEM 200	13	
		DURACHEM 500	1	
	FRONTLINE	FRONTLINE 300	4	
		FRONTLINE 500	3	
	Honeywell https://www.honeywellsafety.com/Europe/Product_Catalog/Protective_Clothing.aspx?tid=1151&bid=0&hid=0&iid=267&uid=637112371079137894	Hapichem	Hapichem	1
Type 3		Type 3 – liquid-tight protection (jet)	1	
FR		FR-Flame-retardant protection	1	
Emmanuelle		Emmanuelle	1	
Deltasafe		Deltasafe – Flame retardant (FR) M1 polypropylene coveralls	1	
Mururoa		Mururoa	1	
Gridel		Gridel	1	
MAR 95-3		MAR 95-3	1	
MATISEC https://www.matisec.com/products-services/nuclear-protection/ventilated-suits	MATIVENT HOOD	MATIVENT HOOD	1	
	MRV5 PROTECTIVE SUIT	MRV5 PROTECTIVE SUIT	1	
	PK17 PROTECTIVE SUIT	PK17 PROTECTIVE SUIT	1	
	TIVA PROTECTIVE SUIT	TIVA PROTECTIVE SUIT	1	
DuPont http://www.dupont.co.uk/products-and-services/personal-protective-equipment/chemical-protective-garments-accessories/uses-and-applications/nuclear-protective-clothing.html	Tychem®	Tychem®C&C2	1	
		Tychem®C	1	
		Tychem®F&F2	1	
		Tychem®F	1	
		Tychem® 2000 C Standard	1	
		Tychem® 6000 F Standard	1	
		Tyvek® 600 Plus	1	
DuPont http://www.dupont.co.uk/products-and-services/personal-protective-equipment/chemical-protective-garments-accessories/uses-and-applications/nuclear-protective-clothing.html	Tyvek®	Tyvek® 500 Xpert	1	
		Tyvek® Industry	1	
		Tyvek® Classic Xpert	1	
		Tyvek® Classic PLUS	1	
		Tyvek® Labo	1	
		Tyvek®+SMS	Tyvek® Dual	1
		SMS	ProShield® 10	1
			ProShield® 30	1
ProShield® FR	1			

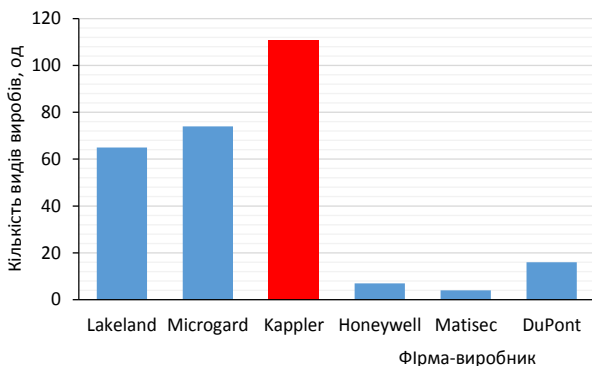


Рис. 2. Визначення світових лідерів-виробників спеціального одягу для захисту від радіаційного забруднення

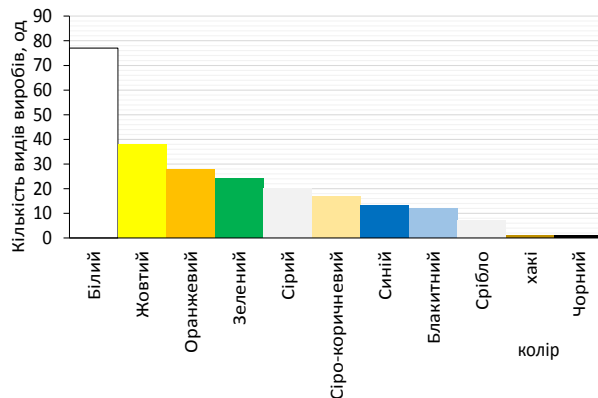


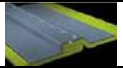






Рис. 3. Кольори матеріалів, що застосовуються для виготовлення спеціального одягу для захисту від радіаційного забруднення

З'єднання деталей виробів для захисту голови, рук, ніг залежно від їх захисних властивостей і матеріалів, що застосовуються, виконують нитковим, зварним, клейовим, комбінованим способами [18, 22, 23, 27, 29]. Крім того, одяг для захисту від радіаційного забруднення часто розробляють одноразовим [26].

Таблиця 3

Аналіз швів, що використовують для виготовлення спеціального одягу світові лідери-виробники

З'єднання	Шов	Зображення шва	Фірма-виробник
Ниткове	Serged / Stitched / Красобметувальна строчка		Lakeland Kappler Microgard DuPont
	Bound / Обкантований		Lakeland Kappler Microgard

Ниткове + клейове	Heat Sealed / Taped / Stitched & Taped / Проклеєний		Lakeland
			Kappler
			Microgard
Ниткове + клейове	Heat Sealed Plus / Проклеєний з двох боків		Lakeland
Ультразвукове	Ultrasonic / Ultrasonically Welded / Ультразвукове зварювання		Kappler
			Microgard
	Ultrasonically Welded & Taped / Ультразвукове зварювання і проклеєний		Microgard

Таким чином, в результаті досліджень, для виготовлення одягу спеціального призначення робітників атомних електростанцій для захисту від радіоактивного забруднення обрано костюми, складовими яких є різновиди штанів і курток. Костюм виробничий – виробничий одяг, який складається з куртки (блузи) і штанів (напівкомбінезону) для захисту тулуба, рук і ніг від різних виробничих факторів. Костюм виробничий може бути в комплекті з жилетом, головним убором, фартухом [23].

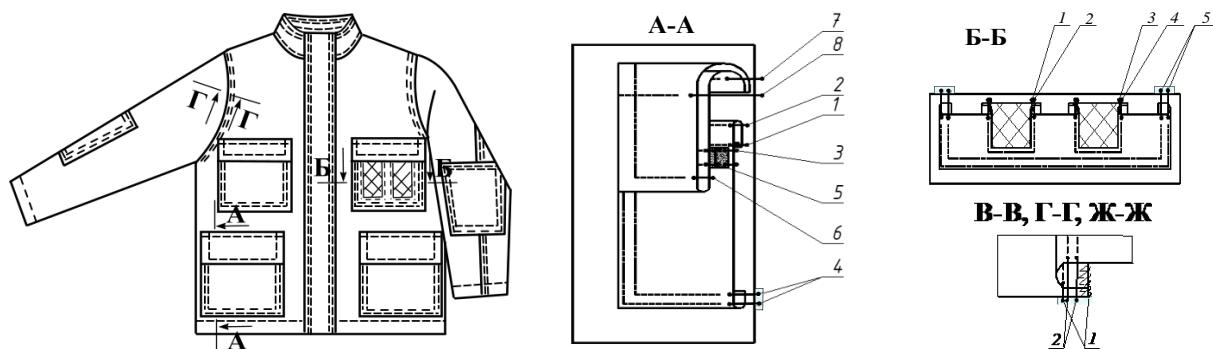
Запропоновано модель-пропозицію чоловічої куртки. З урахуванням даних таблиці 3, місця з'єднання деталей таких виробів рекомендовано герметизувати [2, 3, 26-29].

Куртка прямого силуету, для чоловіків, довжиною до лінії стегон, з застібною на тасьму-блискавку та вітрозахисну планку із застібною на тасьму текстильну. У верхній частині лівої пілочки-накладна кишеня з подвійним віконцем із термоплівки (18x15 см) з клапаном на двох текстильних застібках. У верхній частині правої пілочки – накладна кишеня з клапаном на двох текстильних застібках. Нижня частина пілочки з двома накладними кишенями з клапанами на текстильній застібці. Спинка суцільновикроєна. Комір-стояк шириною 8 см. Рукава вшивні, прямі з ліктьовим швом з підсилювальними накладками на ліктях. Низ рукава оброблено швом упідгін.

Оздоблювальні строчки прокладені по відльоту коміра-стояка, швах настрочування кишень, настрочування вітрозахисної планки, швах настрочування підсилювальних накладок прокладені подвійні оздоблювальні строчки на відстані 0,2 см і 0,7 см. Закріпки для посилення швів в наступних місцях: 12 на кишнях накладних куртки і штанів, 12 на клапанах куртки і штанів, 2 по вітрозахисній планці.

Термостійка прозора плівка, застібка-блискавка, текстильна застібка виготовлені із матеріалів, які витримують температуру до 100°C при сушінні та пранні, витримують механічне навантаження при пранні в пральних машинах барабанного типу та при прасуванні на прасувальних пресах.

На основі аналізу результатів попередніх досліджень (табл. 2, 3, рис. 2, 3) визначено вимоги до матеріалів, що застосовуються: Показники фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей матеріалів, для виготовлення костюмів білого кольору: тканина – саржевого переплетіння, відбілена; склад – 100% бавовна; мінімальна густина тканини – 240 г/м²; стійкість тканини до розривних навантажень (основа/уток), Н, не менше – 1000/600; зміна лінійних розмірів після прання (основа/уток), %, не більше, не більше 1,5/1,5; стійкість до стирання по ГОСТ 18976-73, циклів, не менше – 2900, стійкість забарвлення до прання по ГОСТ 9733.4-83, бали, не менше 4, стійкість забарвлення до сухого тертя по ГОСТ 9733.27-83, бали, не менше 4. З'єднання зрізів деталей костюму виконують зшивним, обшивним, настрочним і накладним швами. Місця з'єднання деталей виробу запропоновано герметизувати використовуючи плівку з полімерним покриттям (рис. 4) [3, 29, 30].



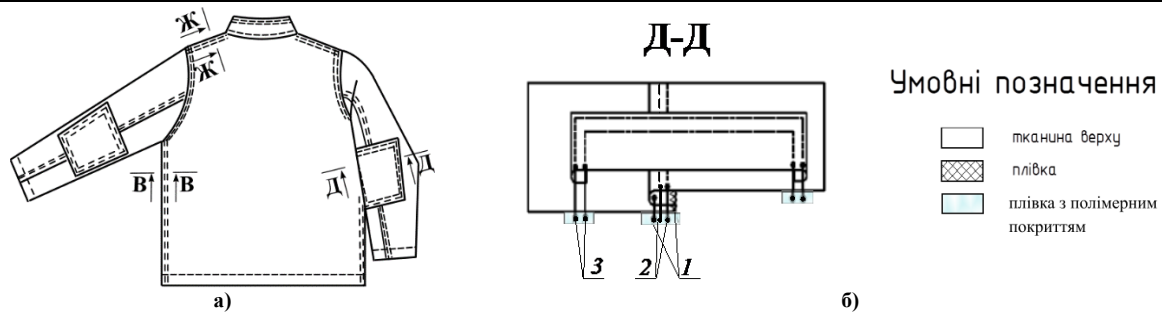


Рис. 4. Проектовані методи обробки вузлів куртки:
а) – вигляд виробу спереду і ззаду; б) – основні вузли виробу

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Проаналізовано сучасний стан досліджень в галузі проектування і виготовлення одягу для захисту від радіоактивного забруднення. Асортимент спеціального одягу для працівників атомних електростанцій в залежності від виконуваних робіт розглянуто з позицій використаних матеріалів. Визначені світові лідери-виробники спеціального одягу для працівників атомних електростанцій, а саме: 3M; Lakeland; DuPont; Honeywell; Microgard; Delta Plus; Kappler; Kasco; MATISEC; VersarPPS. Згідно з результатами аналізу асортименту спеціального одягу визначено, що переважна більшість виробників концентрують свою увагу на матеріалах, з яких виготовляють спеціальний одяг для захисту як від радіаційного забруднення, так і від інших шкідливих факторів.

В результаті проведення наукових досліджень визначено основні підходи світових лідерів-виробників спеціального одягу щодо з'єднання деталей виробів. Сформовано базу даних швів, що використовують для виготовлення спеціального одягу.

Серед розмаїття захисного одягу виділені базові конструктивно-технологічні рішення виробів захисного одягу, як такі, що найбільш повно забезпечують захист від визначених видів небезпек для різних галузей виробництва за умов пасивного способу захисту працівника. До обраного асортименту основного захисного одягу належать костюми, складовими яких є різновиди штанів і курток.

Запропоновано модель-пропозицію чоловічої куртки і удосконалено методи обробки основних вузлів на основі застосування полімерних матеріалів. Місця з'єднання деталей виробу запропоновано герметизувати використовуючи плівку з полімерним покриттям.

Сформовано вимоги до матеріалів, що застосовуються для виготовлення костюма для робітників атомної електростанції: показники фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей матеріалів, для виготовлення костюмів білих. Результати розрахунків вказують на те, що проектовані методи обробки вузлів куртки чоловічої забезпечують більшу економічну ефективність виробництву за рахунок високої якості продукції при мінімальних витратах часу на виготовлення вказаного виробу. Згідно з проведеними дослідженнями інновацій у галузі розробки спеціального одягу для робітників атомної електростанції доцільно зосередитися на удосконаленні та розробці нових матеріалів для розширення асортименту та якості продукції, а також впровадженні смарт-технологій для поліпшення комунікації між замовниками-користувачами кінцевої продукції та виробниками.

Література

1. Голінько В.І. Проектування засобів індивідуального захисту працюючих : навч. посіб. / В.І. Голінько, Л.Д. Третякова, С.І. Чеберячко; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 181 с.
2. Третякова Л. Д. Новітні рішення проблеми індивідуального захисту працівників атомних електричних станцій: Монографія / Л. Д. Третякова. – К.: Основа, 2016. – 216 с.
3. Tretiakova L. Designing of rational structure of range of insulating protective clothing on the basis of the principles of transformation / L. Tretiakova, N. Ostapenko, M. Kolosnichenko, K. Pashkevich, T. Avramenko // *Vlakna a textil (Fibres and Textiles)*. – 2016. – Volume 23(4). – P. 27–35. – Режим доступу : https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42495/1/Designing_of_Rational_Structure.pdf
4. Курганський А. В. Розробка спеціального одягу для захисту від підвищеного рівня іонізуючого випромінювання : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.19 / Курганський Андрій Володимирович ; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. – К., 2011. – 21 с.
5. Законодавство України. [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів від 27 серпня 2008 р. N 761 про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту відповідно до статті 14 Закону України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» (3164–15). Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/761-2008-%D0%BF>.
6. Засоби індивідуального захисту (IMAS 10.30:2013, IDT): ДСТУ-П IMAS 10.30:2016. – [Чинний від 2016-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2016. – 14 с. – (Національний стандарт України).
7. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Основні положення : ДСТУ 3900.101:2014. – [Чинний від 2014-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2001. – 14 с. – (Національний стандарт України).
8. Праця України у 2013 році [Електронний ресурс] : Статистичний збірник. Державна служба статистики України, 2014. – Режим доступу : https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ11_u.htm.

9. Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення [Електронний ресурс] : ДСТУ 2156-93. – [Чинний від 1995-01-01] – Режим доступу : http://document.ua/bezpechnist-promislovih-pidприємств_-termini-ta-viznachennja-nor3429.html.
10. Івчук Ю. Ю. «Безпека праці (безпечні і здорові умови праці)» як компонента «гідної праці» в трудовому праві / Ю. Ю. Івчук // Право та інновації. – 2015. – № 4. – С. 129–137.
11. Колосніченко М.В. Розвиток наукових основ створення термозахисного спеціального одягу : дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.04 / Колосніченко Марина Вікторівна ; Київський національний ун-т технологій та дизайну. – К., 2004. – 376 с.
12. Кожушко Р. Ю. Розробка одягу для захисту від радіоактивного забруднення : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.19 / Кожушко Роман Юрійович ; Київський національний ун-т технологій та дизайну. – К., 2009. – 20 с.
13. Delkumburewatte G. B. Wearable cooling system to manage heat in protective clothing / G. B. Delkumburewatte, T. Dias. // The Journal of the Textile Institute. – 2012. – Vol. 103. – P. 483–489.
14. McLellan T. M. Protective clothing ensembles and physical employment standards / T. M. McLellan, G. Havenith. // Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. – 2016. – Vol. 41. – P. 121–130.
15. Остапенко Н. В. Розвиток наукових основ дизайн-проектування захисного одягу з використанням принципів трансформації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.19 "технологія текстильних матеріалів, швейних і трикотажних виробів" / Остапенко Наталія Валентинівна – Київ, 2017. – 44 с.
16. Дизайн-проектування виробів спеціального призначення : навч. посіб. / Н.В. Остапенко, М.В. Колосніченко, Т.В. Луцкер та ін. – К. : КНУТД, 2016. – 320 с.
17. Tranemo advanced workwear 2017 [Electronic resource]. – Mode of access : https://issuu.com/monelw/docs/tranemo_cat33_uk?e=11284842/42652323.
18. Каталог фірми BRISTOL Uniforms [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.bristoluniforms.com>.
19. Каталог фірми flamepro [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.flamepro.com>.
20. Каталог фірми Dräger [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dräger.com.heimanfireequipment.com>.
21. Остапенко Н.В. Проектування спеціального одягу / Н.В. Остапенко, О.В. Колосніченко // Енциклопедія швейного виробництва : навч. посіб. – К. : «Самміт-книга», 2010. – 968 с.
22. Крючкова С.А. Дослідження конструктивно-технологічних рішень захисного одягу для працівників АЕС / С.А. Крючкова, Н.В. Остапенко, Л.Д. Третякова : тези доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (25–26 квітня 2013р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. – К. : КНУТД, 2013. – Т.1. – С. 67.
23. Одяг спеціальний захисний. Загальні вимоги (EN 340:1993, IDT) : ДСТУ EN 340-2001. – [Чинний від 2003-07-01]. – К. : Держпозживстандарт України, 2003. – 12 с. – (Національний стандарт України).
24. Галик І. С. Текстильні матеріали та вироби : тлумачний словник / І. С. Галик, Б. Д. Семак. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2010. – 224 с.
25. Галик І. С. Шляхи підвищення конкурентоспроможності вітчизняного текстилю на ринках / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 2. – С. 97-102.
26. Nuclear Protective Clothing Market Rising Trends, Demand and Sales 2019 to 2025 [Electronic resource] // The Ukiah Post. – 2019. – Available at: <https://www.ukiahpost.com/nuclear-protective-clothing-market-rising-trends-demand-and-sales-2019-to-2025/>.
27. Technical aspects of dissolvable protective clothing / [M. E. Cournoyer, D. L. Wannigman, S. Lee et al.]. // Journal of Chemical Health and Safety. – 2012. – Vol.19. – P. 2–11.
28. Struminska T. Designing of special clothing based on experimental researches of material properties / T. Struminska, S. Prasol, E. Kolosnichenko, N. Chuprina and N. Ostapenko // Vlakna a textil (Fibres and Textiles). – 2019. – Volume 4. – P. 84–95. – Режим доступу : http://vat.ft.tul.cz/2019/4/VaT_2019_4_10.pdf
29. Шаран Т. Г. Удосконалення виготовлення спецодягу з підвищеними захисними властивостями для робітників металообробних цехів: дис. ... канд. тех. наук : 05.18.19 / Шаран Тетяна Григорівна. – Хмельницький, 2012. – 153 с.
30. Horiashchenko S. Mechanical properties of polymer coatings applied to fabric / S Horiashchenko, J Musiał, K Horiashchenko, R Polasik, T Kałaczyński // Polymers. – 2020. – Volume 12 (11). – 2684. – Режим доступу : https://mdpi-res.com/d_attachment/polymers/polymers-12-02684/article_deploy/polymers-12-02684-v2.pdf?version=1605672997

References

1. Gholinjko V.I. Proektuvannja zasobiv indyvidualjnogho zakhystu pracjujuchykh : navch. posib. / V.I. Gholinjko, L.D. Tretjakova, S.I. Cheberjachko; M-vo osvity i nauky Ukrajinu, Nac. ghirm. un-t. – Dnipro : NGhU, 2017. – 181 s.
2. Tretjakova L. D. Novitni rishennja problemy indyvidualjnogho zakhystu pracivnykiv atomnykh elektrychnykh stancij: Monohrafija / L. D. Tretjakova. – K.: Osnova, 2016. – 216 s.

3. Tretiakova L. Designing of rational structure of range of insulating protective clothing on the basis of the principles of transformation / L. Tretiakova, N. Ostapenko, M. Kolosnichenko, K. Pashkevich, T. Avramenko // *Vlakna a textil (Fibres and Textiles)*. – 2016. – Volume 23(4). – P. 27–35. – Rezhym dostupu : https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42495/1/Designing_of_Rational_Structure.pdf
4. Kurghanskyj A. V. Rozrobka specialjnogo odjaghu dlja zakhystu vid pidvyshhenogho rivnja ionizujuchoho vyprominjuvannja : avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.18.19 / Kurghanskyj Andrij Volodymyrovych ; Kyjiv. nac. un-t tekhnologij ta dyzajnu. – K., 2011. – 21 s.
5. Zakonodavstvo Ukrainy. [Elektronnyj resurs] : Postanova Kabinetu Ministriv vid 27 serpnja 2008 r. N 761 pro zatverdzhennja Tekhnichnogho rehglamentu zasobiv indyvidualjnogo zakhystu vidpovidno do statti 14 Zakonu Ukrainy «Pro standarty, tekhnichni rehglamenty ta procedury ocinky vidpovidnosti» (3164–15). Rezhym dostupu : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/761-2008-%D0%BF>.
6. Zasoby indyvidualjnogo zakhystu (IMAS 10.30:2013, IDT): DSTU-P IMAS 10.30:2016. – [Chynnyj vid 2016-07-01]. – K. : Derzhstandart Ukrainy, 2016. – 14 s. – (Nacionalnyj standart Ukrainy).
7. Bezpeka u nadzvychajnykh situacijakh. Osnovni polozhennja : DSTU 3900.101:2014. – [Chynnyj vid 2014-07-01]. – K. : Derzhstandart Ukrainy, 2014. – 14 s. – (Nacionalnyj standart Ukrainy).
8. Pracija Ukrainy u 2013 roci [Elektronnyj resurs] : Statystychnyj zbirnyk. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2014. – Rezhym dostupu : https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ11_u.htm.
9. Bezpechnistj promyslovych pidpryjemstv. Terminy ta vyznachenja [Elektronnyj resurs] : DSTU 2156-93. – [Chynnyj vid 1995-01-01] – Rezhym dostupu : http://document.ua/bezpechnist-promislovih-pidpriemstv_-terminy-ta-viznachenja-nor3429.html.
10. Ivchuk Ju. Ju. «Bezpeka praci (bezpechni i zdorovi umovy praci)» jak komponenta «ghidnoji praci» v trudovomu pravi / Ju. Ju. Ivchuk // *Pravo ta innovaciji*. – 2015. – № 4. – S. 129–137.
11. Kolosnichenko M.V. Rozvytok naukovykh osnov stvorennja termozakhysnogho specialjnogo odjaghu : dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.19.04 / Kolosnichenko Maryna Viktorivna ; Kyjivskij nacionalnyj un-t tekhnologij ta dyzajnu. – K., 2004. – 376 s.
12. Kozhushko Roman Jurijovyč ; Kyjivskij nacionalnyj un-t tekhnologij ta dyzajnu. – K., 2009. – 20 s.
13. Delkumburewatte G. B. Wearable cooling system to manage heat in protective clothing / G. B. Delkumburewatte, T. Dias. // *The Journal of the Textile Institute*. – 2012. – Vol. 103. – P. 483–489.
14. McLellan T. M. Protective clothing ensembles and physical employment standards / T. M. McLellan, G. Havenith. // *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. – 2016. – Vol. 41. – P. 121–130.
15. Ostapenko N. V. Rozvytok naukovykh osnov dyzajn-proektuvannja zakhysnogho odjaghu z vykorystannjam pryncypiv transformaciji : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja dokt. tekhn. nauk : spec. 05.18.19 "tekhnologija tekstyljnykh materialiv, shve-jnykh i trykotazhnykh vyrobiv" / Ostapenko Natalija Valentynivna – Kyjiv, 2017. – 44 s.
16. Dyzejn-proektuvannja vyrobiv specialjnogo pryznachennja : navch. posib. / N.V. Ostapenko, M.V. Kolosnichenko, T.V. Lucker ta in. – K. : KNUVD, 2016. – 320 s.
17. Tranemo advanced workwear 2017 [Electronic resource]. – Mode of access : https://issuu.com/monelw/docs/tranemo_cat33_uk?e=11284842/42652323.
18. Katalog firmy BRISTOL Uniforms [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.bristoluniforms.com>.
19. Katalog firmy flamepro [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.flamepro.com>.
20. Katalog firmy Dräger [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.dräger.com.heimanfireequipment.com>.
21. Ostapenko N.V. Proektuvannja specialjnogo odjaghu / N.V. Ostapenko, O.V. Kolosnichenko // *Encyklopedija shvejnoho vyrobnytva* : navch. posib. – K. : «Sammit-knygha», 2010. – 968 s.
22. Krjuchkova S.A. Doslidzhennja konstruktivno-tekhnologichnykh rishenj zakhysnogho odjaghu dlja pracivnykiv AES / S.A. Krjuchkova, N.V. Ostapenko, L.D. Tretjakova : tezy dopovidej KhII Vseukrajinskoji naukojoi konferenciji molodykh uchenykh ta studentiv [«Naukovi rozrobky molodi na suchasnomu etapi»], (25–26 kvitnja 2013r.) / M-vo osvity i nauky Ukrainy, KNUVD. – K. : KNUVD, 2013. – T.1. – S. 67.
23. Odjagh specialnyj zakhysnyj. Zagalni vymoghy (EN 340:1993, IDT) : DSTU EN 340-2001. – [Chynnyj vid 2003-07-01]. – K. : Derzhpozhyvstandart Ukrainy, 2003. – 12 s. – (Nacionalnyj standart Ukrainy).
24. Ghalyk I. S. Tekstyljni materialy ta vyroby : tлумachnyj slovnyk / I. S. Ghalyk, B. D. Semak. – Ljviv : Vydavnytvo Ljvivskoji komercijnoji akademiji, 2010. – 224 s.
25. Ghalyk I. S. Shljaky pidvyshhennja konkurentospromozhnosti vitchyznanogho tekstylju na rynkakh / I. S. Ghalyk, B. D. Semak // *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. – 2015. – № 2. – S. 97-102.
26. Nuclear Protective Clothing Market Rising Trends, Demand and Sales 2019 to 2025 [Electronic resource] // *The Ukiah Post*. – 2019. – Available at: <https://www.ukiahpost.com/nuclear-protective-clothing-market-rising-trends-demand-and-sales-2019-to-2025/>.
27. 34. Technical aspects of dissolvable protective clothing / [M. E. Cournoyer, D. L. Wannigman, S. Lee at all.]. // *Journal of Chemical Health and Safety*. – 2012. – Vol.19. – P. 2–11.
28. Struminska T. Designing of special clothing based on experimental researches of material properties / T. Struminska, S. Prasol, E. Kolosnichenko, N. Chuprina and N. Ostapenko // *Vlakna a textil (Fibres and Textiles)*. – 2019. – Volume 4. – P. 84–95. – Rezhym dostupu : http://vat.ft.tul.cz/2019/4/VaT_2019_4_10.pdf
29. Sharan T. Gh. Udoshonalennja vygotovlennja specodjaghu z pidvyshhenymy zakhysnymy vlastyvostjamy dlja robitnykiv metaloobrobnykh kekhiv: dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.18.19 / Sharan Tetjana Ghryghorivna. – Khmeljncykij, 2012. – 153 s.
30. Horiashchenko S. Mechanical properties of polymer coatings applied to fabric / S Horiashchenko, J Musiał, K Horiashchenko, R Polasik, T Kałaczyński // *Polymers*. – 2020. – Volume 12 (11). – 2684. – Rezhym dostupu : https://mdpi-res.com/d_attachment/polymers/polymers-12-02684/article_deploy/polymers-12-02684-v2.pdf?version=1605672997