

УДК 539.12:687.157

doi:10.20998/2413-4295.2018.16.12

МЕТОД ОБРОБКИ РАДІАЦІЙНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ СПЕЦІАЛЬНОГО ОДЯГУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІГІЄНИ ПРАЦІ

О. М. ЧЕРНЯК*

Аспірантка, УІПА, Харків, УКРАЇНА
*email: olena-cheraniak@ukr.net

АНОТАЦІЯ У статті зазначено про важливість догляду за спеціальним одягом робітників, проведено аналіз сучасних підходів до дезінфекції та визначено певні недоліки цих методів. Запропоновано проводити стерилізацію спецодягу методом пучком прискорених електронів. Для того, щоб визначити яка доза буде ефективна для стерилізації одягу, проведено експеримент, щодо визначення бактерій та мікроорганізмів, в матеріалах спеціального одягу, до дезінфекції іонізуючим випромінюванням та після. Визначено і обґрунтовано необхідність використання чисельного моделювання в радіаційних технологіях.

Ключові слова: спеціальний одяг; дезінфекція; радіаційні технології; іонізуюче випромінювання; поглинена доза; прискорювач електронів; чисельне моделювання.

THE METHOD OF PROCESSING THE SPECIAL CLOTHES OF RADIATION TECHNOLOGY TO PROVIDE OCCUPATIONAL HEALTH

О. CHERNIAK*

Graduate student, UEPA, Kharkov, UKRAINE

ABSTRACT Among many means of individual protection a special place is reserved for special clothing, since it constantly contacts the body of a person, promotes the creation of a microclimate and protects against various unfavorable factors in the production environment. The purpose of this work is to conduct experimental studies to confirm the hypothesis about the possibility of applying radiation technologies for the disinfection of special clothing. The analysis of modern approaches to the disinfection of special clothing has been carried out, and certain deficiencies of these methods have been identified, for example, insulated clothing and clothing treated with special substances, washing is forbidden. It is proposed to carry out sterilization of overalls by a beam of accelerated electrons. The advantages of radiation treatment are determined - high ecological safety, low cost, and the product itself after treatment, subject to compliance with the technological regulations, is non-toxic. In order to determine which dose will be effective for the sterilization of clothing, an experiment was conducted to identify bacteria and microorganisms in special clothing materials, to disinfection with ionizing radiation and after. The advantages of numerical simulation in radiation technologies are presented in detail, which at present is one of the most powerful methods for calculating the dose map, absorbed dose, and range of charged particles. On the example of numerical simulation of gamma rays performed by GEANT4 - convergence of simulation results and dosimetric measurements was 88-90%.

Keywords: special clothing; disinfection; radiation technology; ionizing radiation; absorbed dose; electron accelerator; numerical simulation.

Вступ

Для захисту працівників, які виконують шкідливі, небезпечні та брудні види робіт, а також здійснюють роботи в особливих температурних умовах видається спецодяг. Спеціальний одяг регулює тепловий стан організму, оберігаючи його від перегрівання і переохолодження, сприяє попередженню простудних захворювань, а також повинен задовольняти певні експлуатаційні вимоги – бути зручним, достатньо міцним. Спецодяг в процесі носіння потребує догляду, оскільки погіршення первинних захисних, гігієнічних і експлуатаційних властивостей спецодягу не забезпечують нормальні функції організму і здатність людини зберігати потрібну працездатність, сприяє виникненню, у

робочих, шкірних, простудних та інших захворювань. Регулярний догляд за спецодягом сприяє поліпшенню санітарно-гігієнічних умов праці робітників і зниження захворюваності.

Мета роботи

Провести експериментальні дослідження для підтвердження гіпотези про можливість застосування радіаційних технологій для дезінфекції спеціального одягу.

Викладення основного матеріалу

Захисні, експлуатаційні та гігієнічні властивості спецодягу багато в чому визначаються

матеріалами, з яких він виготовляється. Асортимент матеріалів, використовуваних для виготовлення спеціального одягу, досить різноманітний. Для верху виробів в основному використовуються бавовняні, лляні, вовняні, змішані і синтетичні тканини, натуральне і штучне хутро, трикотажні полотна. В даний час все частіше використовуються більш довговічні і зносостійкі сумішеві тканини. Хоча тканини зі стовідсотковим вмістом натуральних волокон залишаються актуальними для специфічних спеціальностей, де використання синтетичних ниток просто неприпустимо з міркувань пожежної безпеки, або де велика ймовірність виникнення статичної електрики в матеріалі одягу. В якості підкладкових матеріалів виступають бавовняні, змішані і синтетичні тканини. Основними утеплювачами робочого одягу є вата, ватин, хутро штучне і натуральне, синтетичний об'ємний утеплювач [1].

Забруднення одягу відбувається зсередини (рідкими і газоподібними продуктами життєдіяльності шкіри) і зовні (від потрапляння пилу і забруднюючих речовин). Одяг та білизна, крім механічного (пил, бруд), і хімічного (гази) забруднення, піддаються до забруднення мікроорганізмами і паразитами.

Тканини одягу, забруднені пилом, виділеннями з носоглотки, випарами, можуть містити патогенні збудники - мікобактерію туберкульозу, мікроорганізми тифо-паратифозної групи, стрептококи, стафілококи. Особливо сильно забруднюються білизна і вовняний одяг, велика товщина якої, рихлість і порівняно рідкісне прання сприяють накопиченню мікроорганізмів. Через забруднений одяг можуть передаватися черевний тиф, дизентерія та інші інфекції. Небезпека такої передачі визначається тривалістю виживання мікроорганізмів на тканині. З огляду на епідемічну небезпеку зараженого одягу її необхідно дезінфікувати [2].

Дезінфекція верхнього одягу, проводиться обробкою за допомогою пароповітряної чи пароформалінової суміші, кип'ятінням, пранням або замочуванням у розчинах для дезінфекції. Обробка пароповітряною сумішшю використовується для дезінфекції усіх видів одягу та засобів індивідуального захисту, окрім шубно-хутрових, шкіряних і валяних виробів, які підлягають обробці пароформаліновою сумішшю. Обробка за допомогою кип'ятіння застосовується для проведення дезінфекції виробів з бавовнянопаперових тканин та засобів індивідуального захисту, які виготовлені з гуми або прогумованої тканини.

Дезінфекції способом замочування у різноманітних дезінфекційних розчинах підлягають вироби із бавовнянопаперових тканин. Дезінфекція верхнього одягу та засобів індивідуального захисту, які забруднені вегетативними формами мікроорганізмів, здійснюється способом замочування у 5 %-му водному розчині лізолу, фенолу чи нафталізолу (у випадку забруднення вірусом

натуральної віспи концентрація розчину збільшується до 8 %), 2,5 %-му розчині формальдегіду або 3 %-му розчині монохлораміну протягом 1 години. При забрудненні мікроорганізмами у формі спор замочування одягу та засобів індивідуального захисту слід здійснювати у 10 %-му розчині формальдегіду протягом 2 годин. Водні розчини миючих засобів по відношенню до хвороботворних мікроорганізмів проявляють слабку дезінфікуючу дію і використовуються, в основному, лише для зниження засівання мікроорганізмами поверхонь і нейтралізації токсинів [3].

Однак такі види дезінфекції можуть викликати зношеність і усадку тканин, крім того, для деяких широко використовуваних видів утеплювачів спецодягу (швейна вата, ватин) прання взагалі неприйнятне, так як погіршується якість спецодягу.

Тому пропонуємо застосовувати спосіб дезінфекції одягу, заснований на застосуванні іонізуючого випромінювання. Сутність способу полягає в тому, що одяг піддається обробці одним з видів іонізуючого випромінювання: гамма-випромінювання, прискорені електрони.

Радіаційні технології знаходять своє застосування в багатьох сферах життєдіяльності людини. Галузь застосування радіаційних технологій, і зокрема, прискорювачів електронів дуже широка [4]:

1. Радіаційне модифікування матеріалів:

а. Виробництво кабелів і проводів з радіаційно-зшитотою ізоляцією.

б. Виготовлення зміцнених і термосідаючих виробів.

в. Вулканізація еластомерів і виробів з них.

2. Радіаційна полімеризація:

а. Радіаційне затвердіння покриттів.

б. Радіаційна щеплювальна полімеризація.

в. Виробництво модифікованих пористих матеріалів.

3. Радіаційна деструкція (отримання корму і кормових добавок з целюлозовмісних відходів, регулювання молекулярної маси полімерів, деструкція тефлону і гум з бутилкаучуку).

4. Радіаційна стерилізація медичних виробів.

5. Використання радіаційних технологій в екології:

а. Радіаційна очищення природної води.

б. Радіаційна очищення стічних вод і осадів стічних вод.

в. Радіаційна очищення викидних газів.

г. Радіаційна обробка твердих відходів.

б. Радіаційна обробка харчових продуктів.

7. Радіаційно-фізичні технології (іонна імплантація (на прискорювачах іонів), легування напівпровідників за допомогою ядерних реакцій (під дією теплових нейтронів), модифікування напівпровідникових матеріалів і виробів, виготовлення полімерних мембран і резисторів для літографії, зміна забарвлення скла і кристалів, теплова дія потужних електронних пучків).

8. Застосування прискорювачів електронів в медицині:

а. Променева терапія злоякісних новоутворень.

б. Променева терапія непухлинних захворювань.

в. Інтраопераційна променева терапія.

9. Застосування прискорювачів електронів в доглядових комплексах.

10. Застосування електронних прискорювачів для дефектоскопії.

11. Застосування іонізуючого випромінювання для збереження музейних експонатів.

Стандартна технологічна установка для стерилізації включає прискорювач електронів з системою сканування пучка, а також конвеєр для дистанційної транспортування ящиків з робочими виробами в зону опромінення. Одяг, який спрямовується на радіаційну стерилізацію, пакується в картонні гофроящики, розмір і маса яких попередньо погоджуються для забезпечення необхідного режиму обробки.

Всі сучасні прискорювачі в залежності від форми траєкторії прискорених частинок діляться на дві великі групи: лінійні і циклічні [5]. Нерезонансними лінійними прискорювачами, в яких для прискорення використовується постійне електростатичне поле, є імпульсні високовольтні трансформатори, високовольтні установки типу Кокрофта-Уолтона, електростатичний генератор Ван де Грааф і ін. До таких прискорювачів відноситься розглянутий в даній роботі лінійний прискорювач електронів (ЛУЕ) ЛУ-10.

На цій установці накопичений великий досвід по стерилізації промислових партій різних одноразових виробів медичного призначення: шприців, голок до них, систем переливання крові, бинтів, кетгуту та ін. При стерилізаційній дозі 25кГр продуктивність радіаційно-технологічної установки становить не менше 15 т продукції на добу [6].

Характеристики ЛУЕ ЛУ-10 наведено у табл. 1 [7].

Одним з основних критеріїв радіаційної обробки є поглинена доза. Доза в будь-якій точці ящика залежить від енергії електронів, середнього струму, ширини розгортки, швидкості конвеєра, товщини і щільності об'єкта, а також самого матеріалу, який знаходиться між вікном виведення пучка, і цією точкою. На дозу також може впливати наявність неоднорідностей в оброблюваному матеріалі внаслідок розсіювання електронів на межах розділу [8].

Щоб знати яку дозу необхідно надати спеціальному одягу, що обробляється, для забезпечення її стерильності (стерилізаційна доза) необхідно попередньо провести випробування. Для проведення випробувань відбираємо по 5 зразків швейної вати і синтепону, кожному з яких необхідно повідомити певну дозу по мірі наростання: на перший - 5 кГр, другий - 10 кГр, далі - 15, 20, і 25 кГр. Після

опромінення ці зразки відправляємо в бактеріологічну лабораторію.

Таблиця 1 - Параметри випромінювання радіаційної установки з прискорювачем ЛУ-10

Електронне випромінювання	
Енергія електронів, МеВ	8...18
Номінальне значення енергії електронів, МеВ	10
Тривалість імпульсу, мкс	3.5
Частота проходження імпульсів пучка, Гц	12.5...300
Струм пучка (середнє значення), мкА	до 1000
Частота сканування пучка, Гц	3
Геометричні розміри пучка (на випускному вікні), см	2×30
Нерівномірність лінійної щільності потоку електронів уздовж робочої зони розгортки пучка, % не більше	±3
Потужність поглиненої дози електронного випромінювання в дакріле, Гр/с	до 1·10 ³
Гальмівне випромінювання	
Потік енергії (потужність) гальмівного випромінювання (ГВ), кВт	до 1.6
Геометричні розміри потоку ГВ (на конвертері), см	3×35
Потужність поглиненої дози ГВ в дакріле, Гр/с	до 1.0

У лабораторії визначають загальну кількість бактерій об'єкта, наявність санітарно-показової мікрофлори (бактерії групи кишкової палички, ентерококів), а також в окремих наявність на поверхні досліджуваного об'єкта умовно-патогенної і патогенної мікрофлори, характерною для виробництва (*Salmonella*, *Staphylococcus*).

Відбір проб для санітарно-мікробіологічного дослідження предметів побуту і обладнання проводиться за допомогою таких методів:

- змивів (тампонами або серветками);
- відбитків (контактний метод);
- агаровим заливанням.

Для визначення мікрофлори різних горизонтальних поверхонь, а також тканин застосовується метод агарової заливки. Для відбору

проби використовується спеціальна металева пластинка висотою 2 см у вигляді кільця усіченої форми з діаметром верхньої поверхні кола 5 см і нижньої меншою - 4 см. (рис. 1, а). Перед дослідженням кільце фламбірують обпаленням, охолоджують, поміщають на поверхню досліджуваного об'єкта нижнім краєм і заливають розплавленим і охолодженим до 45°C мясопептонним агаром або середовищем Ендо. Через 5-10 хв після застигання середовища кільце обережно знімають і витрушують у стерильну чашку Петрі застиглу агарову пластинку вгору нижньою поверхнею, яка стикалась з досліджуванним об'єктом. Метод зручний тим, що на поверхню середовища захоплюють всі мікроорганізми, що знаходяться на досліджуваній ділянці об'єкта, але він не дає уявлення про загальне обсіменіння предметів через обмеженість досліджуваної площі. Його рекомендують застосовувати при невеликій бактеріальній забрудненості.

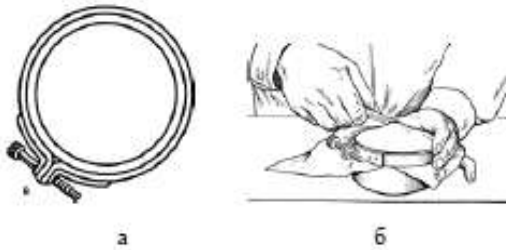


Рис 1 - а - кільце для закріплення тканини у зібраному вигляді; б - взяття проб мікрофлори тканин

При оцінці санітарного стану предметів побуту, виготовлених з тканин (постільна білизна, ковдри, одяг та ін.), також можна застосовувати метод, який полягає у струшуванні ділянки забруднених тканин над чашкою Петрі з живильним середовищем. Обстежувану тканину затискають до спеціальній металевій обойми, що складається з двох кілець, вкладених один до одного (рис.1, б), і поміщають над чашкою Петрі із середовищем. Струшування тканини можна робити просто биттям по її зовнішньої поверхні стерильним пінцетом або, закріпивши у центрі тканини стерильну шпильку, кілька разів її відтягують і відпускають. Разом з пилом з тканини на живильне середовище потрапляють і мікроорганізми, які перебувають у ній. Чашку закривають і поміщають до термостат для інкубації [9].

Лабораторія після проведення досліджень дає висновок, яка була кількість бактерій та мікроорганізмів до дезінфекції та яка доза є стерилізаційною для даних видів утеплювачів.

Крім того, метою випробувань є встановлення максимального допустимого значення дози. Процедура ця є обов'язковою, тому що при перевищенні допустимого значення можна зруйнувати матеріал зразка. Якщо, наприклад, синтепону дати завищену дозу, то він буде розповзатися, якщо ще більшу, то

буде розсипатися. Якщо дати малу дозу, то синтепон не буде повністю стерилізований.

Поглинена доза визначається експериментальним шляхом. Ця процедура витратна по часу і ресурсам. Значно скоротити ці затрати дозволяє чисельне моделювання.

Чисельне моделювання в радіаційних технологіях сьогодні є одним з основних інструментів для:

- розрахунку просторових розподілів дози випромінювання в опромінюваних об'єктах при плануванні процесу опромінення;
- пошуку оптимальних режимів роботи і параметрів опромінюваних установок;
- оцінки безпеки режимів роботи опромінюваних установок;
- вибір методів контролю процесу опромінення;
- розробки нових методів обробки продукції та матеріалів [10].

Тому, успіх застосування іонізуючих випромінювань в радіаційних технологіях в значній мірі залежить від розробки обчислювальних методів і комп'ютерних програм для моделювання процесів опромінення продукції та матеріалів.

В якості програмного забезпечення, що реалізує моделювання проходження іонізуючого випромінювання був обраний програмний комплекс GEANT4 [11-12]. Обґрунтування вибору даного програмного комплексу було розглянуто в [13], де було проведено порівняння з іншими пакетами, що дозволяють моделювати проходження іонізуючого випромінювання через матеріал методом Монте-Карло. На прикладі чисельного моделювання гамма-променів виконаних GEANT4 - збіжність результатів моделювання та дозиметричних вимірювань склав 88-90%.

Висновки

У статті зазначено про важливість догляду за спеціальним одягом робітників. Проведено аналіз сучасних підходів до дезінфекції спеціального одягу, та визначено певні недоліки цих методів так, наприклад, утеплений одяг та одяг, оброблений спеціальними речовинами, прати заборонено. Запропоновано, проводити стерилізацію спецодягу методом пучком прискорених електронів. Для того, щоб визначити яка доза буде ефективна для стерилізації одягу, проведено експеримент, щодо визначення бактерій та мікроорганізмів, в матеріалах спеціального одягу, до дезінфекції іонізуючим випромінюванням та після. Визначено і обґрунтовано необхідність використання чисельного моделювання в радіаційних технологіях.

Список літератури

1. Денисенко, М. В. Удосконалення нормативних документів з проектування та застосування засобів індивідуального захисту працівників в гарячих цехах:

- дис. канд. техн. наук : 05.01.02 / Денисенко Марина Володимирівна – Харків, 2015. – 169 С.
2. **Bloomfield, S. F.** The infection risks associated with clothing and household linens in home and everyday life settings, and the role of laundry / **S. F. Bloomfield, M. Exner, C. Signorelli, K. J. Nath, E. A. Scott** // *International Scientific Forum on Home Hygiene*. – 2011.
 3. **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. – 256 с.
 4. **Алимов, А. С.** Практическое применение электронных ускорителей / **А. С. Алимов**. – Москва: *Препринт НИИЯФ МГУ № 2011-13/877*, 2011. – 41 С.
 5. **Ливингстон, Стенли М.** Ускорители: Установки для получения заряженных частиц больших энергий / **М. Стенли, Ливингстон** // Пер. с англ. Э. Л. Бурштейна; Под ред. [и с предисл.] М. С. Рабиновича. – Москва: *Изд-во иностр. лит.* – 1956. – 148 с.
 6. **Айзацкий, Н. И.** Радиационные технологии с применением электронного и тормозного излучений / **Н. И. Айзацкий, В. Н. Борискин, А. Н. Довбня, А. И. Зыков, Э. С. Злунцин, С. П. Карасев, М. А. Красноголовец, В. А. Попенко, Г. Д. Пугачев, Ю. Д. Тур, В. Л. Уваров, Г. Л. Фурсов** // *Вопросы атомной науки и техники*. — 1999. — № 1. — С. 61-63.
 7. **Борискин, В. Н.** Развитие радиационных технологий и испытаний в НИК «Ускоритель» ННЦ ХФТИ / **В. Н. Борискин, С. А. Ванжа, В. Н. Верещака и др.** // *Вопросы атомной науки и техники*. – 2008. – № 5. – С. 150-154.
 8. **Титов, Д. В.** Метод измерения поглощенной дозы при обработке продукции на линейном ускорителе электронов / **Д. В. Титов, Е. Л. Ноздрачева, В. А. Шевченко** // *Вісник Національного технічного університету "ХПИ". Серія : Електроенергетика та перетворювальна техніка. Прилади та методи контролю та визначення складу речовин*. - 2014. - № 19. - С. 58-64.
 9. Методические указания к лабораторному практикуму по курсам "Санитарная микробиология", "Санитарно-микробиологический контроль на производстве", КПВ "Микробиология" / ВСГТУ ; сост. **Е. Г. Инешина, С. В. Гомбоева**. - Улан-Удэ: [б.и], 2006. - 89 С.
 10. **Салах, Саван Ибрахим А.** Вычислительные методы дозиметрии высокоэнергетического электронного излучения в радиационных технологиях: дис. канд. техн. наук : 01.05.02 / Салах, Саван Ибрахим А. – Харьков, 2016. – 169 С.
 11. **Agostinelli, S.** GEANT4 – a simulation toolkit / **S. Agostinelli, J. Allison, K. Amako, J. Apostolakis, H. Araujo, P. Arce, M. Asai, D. Axen, S. Banerjee, G. Barrand, et al.** // *Nuclear instruments and methods in physics research section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*. – 2003. – 506(3). – P. 250-303. – doi:10.1016/S0168-9002(03)01368-8.
 12. **Allison, J.** GEANT4 developments and applications / **J. Allison, K. Amako, J. Apostolakis, H. Araujo, P. A. Dubois, M. Asai, G. Barrand, R. Capra, S. Chauvie, R. Chytracsek, et al.** // *IEEE Transactions on Nuclear Science*. – 2006. – 53(1). – P. 270-278. – doi:10.1109/TNS.2006.869826.
 13. **Моргунов, В. В.** Численное моделирование определения радиационно-защитных показателей материалов для создания рабочей одежды / **В. В. Моргунов, Е. Н. Черняк, Н. В. Диденко** // *Комунальне господарство міст*. – 2015. – №120(1). – С. 42–49.

Bibliography (transliterated)

1. **Denisenko, M. V.** Udoshkonalennja normatyvnyh dokumentiv z proektuvannja ta zastosuvannja zasobiv indyvidual'nogo zahystu pracivnykiv v garjachyh cegah: dys. kand. tehn. nauk, 2015, 169 p.
2. **Bloomfield, S. F., Exner, M., Signorelli, C., Nath, K. J., Scott, E. A.** The infection risks associated with clothing and household linens in home and everyday life settings, and the role of laundry. *International Scientific Forum on Home Hygiene*, 2011.
3. **Tarnavs'kyj, A.** Osnovni sposoby provedennja dezaktyvacii' odjagu, zasobiv indyvidual'nogo zahystu ta tehniky. *Problemy cyvil'nogo zahystu: upravlinnja, poperedzhennja, avarijno-rjatuval'ni ta special'ni roboty: zbirnyk materialiv III Vseukrai'ns'koi' naukovy-praktychnoi' konferencii'*, 2015, 163-165.
4. **Alimov, A.** Prakticheskoe primenenie jelektronnyh uskoritele. Preprint NIJaF MGU, Moskva, 2011.
5. **Livingston Stanley M.** Uskoriteli: Ustanovki dlja poluchenija zarjzhennyh chastic bol'shij energij. Izdatel'stvo inostrannoj literatury, Moskva, 1956.
6. **Ajzackij, N. Boriskin, V., Dovbnja, A., Zыkov, A., Zlunicyn, Je., Karasev, S., Krasnogolovec, M., Popenko, V., Pugachev, G., Tur, Ju., Uvarov, V., Fursov, G.** Radiacionnye tehnologii s primeneniem jelektronnogo i tormoznogo izluchenij. *Voprosy atomnoj nauki i tehniki*, 1999, 61-63.
7. **Boriskin, V., Vanzha, S., Vereshhaka, V.** Razvitie radiacionnyh tehnologij i ispytanij v NIK «Uskoritel» NNC HFTI. *Voprosy atomnoj nauki i tehniki*, 2008, 5, 150-154.
8. **Titov, D., Nozdracheva, L., Shevchenko, V.** Metod izmerenija pogloshhennoj dozy pri obrabotke produkcii na linejnom uskoritele jelektronov. *Visnyk Nacional'nogo tehničnogo universytetu "HPI". Serija : Elektroenergetyka ta peretvorjuval'na tehnika. Prylady ta metody kontrolju ta vyznachennja skladu rehovyn*, 2014, 19, 58-64.
9. **Ineshina, E., Gomboeva, S.** Metodicheskie ukazanija k laboratornomu praktikumu po kursam "Sanitarnaja mikrobiologija", "Sanitarno-mikrobiologicheskij kontrol' na proizvodstve", KPВ "Mikrobiologija", 2006, 89 p.
10. **Salah, Savan Ibrahim A.** Vychislitel'nye metody dozimetrii vysokojenergeticheskogo jelektronnogo izluchenija v radiacionnyh tehnologijah: dys. kand. tehn. nauk, 2016, 169p.
11. **Agostinelli, S., Allison, J., Agostinelli, S., Amako, K., Araujo, H., Arce, P., Asai, M., Axen, D., Banerjee, S., Barrand, G. et al.** GEANT4 – a simulation toolkit. *Nuclear instruments and methods in physics research section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 2003, 506(3), 250-303.
12. **Allison, J., Amako, K., Apostolakis, J., Araujo, H., Dubois, P. A., Asai, M., Barrand, G., Capra, R., Chauvie, S., Chytracsek, R. et al.** GEANT4 developments and applications. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 2006, 53(1), 270-278.
13. **Morgunov, V., Cherniak, E., Didenko, N.** Chislennoe modelirovanie opredelenija radiacionno-zashhitnyh pokazatelej materialov dlja sozdanija rabochej odezhdy . *Komunakl'ne gospodarstvo mist*, 2015, 120(1), 42-49.

Відомості про авторів (About authors)

Черняк Олена Миколаївна – Українська інженерно-педагогічна академія, аспірантка, асистент кафедри «Охорони праці, стандартизації та сертифікації»; м. Харків, Україна; e-mail: olena-cheraniak@ukr.net.

Olena Cherniak – graduate student, assistant, Department of Labour Safety, Standardization and Certification, Ukrainian engineering - pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine; e-mail: olena-cheraniak@ukr.net

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Черняк, О. М. Метод обробки радіаційними технологіями спеціального одягу для забезпечення гігієни праці / **О. М. Черняк** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – 2018. – № 16 (1292). – С. 84-89. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.12.

Please cite this article as:

Cherniak, O. The method of processing the special clothes of radiation technology to provide occupational health. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **16** (1292), 84-89, doi:10.20998/2413-4295.2018.16.12.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Черняк, Е. Н. Метод обработки радиационными технологиями специальной одежды для обеспечения гигиены труда / **Е. Н. Черняк** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018 – № 16 (1292). – С. 84-89. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.12.

АННОТАЦИЯ В статье указано о важности ухода за специальной одеждой рабочих, проведен анализ современных подходов к дезинфекции и определены недостатки этих методов. Предложено, проводить стерилизацию спецодежды методом пучком ускоренных электронов. Для того, чтобы определить какая доза будет эффективна для стерилизации одежды, проведен эксперимент, по определению бактерий и микроорганизмов, в материалах специальной одежды, до дезинфекции ионизирующим излучением и после. Определена и обоснована необходимость использования численного моделирования в радиационных технологиях.

Ключевые слова: специальная одежда; дезинфекция; радиационные технологии; ионизирующее излучение; поглощенная доза; ускоритель электронов; численное моделирование.

Поступила (received) 04.05.2018