

Г.Литвиненко, Л.Третьякова

**ЗАСОБИ  
ІНДИВІДУАЛЬНОГО  
ЗАХИСТУ:  
ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ**

---

НАСАМНІЦТВО

**ЛІБРА**



Респіратор PROFIL,  
фільтр PRO2 P3



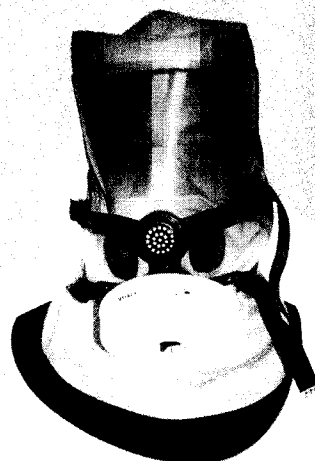
Респіратор PROFIL,  
фільтр PRO2A1B1E1K1 P3



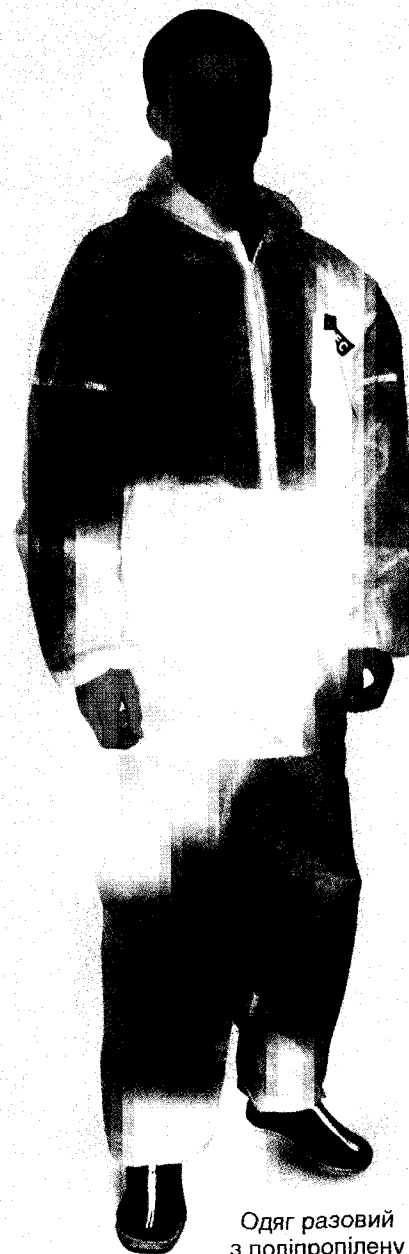
Маска МТ-213



Протигаз МП-5У



Каптур для саморятуння



Одяг разовий  
з поліпропілену



Одяг  
нафтозахисний

**Г. Литвиненко**

**Л. Третькова**

**ЗАСОБИ**  
**ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ:**  
**ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ**

*Навчальний посібник  
для студентів вищих навчальних закладів*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

*Лист 1.4/18-Г-1834 від 16.07.2008*

Київ  
Видавництво "Лібра"  
2008



УДК 687.157.004

ББК 65.247

Л 64

Рецензенти: Кривцов М.В., докт. техн. наук, проф., заст. дир-ра  
Націон. наук.-досл. ін-ту пром. безпеки та охорони праці  
Зацарний В.В., канд. техн. наук, доц. каф. "Охорони пра-  
ці, промислової та цивільної безпеки" НТУ України "КПІ"

У посібнику розглянуто умови праці та характеристики шкідливих і небезпечних факторів та пов'язані з ними ризики виникнення професійних захворювань у хімічній, нафтопереробній, гірничодобувній галузях, на об'єктах ядерної енергетики, під час рятувальних робіт в умовах хімічного, біологічного та радіонуклідного забруднення на поверхні та в акваторії.

Запропоновано нові моделі засобів індивідуального захисту та рекомендації щодо їх застосування.

У посібнику приведено завдання з модульного контролю студентів курсу "Новітні технології виготовлення засобів індивідуального захисту".

Посібник відповідає програмі курсу "Охорона праці" для студентів вищих навчальних закладів усіх технічних спеціальностей. Він буде корисним для студентів вищих навчальних закладів за спеціальністю 7.091801 "Технологія швейного виробництва". Може бути рекомендований для спеціалістів з питань охорони праці в галузях.

ISBN 978-966-699-7035-92-1

© Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д.  
© Видавництво "Лібра", оригінал-макет,  
оформлення, 2008

БІБЛІОТЕКА

## Зміст

Від авторів .....	7
Вступ .....	9
<b>Розділ 1. Вплив виробничого середовища й умов праці на вибір засобів індивідуального захисту .....</b>	<b>13</b>
1.1. Загальна характеристика умов праці та виробничого середовища .....	14
1.2. Вплив умов праці на її ефективність .....	23
1.3. Умови праці на об'єктах атомної енергетики .....	38
1.3.1. Характеристика іонізуючого випромінювання та його взаємодія з матеріалами .....	46
1.4. Умови праці в разі хімічного, біологічного та радіонуклідного забруднення місцевості .....	54
1.5. Умови праці на нафтопереробних і хімічних підприємствах .....	65
1.6. Умови праці шахтарів у вугільних шахтах .....	71
1.7. Умови праці в технологічно чистих приміщеннях .....	73
1.7.1. Характеристики електростатичних полів .....	75
1.8. Умови діяльності людини в акваторії .....	78
1.8.1. Види діяльності людини в акваторії, що потребують спеціального одягу .....	82
Висновки .....	84
Контрольні запитання до розділу 1 .....	85
<b>Розділ 2. Професійні захворювання, зумовлені виробничим середовищем .....</b>	<b>86</b>
2.1. Заходи щодо охорони праці й ефективність діяльності підприємства .....	87
2.2. Стан професійної захворюваності в Україні за 2001–2007 роки .....	89



2.3. Види професійних захворювань у полях іонізуючого випромінювання .....	93
2.4. Види професійних захворювань у разі хімічного та біологічного забруднення .....	100
2.5. Види професійних характерних захворювань на нафтопереробних і хімічних підприємствах.....	103
2.6. Види професійних захворювань у шахтарів на вугільних шахтах.....	105
2.7. Особливості реакції організму людини на перебування у водному середовищі .....	106
Висновки .....	112
Контрольні запитання до розділу 2.....	113

<b>Розділ 3. Матеріали для засобів індивідуального захисту .....</b>	<b>115</b>
3.1. Вимоги до матеріалів.....	116
3.2. Полімерні матеріали та їхні хімічні властивості .....	120
3.2.1. Поліефірні полімери .....	120
3.2.2. Поліпропілен.....	121
3.2.3. Полівінілхлориди.....	122
3.2.4. Поліуретан .....	124
3.2.5. Поліетилен.....	125
3.3. Використання полімерів у виробництві матеріалів.....	126
3.3.1. Поліефірні волокна.....	126
3.3.2. Поліпропіленові волокна .....	127
3.3.3. Матеріали на основі полівінілхлориду.....	129
3.3.4. Поліуретанові волокна та покриття.....	132
3.3.5. Матеріали з поліетилену .....	133
3.4. Матеріали з полімерним покриттям .....	138
3.5. Неткані матеріали .....	145
3.6. Захисні просочення тканин .....	148
3.7. Вуглецеві волокна і матеріали .....	150

3.8. Фільтрувальні матеріали .....	159
3.9. Гідроізоляційні матеріали для гидрокостюмів .....	160
Висновки .....	163
Контрольні запитання до розділу 3.....	163

<b>Розділ 4. Види та конструкції спеціального захисного одягу .....</b>	<b>165</b>
4.1. Вимоги до засобів індивідуального захисту.....	166
4.2. Спеціальний захисний одяг для промисловості.....	170
4.3. Ергономічні показники захисного одягу .....	179
4.3.1. Основні рухи працівників на суші і в акваторії .....	180
4.3.2. Основні рухи персоналу під час виготовлення ЗІЗ .....	183
4.4. Види захисного одягу для роботи в умовах дії полів іонізуючого випромінювання .....	191
4.4.1. Конструкція одягу .....	193
4.4.2. Технологія виготовлення одягу .....	201
4.5. Види захисного одягу, який використовується для аварійних робіт в умовах біологічного та хімічного забруднення .....	203
4.5.1. Спеціальний захисний одяг військовослужбовців .....	203
4.5.2. Конструкція одягу, який використовується для захисту від біологічної та хімічної зброї .....	207
4.5.3. Визначення теплообмінних характеристик ізолювального одягу .....	211
4.5.4. Технологія виготовлення фільтрувального й ізолювального одягу .....	214
4.6. Види захисного одягу для працівників нафтопереробних підприємств .....	217
4.6.1. Конструкція нафтозахисних костюмів.....	218
4.6.2. Технологія виготовлення нафтозахисного костюма.....	221
4.7. Види захисного одягу, який використовується в шахтах.....	223
4.7.1. Конструкції захисних костюмів шахтарів.....	228

4.8. Види одягу, які використовуються в технологічно чистих приміщеннях.....	232
4.9. Види та конструкція спеціального одягу, який використовується в акваторії .....	238
4.9.1. Конструкція гідрокостюмів .....	238
4.9.2. Технологія виготовлення гідрокостюмів .....	241
Висновки .....	248
Контрольні запитання до розділу 4 .....	248
<b>Розділ 5. Види і конструкції засобів індивідуального захисту, які входять до складу захисних комплектів.....</b>	
5.1. Засоби індивідуального захисту органів дихання .....	251
5.2. Засоби індивідуального захисту голови .....	267
5.3. Засоби індивідуального захисту очей.....	273
5.4. Засоби індивідуального захисту рук.....	276
5.5. Засоби індивідуального захисту органів слуху.....	279
5.6. Оцінка відповідності властивостей ЗІЗ .....	286
Висновки .....	290
Контрольні запитання до розділу 5.....	291
<b>Завдання для модульного контролю з конструкторсько-технологічної діяльності фахівців курсу “Новітні технології виготовлення засобів індивідуального захисту” .....</b>	<b>292</b>
<b>Список скорочень .....</b>	<b>315</b>
<b>Список рекомендованої літератури .....</b>	<b>316</b>

**Від авторів**

У запропонованому навчальному посібнику розглядаються нагальні проблеми безпеки життєдіяльності, особливо важливі в Україні. Країна, що зазнала глобальної катастрофи на Чорнобильській АЕС, повинна приділяти велику увагу технологічній безпеці та охороні праці.

У зв'язку з приєднанням України до Болонського процесу та переходом на кредитно-модульну систему навчання у виданні системно подано матеріал з урахуванням нових вимог до взаємозв'язку між окремими дисциплінами та спеціальностями.

Навчальний посібник містить повний виклад питань вибору, розроблення, виготовлення і застосування засобів індивідуального захисту. Він складається з п'яти розділів, що містять теоретичну частину, питання для самоперевірки, завдання для самостійного виконання, контрольні запитання, і відповідає програмі курсів “Охорона праці”, “Охорона праці в галузях”, а також “Новітні технології виготовлення одягу”, “Екологія та безпека життєдіяльності”, “Технологія швейного виробництва”.

У посібнику вміщено інформацію, яка стосується характеристик виробничого агресивного середовища, його негативної дії та впливу на здоров'я персоналу. Наведено перелік захворювань працівників і рятувальників, які можуть виникати під час техногенних катастроф і за період роботи на підприємствах, де не дотримуються правил охорони праці. Наведено результати досліджень фізико-механічних, захисних, електричних, гігієнічних та інших характеристик сучасних матеріалів, обґрунтовано доцільність їхнього використання для виготовлення засобів індивідуального захисту. Представлено нові моделі захисного одягу, які розроблено з урахуванням сучасних технічних і ергономічних вимог. Розглянуто умови їх застосування на хімічних, нафтопереробних, гірничодобувних, технологічно чистих підприємствах, на об'єктах атомної енергетики, під час регламентних, ремонтних і післяаварійних робіт. Особливо розглянуто конструкції гідроізоляційних костюмів.

У виданні відображено принцип системного підходу при створенні комплексного захисту виробничого персоналу. Відповідно до умов праці та існуючих засобів колективного захисту захисний одяг проєктується в комплекті із індивідуальними засобами захисту органів дихання, слуху, очей, голови та рук. Для оцінки фізико-технологічної

сумісності виробів наведено методи розрахунку і способи зниження теплових, механічних, електроізоляційних навантажень.

Побудова посібника передбачає його вивчення студентами різних спеціальностей. Відповідно до мети та завдання підготовки посібник умовно поділяється на два змістовних модулі. Перший змістовний модуль об'єднує перший і другий розділи, які містять загальні відомості про шкідливі і небезпечні фактори на виробництві, наслідки роботи в несприятливих умовах і заходи з їх усунення. Другий модуль складається з трьох розділів. У третьому, четвертому і п'ятому розділах розглянуто питання, пов'язані з розробленням, виготовленням і застосуванням широкого кола індивідуальних захисних засобів, що становить інтерес для студентів технологічних спеціальностей легкої промисловості.

Складаємо подяку рецензентам: доктору технічних наук, професору, заступнику директора Національного науково-дослідного інституту промислової безпеки та охорони праці Миколі Васильовичу Кривцову, доктору технічних наук, професору кафедри "Теплотехніка" НТУУ "КПІ" Сергію Михайловичу Константинову, генерал-майору Борису Григоровичу Борчаківському та кандидату технічних наук, доценту кафедри "Охорони праці, промислової та цивільної безпеки" НТУУ "КПІ" Віктору Васильовичу Зацарному за слушні зауваження, які враховано у виданні.

Висловлюємо також вдячність заступнику директора ВАТ "Слов'янський завод "Тореласт" Лідії Федорівні Колесовій і головному спеціалісту НВП "Ікар" Ларисі Миколаївні Андрусенко за надану допомогу під час проведення експериментальних досліджень, а також усім співробітникам НВП "Ікар" та "Укрмаскпол", які брали участь в освоєнні нових моделей засобів індивідуального захисту.

## Вступ

Основна функція спеціального одягу — захист людини від шкідливих впливів виробничого навколишнього середовища. Розробка моделі, її конструкція, підбір матеріалів залежить від умов праці і часу перебування в зоні професійної діяльності. Аналіз умов праці зводиться до визначення характеристик виробничого середовища і технологічного процесу, можливості впливу на персонал небезпечних і шкідливих виробничих факторів, для захисту від яких необхідна розробка **засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)**.

Сучасне виробництво висуває щораз вищі вимоги не тільки до вдосконалення техніки та технологічних процесів, а й передусім підвищує напруженість праці, збільшує інтелектуальні, сенсорні навантаження. Запровадження нових технологічних процесів часом пов'язано з появою нових чинників, які можуть викликати неусвідомлену загрозу здоров'ю або навіть життю працівника. Нині відомо близько 7 млн хімічних речовин, з яких 60 тис. застосовують у виробничій діяльності людини. Від 500 до 1000 нових хімічних речовин щорічно з'являються на міжнародному ринку. Хімічні речовини можуть створювати шкідливі й небезпечні фактори виробництва. Шкідливими є речовини, які під час контакту з організмом людини можуть спричинювати професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я. Існують три способи потрапляння шкідливих речовин в організм людини: через шлунково-кишковий тракт, дихальні шляхи, шкіру. У процесі виробництва шкідливі речовини в основному потрапляють через дихальні шляхи і шкіру.

Для ефективної організації сучасної системи захисту персоналу на виробництві потрібно враховувати умови праці, характеристики промислового середовища та засоби захисту, що дають змогу зменшити негативний вплив шкідливих і небезпечних факторів. Це зумовлює необхідність оптимізації системи індивідуального захисту для забезпечення відповідності всім вимогам та обмеженням моделі "Характеристики середовища – комплект ЗІЗ – результат діяльності – самопочуття та здоров'я людини".

Аби ЗІЗ виконували свої функції, вони повинні за призначенням і ступенем захисту чітко відповідати характеру і рівню шкідливих факторів і водночас бути прийнятними з фізіологічного та ергономічного поглядів, тобто забезпечувати фізико-технологічну сумісність ЗІЗ з об'єктом захисту. Фізико-технологічна сумісність – властивість захисних засобів не створювати або не викликати ускладнень фізичного, гігієнічного, психологічного стану персоналу, які виконують певні виробничі операції у визначених шкідливих або небезпечних умовах. Це можна забезпечити за рахунок вибору відповідних матеріалів, науково обґрунтованої конструкції ЗІЗ та їх комплектації. Комплекти ЗІЗ потрібно розглядати як єдину систему ланцюга: умови праці – шкідливі та небезпечні фактори – перелік захворювань персоналу – першочерговість ураження органів – конструкція моделей – технологія виготовлення. Це дає змогу забезпечити необхідний якісний та економічно обумовлений рівень захисту виробничого персоналу.

До ЗІЗ висувають високі вимоги щодо їхньої ефективності, надійності, якості й економічності.

**Ефективність** – властивість виробу, яка визначається його можливістю забезпечити необхідний ступінь захисту працівника від шкідливих речовин та агресивного середовища. Ефективність виробу зумовлюється властивостями матеріалу, конструкціями та технологією виготовлення.

**Надійність** – властивість виробу зберігати захисні властивості у певні терміни експлуатації у заданих температурних умовах і відповідних поточних ремонтах. Кожен виріб поступово зношується під дією різних факторів: ультрафіолетового випромінювання, теплових, механічних та електромагнітних впливів, багатократного чищення. Надійність виробу залежить від фізико-механічних характеристик матеріалу, технології з'єднання швів виробу, умов чищення, ремонту, зберігання та ін.

**Якість** – сукупність властивостей виробу, які забезпечують користувачу максимально можливий рівень комфорту, фізико-ергономічну сумісність у поєднанні з достатнім захистом. Якість виробу визначається кількома факторами, серед яких: конструкторсько-технологічні параметри (конструкція виробу та технології виготовлення); теплозахисні та гігієнічні властивості матеріалу і виробу, які забезпечують тепловий комфорт працівника; ізоляційні властивості виробу, які забезпечують безпечну експлуатацію в агресивному середовищі.

**Економічність** – властивість виробу бути конкурентоспроможним на ринку за умов відповідності вимогам державних стандартів. Визна-

чається показниками вартості, які перебувають у певному співвідношенні до основної продукції підприємства та ціни інших виробників.

Залежно від цільового призначення до ЗІЗ висувають різноманітні вимоги, зокрема до матеріалу, з якого планується виготовити захисні засоби, і до конструкції та технології їх виготовлення. З огляду на це під час розробки і вибору ЗІЗ потрібно вивчити умови праці та вплив можливих шкідливих і небезпечних факторів на персонал, фізичні навантаження і рухи у разі проведення регламентних або аварійно-рятувальних робіт на суші та в акваторії, визначити механічне і теплове навантаження і, враховуючи основне призначення ЗІЗ, вибрати відповідну модель.

Цей навчальний посібник призначається для студентів всіх форм навчання. Основа сучасного засобу навчання – це індивідуалізація та інтелектуалізація роботи студентів, вміння самостійно засвоювати матеріал і чітко уявляти картину майбутньої спеціальності. Інтелектуалізація навчання відбувається на базі кредитно-модульної системи, яка запроваджується відповідно до принципів Болонського процесу. Виходячи з цього, структура навчального посібника складається з п'яти розділів, які можуть бути рекомендовані як окремі змістовні модулі для дисциплін “Основи охорони праці”, “Охорона праці в галузях”, “Новітні технології виготовлення одягу”.

**Розділ 1.** Вплив виробничого середовища й умов праці на вибір засобів індивідуального захисту.

**Розділ 2.** Професійні захворювання, зумовлені виробничим середовищем.

**Розділ 3.** Матеріали для засобів індивідуального захисту.

**Розділ 4.** Види та конструкції захисного одягу в умовах агресивного середовища.

**Розділ 5.** Види та конструкції засобів індивідуального захисту, які входять до складу захисних комплектів.

**У першому розділі** наведено інформацію щодо загальної характеристики умов праці і навколишнього середовища. Описано фактори, які визначають умови праці на робочому місці. Визначено вплив умов праці на її ефективність. Дано класифікацію навантажень з урахуванням енергетичних витрат організму людини. Детально визначено умови праці на об'єктах атомної енергетики, на нафтопереробних підприємствах, у технологічно чистих приміщеннях, на шахтах, під

час роботи в акваторії, у разі ліквідації наслідків техногенних катастроф.

**Другий розділ** містить перелік заходів щодо охорони праці в умовах діяльності підприємства та перелік професійних захворювань під час роботи в акваторії і на суші, в умовах дії полів іонізуючого й електромагнітного випромінювання, в умовах біологічного і хімічного забруднення, у разі запиленості довкілля та інших видів агресивного середовища.

**У третьому розділі** наведено інформацію щодо нових полімерних, фільтрувальних, нетканих, вуглецево-волокнистих та інших матеріалів, які мають підвищені захисні властивості. Наведено перелік і чисельні значення фізико-механічних характеристик матеріалів, які потрібно враховувати у виготовленні спеціального захисного одягу.

**Четвертий розділ** містить вимоги до спеціального одягу та захисних костюмів. Розглянуто питання, пов'язані з урахуванням ергономічних потреб, що виникають під час експлуатації захисного одягу. Висвітлено методи розробки конструкції одягу, який застосовують в агресивному середовищі з переліком градації ділянок, що підлягають максимальним навантаженням, з урахуванням фізичних навантажень і напруженості праці, умов використання ЗІЗ, рівня шкідливих речовин та інших показників виробничого середовища.

Окрему увагу приділено особливостям сучасних конструктивних рішень моделей захисного одягу, які враховують умови праці, стан виробничого середовища. Наведено інформацію щодо обладнання, яке забезпечує новітні технології виготовлення. Висвітлено результати досліджень фізико-механічних характеристик швів з'єднання з рекомендаціями найефективніших методів з'єднання залежно від призначення, технологічних особливостей виробничого процесу, властивостей матеріалу.

**П'ятий розділ** містить інформацію про види та конструкції засобів захисту органів дихання, голови, рук, очей та органів слуху. Наведено вимоги до контролювання параметрів ЗІЗ відповідно до чинних Державних стандартів.

Основні теоретичні положення і практичні приклади, наведені в навчальному посібнику, дають змогу студенту оволодіти знаннями, творчо підійти до вибору або самостійної розробки моделей ЗІЗ, які використовують у різних галузях виробництва, та підтвердити свою теоретичну підготовку у фундаментальних дисциплінах.

## Розділ

1

# Вплив виробничого середовища й умов праці на вибір засобів індивідуального захисту

### Ключові терміни

<i>Умови праці</i>	<i>Енерговитрати</i>
<i>Статичні і динамічні фізичні навантаження</i>	<i>Мікроклімат</i>
<i>Засоби індивідуального захисту</i>	<i>Працездатність</i>
<i>Засоби колективного захисту</i>	<i>Важкість і напруженість праці</i>
<i>Фізико-технологічна сумісність</i>	<i>Радіаційно небезпечні об'єкти</i>
<i>Шкідливий виробничий фактор</i>	<i>Радіонуклідне зараження місцевості</i>
<i>Небезпечний виробничий фактор</i>	<i>Отруйні речовини</i>
<i>Агресивне виробниче середовище</i>	<i>Біологічна (бактеріологічна) зброя</i>
<i>Аварійно-рятувальні роботи</i>	<i>Запиленість і загазованість робочої зони</i>
<i>Диференційно-модульний принцип</i>	<i>Технологічно чисті приміщення</i>
	<i>Дайвінг</i>

### 1.1. Загальна характеристика умов праці та виробничого середовища

Швидкі темпи науково-технічного прогресу сприяють не тільки підвищенню продуктивності праці, зростанню матеріального добробуту й інтелектуального потенціалу світової спільноти, а й спричиняють зростання ризику великих аварій і катастроф із серйозними наслідками для людства та навколишнього середовища.

**Умови праці** – це сукупність усіх чинників, які необхідно забезпечити для нормальної життєдіяльності персоналу в процесі виробничої діяльності. Вони характеризуються механічним, тепловим навантаженням працівників, санітарно-гігієнічними умовами у виробничих приміщеннях і на робочих місцях, засобами індивідуального та колективного захисту від шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища.

Важливе завдання охорони праці – поліпшення умов праці, передусім увідповіднення стану робочих місць до встановлених норм. Здорові, безпечні й комфортні умови праці зберігають здоров'я працівника, продовжують його життя й подовжують період професійної активності.

Сучасне виробництво висуває щораз вищі вимоги не тільки до машин і техніки, а й до персоналу, його працездатності і здоров'я. Тому для ефективної організації сучасного виробництва необхідні всебічний комплексний гігієнічний аналіз анатомічних, фізіологічних, психологічних та інших особливостей людини, а також гігієнічна оцінка впливу всіх чинників виробничого середовища, умов і режиму праці на здоров'я працівників.

Під час трудової діяльності може виникати чимало факторів виробничого середовища та трудового процесу, які за певних умов спроможні чинити суттєвий негативний вплив на працівника, сприяти зниженню його працездатності, виникненню стомлення та перевтоми, що призводить до погіршення стану здоров'я і розвитку професійних захворювань.

За наявною класифікацією *шкідливий виробничий фактор* – це чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм людини у разі недотримання визначених нормативів може стати причиною зниження працездатності, погіршення здоров'я і викликати захворювання, які прийнято називати професійними.

Під *небезпечним виробничим фактором* розуміється чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм лю-

дини за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я.

Шкідливі та небезпечні фактори поділяються на: *хімічні* – токсичні речовини різного агрегатного стану, спроможні викликати різні види загального або місцевого несприятливого впливу на організм; *фізичні* – шум, вібрація, іонізуюче та неіонізуюче випромінювання, електромагнітні поля, кліматичні параметри, рівень освітлення, атмосферний тиск; *біологічні* – патогенні мікроорганізми, мікробні препарати, біологічні пестициди, мікроорганізми.

До шкідливих факторів належать також: фізичні (статичні та динамічні) перевантаження – підняття та переміщення вантажів, незручне положення тіла, тривале статичне навантаження на шкіру, суглоби, м'язи та кості; недостатня фізична рухливість; нервово-психічне перевантаження – розумова й емоційна перенапруженість.

Крім шкідливих і небезпечних факторів, умови праці залежать від виробничої обстановки, яка визначається як *характер праці*.

Виходячи з того, що характер праці, його орієнтованість, взаємини в трудовому колективі, організація робочих місць можуть також несприятливо впливати на працездатність або здоров'я людини, запроваджено поняття "*виробничі (професійні) шкідливості*". Виробничі шкідливості об'єднують усі фактори, які сприяють зниженню працездатності, появі гострих і хронічних отруєнь та хвороб, зростанню професійних захворювань. Їхню появу під час роботи можуть викликати численні обставини, наведені на *рис. 1.1*.

Найхарактернішими специфічними наслідками впливу професійної шкідливості є професійні отруєння та хвороби.

*Професійне отруєння* – це гостра або хронічна інтоксикація, яка виникла внаслідок дії шкідливого хімічного фактора в умовах виробництва.

*Професійне захворювання* – хвороба, яка виникла внаслідок впливу шкідливого фактора в умовах виробництва та підтверджена в законодавчому порядку.

Причини професійних захворювань і травматизму належать до таких груп.

#### 1. Технічні причини:

- недосконалість технологічних процесів (недостатня автоматизація і комп'ютеризація, неправильний монтаж апаратів, устаткування та ін.);

- несправність електротехнічного, освітлювального устаткування, комунікацій, підйомних транспортних засобів та ін.);
- недосконалість або несправність інструменту та пристроїв, які застосовуються під час ремонту або обслуговування устаткування;
- відсутність захисних і запобіжних пристроїв;
- відсутність необхідних безпечних дистанцій між окремими апаратами.

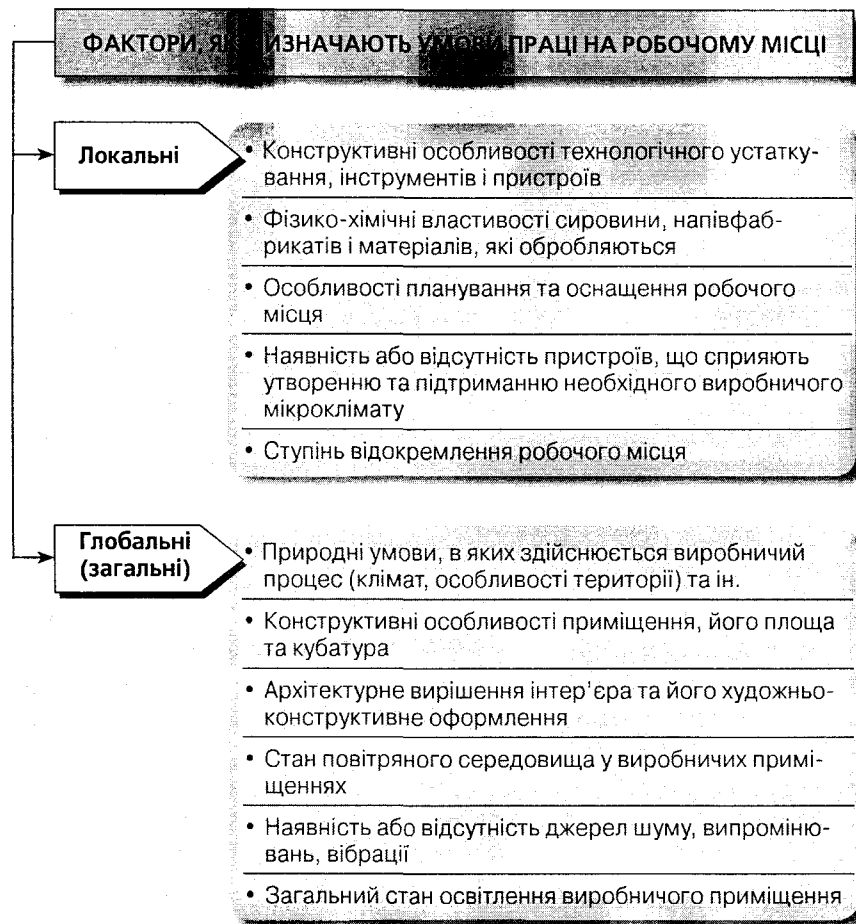


Рис. 1.1. Схема переліку факторів, які визначають умови праці

## II. Організаційні причини:

- неправильна організація праці (нераціональний режим праці, надмірна тривалість або інтенсивність; тривале вимушене одноманітне або ненормальне положення тіла чи окремих органів, їх перенапруження);
- незадовільна організація, розташування та утримання робочих місць, хідників, проїздів;
- недостатність навчання персоналу правилам провадження технологічного процесу, гігієни праці, охорони праці та техніки безпеки, пожежної безпеки;
- порушення персоналом правил технологічного режиму, відсутність або недостатність технологічного нагляду;
- використання невідповідного інструменту, пристосувань;
- порушення інструкцій під час проведення ремонтних і післяаварійних робіт, неузгодженість дій персоналу;
- незадовільна якість і надійність (або відсутність) ЗІЗ;
- систематичне використання персоналу на понаднормових роботах, піднімання та переміщення недозволених вантажів.

## III. Санітарно-гігієнічні причини:

- забрудненість повітряного середовища шкідливими й токсичними речовинами;
- відхилення від нормованих метеорологічних умов (невідповідність температури, вологості, швидкості руху та тиску повітря), теплові та іонізуючі випромінювання;
- нераціональне освітлення;
- шкідливі випромінювання (ультрафіолетові, рентгенівські, радіонуклідні, електромагнітні поля, сліпуче світло);
- шум і вібрація;
- недостатність площі та кубатури виробничих приміщень;
- антисанітарний стан побутових приміщень;
- недостатність (або відсутність) профілактичних медичних оглядів;
- порушення правил особистої гігієни та ін.

Для ефективного усунення несприятливих і небезпечних факторів, які виникають під час трудової діяльності, потрібно послідовно вживати

заходи щодо забезпечення технологічної безпеки виробництва й охорони праці, до яких передусім належать:

- комплексна механізація, автоматизація і комп'ютеризація виробничих процесів у дистанційному управлінні ними;
- удосконалення технологічних процесів для усунення використання токсичних речовин;
- герметизація устаткування та апаратури;
- безперервність і ритмічність виробничих процесів;
- ефективна місцева та загальна вентиляція, регулярна фільтрація шкідливих речовин;
- колективні системи захисту від шумів і вібрацій;
- надійна ізоляція робочих місць від іонізуючих випромінювань;
- урахування ергономічних показників під час облаштування робочих місць;
- використання сучасних комплектів ЗІЗ (захисні костюми, засоби захисту органів дихання, рук, ніг, голови, очей);
- перехід на екологічно чисті енергоносії;
- рекуперация летких розчинників;
- ефективне очищення забрудненого повітря від промислового пилу, газів, аерозолів, які містять шкідливі хімічні та біологічні речовини.

*Під агресивним виробничим середовищем* розуміють сукупність природних або штучних факторів, вплив яких спричиняє підвищене зношення основних засобів у процесі їх експлуатації. До роботи в агресивному середовищі прирівняно також контактування персоналу з вибухонебезпечними, пожежонебезпечними, токсичними або іншими агресивними технологічними середовищами, які можуть бути джерелом або безпосередньою причиною ініціювання аварійної ситуації.

За інформацією ООН, за останні 30 років втрати від техногенних аварій зросли більш як утричі та досягли 200 млрд доларів, завдано великих людських втрат, а також шкоди природному оточенню, і ця тенденція незмінна.

Достатньо згадати у цьому зв'язку таку техногенну катастрофу, як Чорнобильська, у результаті якої частину Східної і Центральної Європи піддано радіонуклідному забрудненню. Наслідки цієї аварії досі суттєво впливають на людей і природу.

Промислові аварії, виробничий травматизм і захворювання як наслідок зношеності обладнання, що досягає в деяких галузях 70 відсотків і більше, використання застарілих технологій завдають величезних моральних і матеріальних збитків суспільству й економіці України.

Масштаби техногенних аварій в останній чверті ХХ ст. настільки зросли, що їхні наслідки в деяких випадках можна розглядати як екологічні катастрофи з дуже серйозними втратами, в тому числі для генофонду нації.

Аналіз багатьох техногенних аварій свідчить, що швидкий пошук джерела аварійної ситуації, прийняття заходів для її ліквідації можливі лише в разі ефективних і чітких дій персоналу самого підприємства. Практика підтверджує, що аварійно-рятувальні служби, пожежні частини з огляду на свою дислокацію прибувають на місце з великим запізненням. Вочевидь, на кожному небезпечному об'єкті потрібно вживати екстрені заходи з ефективного попередження розростання аварійної ситуації і, як наслідок, мати ефективні засоби захисту персоналу, необхідні для виконання аварійних і післяаварійних операцій. Тільки захищена людина, відчуючи себе комфортно і впевнено, спроможна у разі нештатної ситуації, в тому числі внаслідок порушення технології, вжити ефективні заходи для ліквідації аварії, не допускаючи її розвитку, і тим різко знизити її вплив. Тому так важливо мати ефективну систему захисту людини у виконанні нею небезпечних робіт, у тому числі аварійних.

Досвід ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи засвідчив, що засоби захисту, які використовувалися і прийняті в атомній енергетиці для здійснення регламентних робіт, призвели до ураження ліквідаторів, виникнення серйозних захворювань, інвалідності і навіть до смерті.

З'ясувалося, що ЗІЗ, призначені для регламентних робіт, які застосовуються у "спокійній" обстановці, можуть виявитися не зовсім достатніми, з погляду захисту, під час ліквідації аварійних ситуацій та їхніх наслідків. Найбільш складні і небезпечні умови робіт виникають в аварійних ситуаціях. Обстеження з подальшим аналізом низки підприємств України дали змогу вирізнити в загальному вигляді три етапи робіт, а саме:

- пошук і ліквідація місця виникнення аварії;
- ліквідація наслідків аварії;
- ліквідація післяаварійних забруднень.



Кожен етап характеризується комплексним впливом шкідливих речовин, які відрізняються і за концентрацією, і за своїм кількісним складом.

Етап пошуку та ліквідації в місцях аварій характеризується невизначеністю видів і рівня дії шкідливих факторів. У зоні аварії може поєднуватися низка небезпечних факторів, наприклад: пожежа, радіонуклідний пил, рідинні або газоподібні хімічні речовини. У виконанні робіт на цій стадії необхідно користуватись універсальними захисними засобами, з максимальними захисними рівнями, з автономними джерелами очищення та подачі повітря.

Друга стадія робіт – ліквідація наслідків аварії може характеризуватися такими явищами, як: висока концентрація парів токсичних речовин (оксиди азоту, сірки, ртуті, хлору та ін.); контактом з рідинними розливами хімічних речовин (нафти та нафтопродуктів, неорганічних кислот і лугів, органічних розчинників); тривалістю робіт. Для виконання таких робіт треба використовувати ЗІЗ спеціального призначення, виготовлені з комбінацій дво-, тришарових матеріалів. Перший шар захищає від визначеної агресивної речовини, другий шар складається з фільтрувальної повітропроникної тканини і забезпечує відповідні теплообмінні процеси під час тривалих і тяжких робіт.

Третя стадія робіт пов'язана з ліквідацією залишкових явищ, тобто очищенням території від забруднень, дезактивацією місцевості й обладнання, розбиранням завалів та ін. У виконанні таких видів робіт, як свідчить досвід європейських країн, ефективні разові ЗІЗ з відповідними захисними властивостями.

Для виконання аварійно-рятувальних робіт у створенні систем засобів захисту потрібно використовувати диференційно-модульний принцип. Це передбачає одночасний захист усієї людини – очей, органів дихання, рук, ніг, шкіри – відповідними засобами. Навіть у нормальних промислових умовах належний одяг, включаючи засоби захисту органів дихання, повинен бути постійно на рятувальниках і забезпечувати необхідний короткочасний захист навіть в аварійних умовах.

Як відомо, нині не існує надійного, стовідсоткового методу унеможливлення аварійних ситуацій. Сучасний підхід до стану безпеки людини, об'єктів, територій у разі аварій техногенного і природного характеру та їхніх наслідків характеризується поступовою зміною від категорії абсолютної безпеки до категорії допустимого ризику. Потрібно визнати, що абсолютна безпека у системі "виробничо-технологічний комплекс – людина" принципово недосяжна. У сучасних умовах необхідно

створювати системи захисту й організації виробничих процесів у зв'язі з мінімумом впливу об'єктивних виробничих небезпек. Це завдання вирішує охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Сучасна система безпеки характеризується деяким рівнем ризику, який є мінімальним у разі жорстких вимог до надійності технологічних систем, об'єктів і виробництв, належно оснащених сучасними засобами захисту, і навпаки – максимальним для підприємств із застарілим обладнанням, недосконалим рівнем технологій і неефективними ЗІЗ. Внаслідок зношеності обладнання, використання застарілих технологій і таких, що не працюють (або недостатньо ефективно працюють), систем колективного й індивідуального захисту виникла серйозна ситуація у сфері забезпечення нормальних умов для персоналу на низці виробництв.

Особливо несприятлива ситуація склалася на підприємствах малого і середнього бізнесу. У приватному секторі зайнято 52 відсотки всього контингенту тих, хто працює, і робочі місця, які не відповідають гігієнічним нормативам, становлять там 63 відсотки.

Разом з технологічними причинами проявляється і недосконалість законів про працю, неврегульованість взаємодії у цій сфері контрольних і наглядових органів України, не кажучи про питання забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту.

Оскільки звичайні ринкові механізми не можуть забезпечити надійний захист від виробничих небезпек, вирішальну роль у охороні праці здобуває законодавче й нормативне регулювання. Україна в цьому процесі трохи запізнилася. Окремий Закон "Про охорону праці" ухвалено тільки 1992 року. Це сприяло впорядкуванню подань про те, що потрібно робити у сфері безпеки праці. В одному документі було чітко виписано права й обов'язки власника й найманих працівників, встановлено види й розміри відшкодування власником збитків працівникам у разі ушкодження їхнього здоров'я, а також регламентовано практично всі питання охорони праці. За 12 років після ухвалення цього закону ставлення до фінансування профілактичних заходів щодо охорони праці на підприємстві змінювалося тричі.

У 1992–1997 рр. діяв механізм впливу держави на фінансування заходів через встановлення обов'язкового нормативу відрахувань

підприємства (1 % обсягу реалізованої продукції) у спеціально створені фонди охорони праці (підприємства, галузеві, регіональні й державні). Регламентувалася також номенклатура заходів, які могли фінансуватися за рахунок цих відрахувань.

У 1997–2002 рр. норматив обов'язкових відрахувань у фонди охорони праці було скасовано і замість нього запроваджено механізм стимулювання витрат на заходи через віднесення їх до валових витрат виробництва.

Починаючи з 2002 р., після набрання чинності нової редакції Закону "Про охорону праці", знову запроваджено норматив витрат на профілактичні заходи щодо охорони праці, які повинні становити не менш як 0,5 % суми реалізованої продукції.

До того ж обов'язкові до 1997 р. й добровільні до 2002 р. фонди охорони праці в редакції закону від 2002 р. не фігурують. Механізм стимулювання витрат на заходи через віднесення їх до валових витрат виробництва залишився в дії й був деталізований Постановою Кабінету Міністрів України "Про перелік заходів і засобів щодо охорони праці, витрати на здійснення й придбання яких включаються у валові витрати" (2003 р.).

Таким чином, порядок фінансування заходів щодо охорони праці був найближчим до ринкового в 1997–2002 рр., коли вплив держави здійснювався тільки за допомогою податкового стимулювання. Діючий (починаючи з 2002 р.) порядок за своїм змістом є змішаним, оскільки використовує елементи централізованого нормування витрат і ринкові елементи їхнього стимулювання.

Ухвалений 1999 р. і запроваджений у дію 2001 р. Закон "Про обов'язкове соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві й професійному захворюванні, які викликали втрату працездатності" сприяв своєчасному відшкодуванню потерпілим збитків. На комерційній діяльності підприємства цей вид страхування також відбився позитивно. До запровадження страхування в разі нещасного випадку з важкими наслідками підприємство повинно було виплачувати потерпілому такі суми, які могли призвести навіть до банкрутства (особливо це було характерним для малих підприємств). Тому страхування від нещасного випадку позитивно вплинуло і на соціальну захищеність виробничого персоналу, і на господарську діяльність підприємств України.

У новій редакції Закону "Про охорону праці" (2002 р.) було впорядковано також систему штрафних санкцій. Зокрема скасовано штрафи за

нещасні випадки й професійні захворювання. Це зняло зайвий фінансовий тягар з підприємства й ліквідувало один зі стимулів до приховування травматизму. Багато інших змін законодавчої та нормативної бази охорони праці за період 1992–2004 рр. також орієнтувалися на інтереси бізнесу. Тому можна стверджувати, що охорона праці в Україні на законодавчому рівні враховує не тільки потреби своїх громадян у захисті від нещасних випадків, професійних захворювань і їхніх наслідків, а й орієнтується на інтереси підприємств.

Нині в Україні та за кордоном обговорюють широке коло питань стимулювання охорони праці, у тому числі й пошуку нових способів організації охорони праці в тісній взаємодії з вирішенням виробничих завдань підприємства. Для цього пропонуються різні механізми: інтеграція охорони праці в системи якості ISO 9001, впровадження в сертифікати відповідності вимог охорони праці, активізація можливостей організаційних факторів у керуванні підприємством (організаторська культура, підвищення відповідальності і координації у проведенні робіт, дотримання техніки безпеки), широке використання в практиці керування підприємством програм щодо охорони праці. Охорону праці за таких підходів розглядають не як окрему відособлену систему або підсистему виробничої системи, а як органічний, невід'ємний і рівноправний елемент виробництва. Це підвищує значення охорони праці й сприяє відповідальнішому ставленню до її вимог, що позитивно впливає на господарську діяльність підприємства. Усе це свідчить про те, що інтереси охорони праці й господарської діяльності підприємства щодо якості умов праці збігаються. У цьому зв'язку варто зазначити, що використовувані на підприємствах України способи поліпшення умов праці орієнтовані в основному на досягнення ефекту через використання всіляких технічних заходів. Такий підхід в умовах перехідної економіки й стану основної маси виробничих фондів в Україні найбільш ефективний. Зростання продуктивності в цьому разі досягається в основному за рахунок зменшення кількості невиходів на роботу внаслідок запобігання травмам або захворюванням і за рахунок автоматизації виробничих процесів.

## 1.2. Вплив умов праці на її ефективність

Сприятливі умови праці стимулюють умови для підвищення продуктивності праці, що, природно, позначається на господарській діяльності підприємства. У літературі є відомості [3], що за допомогою раціонально підбраного комплексу заходів, спрямованих на поліпшення умов праці, можна домогтися збільшення продуктивності до 25 %.

Наприклад, встановлено, що сонячне освітлення робочого місця сприяє збільшенню продуктивності до 10 %, оптимальне штучне освітлення – до 6–13 %, правильна організація робочого місця збільшує продуктивність до 20 %.

Цілеспрямовані санітарно-гігієнічні заходи, наведені в **табл. 1.1**, не тільки сприяють збереженню здоров'я і профілактики професійних захворювань, а і є суттєвим резервом підвищення продуктивності праці.

**Таблиця 1.1.** Орієнтовні можливі резерви підвищення продуктивності праці

Найменування фактора	Приріст продуктивності праці, %		
	Ручна праця без пристосувань	Ручна праця з пристосуваннями	Механізована й автоматизована праця
Рациональний режим праці та відпочинку	до 200	15–30	4–25
Рационалізація робочої зони	до 100	8–25	5–10
Рационалізація робочих місць	до 100	22–27	до 5
Застосування ефективних і надійних ЗІЗ	15–25	15–25	5
Оптимізація температурного режиму	15–25	15–25	5
Зниження шуму	40–60	40–60	5–10
Рациональне освітлення	5–30	5–30	5–15
Оптимальна колірна гама на робочому місці	5–15	2–4	2–4
Рациональне звукове оформлення музики	5–14	5–14	5–14
Організаційно-технологічні заходи	20–40	20–40	20–40

Трудова діяльність людини здійснюється передусім за рахунок формування динамічних мозкових систем, які визначають сукупність

психічних процесів, різноманітні рухові акти, напружену роботу систем життєзабезпечення організму та забезпечення їх оптимальної координації. До процесу трудової діяльності залучаються усі системи життєдіяльності людини – вегетативна нервова, серцево-судинна, дихальна, ендокринна, опорно-м'язова та ін.

Інтегральним показником важкості виробничої діяльності є *енерговитрати* людини.

Фізіологічними дослідженнями встановлено, що під час трудової діяльності людина витрачає фізичну та розумову енергію:

- на підтримку загальної життєдіяльності організму;
- на виконання цілеспрямованих професійних дій, пов'язаних з процесом праці;
- на опір несприятливої дії на організм факторів виробничого середовища;
- на подолання власного негативного ставлення до цієї роботи (наприклад, неприваблива праця).

Під час виконання трудових операцій дуже важливе значення мають психофізіологічні фактори умов праці, які суттєво впливають на загальний функціональний стан організму, його здоров'я і працездатність.

Усі психофізіологічні фактори умов праці за своїм складом і особливостями впливу на організм людини можна поділити на три основні групи:

- фактори, пов'язані з психофізіологічними особливостями організму;
- фактори, пов'язані з положенням тіла людини під час роботи;
- фактори, пов'язані з робочими рухами у процесі праці.

*Перша група* факторів характеризується станом показників рівня фізичного розвитку людини, функціонуванням найважливіших органів і систем організму, особливостями протікання основних життєдіяльних функцій, психічних явищ, пов'язаних із процесом трудової діяльності.

*Друга група* психофізіологічних факторів пов'язана з робочою позою. Різні робочі пози тіла працівника (сидячи, стоячи) викликають відповідні витрати м'язової енергії під час роботи. Інформацію про середні рівні енерговитрат наведено в **табл. 1.2**.

**Таблиця 1.2.** Середній рівень енерговитрат, пов'язаних з робочим положенням

Робоче положення	Енергетичні витрати, Вт
Сидячи	12
На колінах	35
Навприсядки	35
Стоячи	42
Стоячи зігнувшись	56
Стоячи, рухаючись на ходу	118–244

Фізіологічно раціональна робоча поза має забезпечувати зберігання стабільного зручного положення тіла в процесі трудової діяльності, оптимальні умови для нормальної роботи всіх систем організму, максимальну площу огляду робочого місця і видимість предметів праці, рівномірне завантаження нервово-м'язового апарату, сприяти економній витраті енергії організмом і зниженню стомлюваності.

*Третя група* факторів характеризує фізіологічні вимоги до робочих рухів. Необхідно забезпечити ритмічність у виконанні виробничих операцій, зменшення кількості зайвих рухів за рахунок їх симетричності й одночасного виконання, розвивати звичність і автоматизм рухів, що пов'язано з виробничим тренуванням, стажем роботи і формуванням динамічного стереотипу. Ритмічне виконання виробничих операцій позитивно впливає на рівень працездатності організму. Ритмічне чергування рухів під час праці, їхня чітка послідовність виробляють автоматизм рухів, що сприяє зниженню навантаження й напруженості на центральну нервову систему, сповільнюючи процес стомлення працівника.

Під час виконання фізичної праці в ЗІЗ може суттєво змінюватися характер робочих рухів того, хто працює. Так, у разі роботи в захисних костюмах, вага яких перевищує 3 кг, недосконалих конструкцій спостерігається зменшення активних рухів, пов'язаних зі скороченням і розслабленням м'язів (динамічне навантаження), але водночас з'являється збільшення механічного тиску і виникає м'язове напруження, в результаті чого розвиваються так звані статичні навантаження, які найчастіше спостерігаються у м'язах ніг, спини та плечового пояса.

Під час статичних навантажень суттєво порушується кровообіг у м'язах, що відчутно знижує можливість відновлювання їхнього енерге-

тичного потенціалу. Статичне навантаження несприятливо впливає на загальний стан того, хто працює, і рекомендований час його впливу має продовжуватися не більш як три хвилини. Якщо специфіка праці потребує зберігання статичних зусиль тривалішого часу, рекомендують чергування виробничих операцій, проведення дво-, трихвилинних фізкультурних пауз, що сприяє усуненню статичної напруги. Окрім того, для усунення статичних навантажень і зниження енергетичних витрат рекомендують також регулярне чергування впродовж зміни роботи у положенні стоячи та сидючи.

Енерговитрати передусім залежать від інтенсивності м'язової роботи. Зі збільшенням важкості праці підвищується потреба в кисні та енергії, витраченої внаслідок праці. За порівняно легкої фізичної праці підвищення обміну речовин виникає за рахунок посилення енерговитрат у м'язах, серці та мозку. За важкої праці витрати енергії м'язами зростають на 95 %. Так, стосовно осіб розумової праці (лікарі, педагоги, диспетчери та ін.) добові енерговитрати становлять 10,5–11,7 МДж; осіб механізованої праці та сфери обслуговування (медсестри, працівники, які обслуговують автомати, та ін.) – 11,3–12,5 МДж; осіб, які виконують роботу середньої важкості (верстатники, водії, хірурги та ін.) – 12,5–15,5 МДж; осіб, які виконують важку фізичну роботу, – 16,3–18 МДж.

Витрати енергії залежать також від інформаційної напруженості праці, ступеня емоційної напруги та мікрокліматичних умов. Мікроклімат виробничих приміщень визначається температурою, вологістю, швидкістю руху повітря, а також тепловим випромінюванням з нагрітих поверхонь. Мікроклімат безпосередньо впливає на самопочуття і, відповідно, на працездатність і стан здоров'я працівників. Мікроклімат повинен забезпечувати нормальну терморегуляцію організму людини. Збереження постійної температури тіла людини ( $36,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ) – необхідна умова для фізіологічних процесів в організмі, що можливо тоді, коли виділене організмом тепло безперервно поглинається навколишнім середовищем. У цих умовах людина не відчуває перегрівання чи переохолодження.

Існує таке поняття, як оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови в робочій зоні. Оптимальні параметри – відчуття теплового комфорту, який сприяє високій працездатності. Під умовами теплового комфорту розуміють теплове відчуття людини залежно від виду діяльності, одягу, віку, стану здоров'я та інших чинників. Тепловий комфорт визначають такі параметри: температура повітря в приміщенні;

середня температура поверхні стін; швидкість обміну повітря; відносна вологість повітря; вид діяльності людини й пов'язані з ним фізичні навантаження, від якого залежить кількість тепла, виділена тілом людини; опір теплопровідності одягу, від якого залежить швидкість обміну тепла між тілом людини й навколишнім середовищем.

Комфортні теплові умови в приміщеннях визначаються відповідно до норм Європейського стандарту ISO 7730:1994 (E). Ambiances thermiques moderes – Determination des indices PMV et PPD et specifications de confort thermique. Під оптимальною температурою приміщення мають на увазі комплексний показник, що визначається середньою температурою між температурою стін і температурою повітря в приміщенні, що дає змогу прогнозувати задоволеність тепловим комфортом не менш як 90 % людей. Наприклад, за температури приміщення  $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$  максимально припустиме відхилення становить два градуси.

Допустимі параметри – сукупність параметрів, за тривалого впливу яких не змінюються функції і тепловий стан організму. У **табл. 1.3** наведено кліматичні параметри, які відповідають зазначеним параметрам.

**Таблиця 1.3.** Мікрокліматичні умови у виробничій зоні

Мікрокліматичні умови	Холодна пора року			Тепла пора року		
	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Оптимальні	20–23	40–60	0,2	22–25	40–60	0,2
Допустимі	17,1–23	70–75	0,2	25–28	55–60	0,2–0,5

Винятково важлива роль *серцево-судинної системи* за м'язової роботи визначається тим, що вона забезпечує подачу кисню і видалення продуктів окислення. Під час роботи збільшується хвилинний обсяг серця. Величина його, яка дорівнює 3–4 л на 1 хвилину в спокої, за інтенсивної м'язової роботи може досягти 30–35 л на 1 хвилину, водночас величина хвилинного обсягу залежить від інтенсивності м'язової роботи.

Через 15–30 секунд після початку (а іноді рефлекторно і до роботи) пульс прискорюється, досягає певної величини, яка залежить від потужності роботи і тримається на цьому рівні впродовж усієї роботи. Це дає змогу рекомендувати застосування методики визначення

пульсу як простого і доступного методу фізіологічного контролю стану організму тих, хто працює, під час виконання фізичної роботи.

Максимальний кров'яний тиск за м'язової роботи суттєво підвищується (під час виконання робіт на 60–80 мм рт. ст.). Водночас мінімальний кров'яний тиск підвищується тільки під час важкої роботи.

Під впливом імпульсів з центральної нервової системи, а також у результаті судинно-розширювальної дії продуктів м'язового скорочення (молочна кислота) розширюється просвіт м'язових капілярів і збільшується їхній діаметр. Цим досягається краще кровопостачання м'язів, які працюють, з подальшим видаленням продуктів обміну.

*Дихальна система*, так само як і серцево-судинна, на початку м'язової роботи проявляє великі зрушення в бік посилення своєї діяльності.

Легенева вентиляція, яка дорівнює у спокої 6–8 л повітря на 1 хвилину, на самому початку м'язової роботи збільшується, а потім зростає відповідно до важкості виконуваної праці. Величина легеневої вентиляції залежно від потужності роботи збільшується і може доходити за важкої фізичної праці до 100 л і більше на 1 хвилину. Зростання відбувається і за рахунок збільшення частоти дихання, і за рахунок зростання глибини кожного вдихання. Частота дихання під час роботи може збільшуватися від 16–18 до 30–40 на хвилину. Величина легеневої вентиляції і характер дихання залежать від важкості праці, а також індивідуальних особливостей і ступеня тренуваності людини.

Фізіологічні зрушення в організмі людини під час розумової праці виражені набагато менше, ніж під час фізичної, і вони непостійні. Для розумової праці характерне звуження судин кінцівок і розширення судин внутрішніх органів. Менше, ніж під час фізичної праці, виражене збільшення частоти серцевих скорочень і артеріального тиску. Підвищення загального обміну в організмі не перевищує 10–15 %, однак споживання кисню мозком на 100 г речовини в 15–20 разів більше, ніж його споживання м'язами. У крові під час розумової праці знижується рівень цукру, збільшується рівень неорганічного фосфору, холестерину, знижуються лужні резерви. Усі ці явища набагато більше виражені під час розумової праці, що пов'язана з нервово-емоційним напруженням. У разі нервово-емоційного напруження спостерігається збільшення систолічного і хвилинного об'єму серця, підвищення артеріального тиску і зростання частоти пульсу, а інколи його сповільнення. Під впливом різних емоційних переживань, під час інтенсивної розумової праці спостерігаються зміни температури шкіри й окремих ділянок тіла.

Фактори, які супроводжують напружену розумову працю, можуть суттєво впливати на загальний стан здоров'я та захворюваність працівників. Характерно також, що люди розумової праці частіше хворіють на серцево-судинні захворювання, гіпертонічну хворобу, кардіосклероз і атеросклероз.

Одним з ключових понять фізіології є *працездатність*. Під нею розуміють величину функціональних можливостей організму, яка характеризується кількістю та якістю роботи, виконаної за певний час за максимально інтенсивної напруженості.

Загальний рівень функціональних можливостей і працездатності людини під час роботи залежить від умов праці, стану здоров'я, віку, ступеня тренуваності, мотивації до праці та ін.

Суттєвим чинником, який впливає на рівень і динаміку працездатності, є специфічні особливості кожної конкретної діяльності. Стан працездатності оцінюється за фізіологічними показниками функціонального стану центральної нервової системи, нервово-м'язового апарату, серцево-судинної, дихальної та інших систем, задіяних під час виконання конкретної роботи.

Зміни працездатності, які характеризують відносними показниками функціонального стану впродовж робочого дня, мають кілька фаз або станів людини: фаза залучення в трудовий процес, фаза високої стійкої працездатності, фаза зниженої працездатності (рис. 1.2).

Відносний показник працездатності

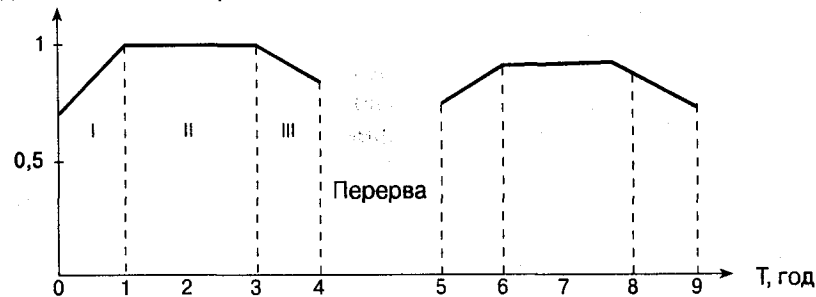


Рис. 1.2. Середньостатистичний графік працездатності впродовж робочої зміни

Перша фаза (1) пов'язана з періодом входження в трудовий процес, зростанням працездатності та збільшенням обсягу фізіологічних

процесів, спрямованих на виконання конкретної роботи. Залежно від характеру праці й індивідуальних особливостей людини цей період триває від кількох хвилин до години, а за розумової діяльності – до 2–2,5 годин.

Друга фаза (II) – фаза високої стійкої працездатності. Для неї характерні максимальні виробничі показники і відносно стабільна або знижена напруженість фізіологічних функцій. Тривалість цієї фази – 2–2,5 годин та більше залежно від ступеня нервово-емоційної напруженості, фізичної важкості, ступеня тренуваності, а також гігієнічних умов праці.

Третя фаза (III) характеризує процес зниження працездатності, супроводжується зменшенням функціональних можливостей основних органів людини, що працюють. Зниження працездатності спостерігається перед обідньою перервою і проявляється в погіршенні стану серцево-судинної системи, збільшенні часу протікання рефлексів, зниженні уваги, появі зайвих рухів, помилкових реакцій, зменшенні швидкості вирішення завдань.

Після обідньої перерви під впливом відпочинку функціональні можливості організму збільшуються; динаміка працездатності повторюється, як і в першу частину робочої зміни, але водночас зменшується період підвищення працездатності, скорочується фаза сталої працездатності за рахунок швидшої втоми. Перед завершенням праці спостерігається короткострокове підвищення працездатності – феномен кінцевого пориву, що пов'язано з підвищенням емоційного стану людини у зв'язку з очікуваним кінцем робочого дня.

Упродовж робочого тижня відзначаються зміни в працездатності (рис. 1.3), що зумовлено аналогічними процесами на тривалому періоді часу.

Відносний показник працездатності

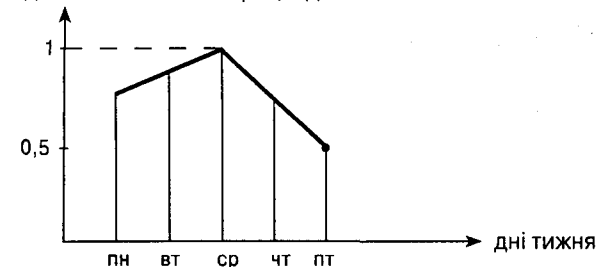


Рис. 1.3. Середньостатистичний графік зміни працездатності впродовж тижня

У результаті виконання інтенсивної або дуже тривалої роботи виникає стомлення, яке за своєю суттю є фізіологічним процесом, що закономірно виникає в процесі праці. Воно характеризується зниженням працездатності організму, погіршенням кількісних та якісних показників праці, яке припиняється після відпочинку.

Вирізняють чотири основні типи стомлення:

- 1) *розумове* (наприклад, у разі запам'ятовування великого обсягу інформації, тексту);
- 2) *сенсорне*, пов'язане з напруженою роботою слухового, зорового та інших аналізаторів;
- 3) *емоційне* (наприклад, пов'язане з тривалим напруженням, тривогою, страхом);
- 4) *фізичне*, викликане м'язовою роботою і достатньо напруженою руховою діяльністю.

Стан стомлення звичайно супроводжується відчуттям втоми – суб'єктивним чинником, який безпосередньо відчуває працівник.

У разі відновлення праці на тлі повільного розвитку стомлення виникає кумулятивний ефект накопичення слідів стомлення. Стомлення переходить у *перевтому* – стан, який виникає внаслідок невідповідності між енергозатратами організму під час роботи і рівнем поступового відновлення. Перевтома на відміну від стомлення створює передумову для виникнення професійних захворювань. У разі перевтоми спостерігається головний біль, зниження м'язової витривалості, відчуття млявості, неувважність, зниження пам'яті, уваги, порушення сну. За незадовільного стану режимів та умов праці спостерігається подальше зростання перевтоми та погіршення стану здоров'я. У *табл. 1.4* наведено інформацію про зниження рівня м'язової витривалості під час різних ступенів стомлювання.

**Таблиця 1.4.** Ступінь зниження м'язової витривалості під час різних видів праці

Ступінь стомлюваності	Робота з підвищеним фізичним навантаженням	Робота з підвищеним нервовим навантаженням
Мала	Зниження на 20 %	Зниження на 15 %
Середня	Зниження на 30 %	Зниження на 22,5 %
Велика	Зниження на 40 %	Зниження на 30 %
Дуже велика	Зниження більш як на 40 %	Зниження на 55 %

Основні фізіолого-гігієнічні характеристики трудового процесу – *важкість і напруженість праці*. *Важкість праці* – це характеристика трудової діяльності людини, яка визначає ступінь залучення до роботи м'язів і відображає фізіологічні витрати внаслідок фізичного навантаження. За ступенем важкості роботи у виробничому середовищі класифікують за трьома категоріями. До першої категорії належать легкі фізичні роботи: роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження; роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням і супроводжуються деяким фізичним напруженням. До другої категорії належать фізичні роботи середньої важкості: роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження; роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів і супроводжуються помірним фізичним напруженням. До третьої категорії належать важкі фізичні роботи: охоплюють види діяльності, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням великих (більш як 10 кг) вантажів, які потребують чималих фізичних зусиль. Залежно від характеру праці в різних галузях промисловості змінюється рівень навантаження і загальні енерговитрати організму працівника (*табл. 1.5*).

**Таблиця 1.5.** Класифікація навантажень з урахуванням енергетичних витрат

Види навантажень	Діапазон енергетичних витрат, Вт	Тривалість, хв	Умови виникнення енергетичних витрат
Граничні	1200–1400	1–2	У разі аварійних ситуацій у різних галузях
Максимальні	1050–1200	30	Чорна металургія, машинобудування
Інтенсивні	700–1050	До 50 % загального робочого часу	
Помірні	350–700	Необхідне скорочення робочого часу	Будівельна, гірничо-металургійна промисловість та ін.
Легкі	50–350	Увесь робочий день	Усі галузі

Напруженість праці як характеристика трудового процесу відображає переважне навантаження на центральну нервову систему. Аналіз і оцінка базуються на обліку всього комплексу виробничих факторів, що створюють передумови для виникнення несприятливих нерво-емоційних станів і перенапруження. Особливо важкі і напружені роботи виконуються в процесі подолання наслідків аварій, проведенні рятувальних робіт і виконанні післяаварійних робіт. Оцінку напруженості праці здійснюють через хронометраж спостереження впродовж робочого дня, тижня, місяця. Підсумовуючи наведені результати, можна розробити класифікацію праці за важкістю (табл. 1.6) і напруженістю (табл. 1.7).

Таблиця 1.6. Класифікація робіт за ступенем важкості

	Легкі фізичні роботи	Середньої важкості	Важкі фізичні роботи	Фізично-важкі роботи
1	2	3	4	5
<b>Потужність зовнішньої роботи:</b>				
• під час роботи в основному за участі плечового пояса, Вт	10	22	45	50
• під час роботи в основному за участі нижніх кінцівок із залученням м'язів тулуба, Вт	20	45	90	100
Максимальна величина вантажу, що переміщується, кг	5	15	40	50
<b>Величина статичного навантаження за зміну:</b>				
• під час утримання зусилля однією рукою, кг/с	1,8	4,3	9,7	10,0
• під час утримання зусилля двома руками, кг/с	4,3	9,7	20,8	22,0
• під час утримання зусилля за участі м'язів корпусу та ніг, кг/с	6,1	12,9	26,6	28,0

Продовження табл. 1.6

1	2	3	4	5
<b>Динамічні навантаження:</b>				
• робоча поза впродовж зміни	Стационарне робоче місце. Вільна поза	Стационарне робоче місце, перебування у зігнутому стані під кутом до 30 градусів 10–25 % часу	Стационарне робоче місце, перебування у зігнутому стані під кутом до 30 градусів 25–50 % часу	Стационарне робоче місце, перебування у зігнутому стані під кутом більш як 30 градусів більш як 50 % часу
• рухи та переміщення в просторі за зміну	Ходіння до 1 км	Вимушені нахили під кутом до 30 градусів 50–100 разів. Ходіння до 4 км	Вимушені нахили під кутом до 30 градусів 100–300 разів. Перебування у вимушеній позі до 50 % часу. Ходіння до 7 км	Вимушені нахили під кутом до 30 градусів більш як 300 разів. Перебування у вимушеній позі більш як 50 % часу. Ходіння до 10 км

Таблиця 1.7. Класифікація робіт за ступенем напруженості

Показники	Робота без напруження	Мало напружена робота	Середньо напружена робота	Велике напруження під час роботи
1	2	3	4	5
Число виробничих об'єктів, що спостерігаються одночасно, од.	5	10	25	35
Тривалість зосередженого спостереження, % робочого часу	25	50	75	95
Процент часу активних дій (в інший час відбувається стеження за протіканням виробничого процесу), %	20	50	80	100



Продовження табл. 1.7

1	2	3	4	5
Щільність сигналів, повідомлень, од/год	5	15	60	75
Режим роботи	Робота за індивідуальним планом	Робота за встановленим графіком з можливістю його корекції	Робота в умовах дефіциту часу з підвищеною відповідальністю	Особливий ризик, відповідальність за безпеку інших осіб
Змінність, час роботи	Одна зміна, ранкова, 7–8 годин	Дві зміни без нічної праці, 7–8 годин	Три зміни з роботою вночі, 7–8 годин	Нерегулярна змінність і тривалість з роботою вночі
Інтелектуальна напруженість	Відсутність необхідності приймання рішень	Вирішення простих альтернативних завдань за інструкцією	Вирішення складних завдань за інструкцією	Творча діяльність
<b>Напруженість аналізаторних функцій:</b>				
• зір	Робота не потребує напруженості зору	Напруженість зору 20 % часу роботи	Точна робота, напруженість зору до 50 % часу роботи	Високоточна робота, напруженість зору до 75 % часу роботи
• слух	Перешкоди немає, розбірливість слів 100%	Існують перешкоди, розбірливість слів 60–80%	Існують перешкоди, розбірливість слів 30–60%	Існують перешкоди, розбірливість слів нижче 30%
<b>Монотонність:</b>				
Число різнорідних елементів в операції, од.	10	6	3	2

Продовження табл. 1.7

1	2	3	4	5
Тривалість виконання операцій, що повторюються, с	100	45	20	5
Час пасивного спостереження за ходом виробничого процесу, % робочого часу	75	50	25	5

У табл. 1.8 наведено інформацію про фізіологічні показники персоналу під час виконання робіт різного ступеня важкості і напруженості.

Таблиця 1.8. Показники функціонального стану організму людини

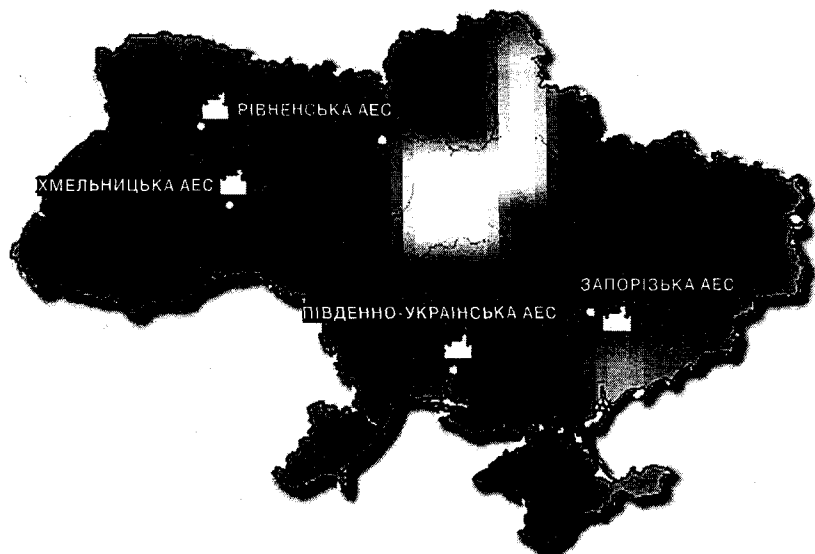
Показники	Легкі фізичні роботи	Фізичні роботи середньої важкості	Важкі фізичні роботи	Фізичні роботи максимальної важкості
Енерговитрати, Вт за год	100–170	170–290	290–530	530–750
Частота пульсу, за хв	90	100	120	130
Витривалість, (зниження у процентах до початкової)	20	30	40	50
Звук (зниження чутливості, в %)	5	20	40	60
Зір (зниження реакції до світла, в %)	10	30	50	70

Умови праці, важкість і напруженість праці, рівень шкідливих і небезпечних факторів та інші виробничі показники великою мірою визначаються технологічними особливостями виробничого процесу і характеризують окрему галузь, підприємство, робоче місце. Тому важливу роль відіграють експериментальні дослідження умов праці на кожному конкретному виробництві. У наступних розділах детально розглянуто умови праці в ядерній енергетиці, на нафтопереробних і

хімічних підприємствах, шахтах, технологічно чистих підприємствах, а також шкідливі і небезпечні фактори, які можуть супроводжувати аварії у разі ядерного, хімічного і біологічного забруднення території.

### 1.3. Умови праці на об'єктах атомної енергетики

В Україні функціонують чотири атомні електричні станції (АЕС), де виробляється електроенергія на 15 атомних блоках. На **рис. 1.4** наведено місця розташування АЕС.



**Рис. 1.4.** Розташування АЕС на території України

Робота на АЕС потребує особливої уваги до здоров'я людини. На різних ділянках АЕС спостерігаються різні величини радіаційного впливу, і тому створити універсальні засоби індивідуального захисту неможливо.

Під час експлуатації АЕС здійснюється контроль за утворенням радіонуклідних відходів. На шляху надходження їх у навколишнє середовище створено захисні бар'єри, однак нині зрозуміло, що уникнути впливу дії радіонуклідних викидів АЕС на довкілля і людину принципово неможливо. Відходи під час нормальної експлуатації АЕС у деяких кількостях потрапляють у зовнішнє середовище і їхня дія через випромінювання, пил, забруднення води впливає на людину. Тому за цими радіонуклідами здійснюють постійний контроль.

Існують закриті та відкриті джерела радіонуклідного випромінювання.

Джерело випромінювання – речовина (установка), що випускає  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - випромінювання.

**Закрите радіонуклідне джерело випромінювання** – установка, робота якої унеможливує потрапляння радіонуклідних речовин у навколишнє середовище за нормального робочого режиму.

**Відкрите радіонуклідне джерело випромінювання** – пристрій або речовина, під час роботи з якими можливе потрапляння радіонуклідних речовин у навколишнє середовище. Обладнання АЕС – це відкриті джерела іонізуючого випромінювання. Практично все технологічне обладнання АЕС, що містить радіонуклідні речовини, може належати до типу відкритих джерел. Крім небезпеки зовнішнього опромінення, відкриті джерела створюють небезпеку забруднення радіонуклідними речовинами навколишнього середовища. Під час надходження їх усередину організму людина отримує опромінення внутрішніх органів.

До закритих джерел на АЕС належать джерела, вбудовані в дозиметричне устаткування, контрольні джерела, джерела гамма-дефектоскопії, штучні джерела нейтронів.

Роботи з використанням радіонуклідних речовин у відкритому вигляді небезпечніші, аніж роботи із закритими джерелами випромінювання через можливість потрапляння радіонуклідних речовин у вигляді пилу, газу, пару, аерозолів всередину організму під час вдихання, заковтування, а також через шкіру. Всі роботи з відкритими радіонуклідними речовинами залежно від групи радіонуклідності на робочому місці поділяють на три класи (**табл. 1.9**). Клас роботи визначає вимоги до розміщення та оснащення приміщень, в яких виконують роботи з радіонуклідними речовинами.

**Таблиця 1.9.** Клас робіт

Група радіаційної небезпеки	Мінімально значуща активність, мкКи	Активність на робочому місці, мкКи		
		Клас робіт		
		I	II	III
A	0,1	більш як $10^4$	від $10$ до $10^4$	від 0,1 до 10
B	1,0	більш як $10^5$	від $100$ до $10^5$	від 1 до 100
B	10	більш як $10^6$	від $10^3$ до $10^6$	від $10$ до $10^3$
Г	100	більш як $10^7$	від $10^4$ до $10^7$	від $10^2$ до $10^4$

Приміщення для робіт I і II класу потрібно обладнати в окремій частині будівлі або ізолювати від інших приміщень з окремим входом тільки через санітарний пропускник з радіонуклідним (дозиметричним) контролем на виході. Приміщення обладнано вентиляційними шафами або боксами. Виробничі операції з радіонуклідними речовинами в камерах і боксах виконують з використанням систем дистанційного керування.

Для унеможливлення винесення забруднень з приміщень I і II класу в приміщення III класу або в навколишнє середовище між зонами обладнують санітарний шлюз.

До розміщення лабораторії для робіт III класу спеціальні вимоги не висувають. Роботи цього класу виконують в окремих приміщеннях. Рекомендується встановлення душової і відокремлення приміщення для збереження та фасування розчинів, які можуть містити радіонуклідні речовини. Роботи III класу, пов'язані з можливістю радіонуклідного забруднення повітря (операції з порошками, випарювання розчинів, роботи з леткими речовинами та ін.), виконують у витяжних шафах.

На діючих АЕС залежно від величини радіаційного впливу та умов праці приміщення, згідно з документом "Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ-2000)", поділяють на три групи:

**Група А** – приміщення, що не обслуговуються, – зона особливої радіаційної безпеки, клас робіт I, II. Зона містить приміщення для устаткування, камер, боксів, комунікацій, басейнів, що є основними джерелами радіонуклідних забруднень на станції.

**Група Б** – приміщення, що напівобслуговуються, – зона підвищеної радіаційної безпеки, клас робіт II, III. Зона містить: ремонтно-транспортні приміщення для проведення ремонтних робіт, пов'язаних з розкриттям технологічного устаткування і дезактивацією; приміщення, де розташовуються прилади та апаратура, призначені для лабораторних і дослідницьких робіт з радіонуклідними речовинами.

**Група В** – приміщення, що обслуговуються, зони без підвищеної радіаційної безпеки. Зона містить приміщення, призначені для постійного перебування більшості персоналу: операторські, щитові, приміщення для ремонтних робіт без розкриття технологічного устаткування, дослідницьких і лабораторних робіт, не пов'язаних із застосуванням великих кількостей радіонуклідних речовин.

Основні шкідливі фактори в приміщеннях категорії А – постійний вплив β-активних аерозольних забруднень високої концентрації (до

$10^{-8}$  Ки/л), підвищене іонізуюче випромінювання, рідкі радіонуклідні речовини. У приміщеннях категорії Б забруднення містять β-активні аерозолі і місцеві розливи рідких радіонуклідних речовин. У приміщеннях категорії В можливий вплив β-активних аерозолів малої концентрації. Найбільшу небезпеку становлять ремонтні роботи, які проводяться під час розкриття закритих зон (гермозони) та всередині реактора. Ці ділянки характеризуються підвищеним γ-фоном і осколковим забрудненням з β-частками.

Згідно з "Нормами радіаційної безпеки України-97" всі радіонукліди поділяють (в спадному порядку) за ступенем радіаційної безпеки на чотири групи з індексами:

- ✓ радіонукліди з мінімально значущою активністю 0,1 мкКи;
- ✓ радіонукліди з мінімально значущою активністю 1 мкКи;
- ✓ радіонукліди з мінімально значущою активністю 10 мкКи;
- ✓ радіонукліди з мінімально значущою активністю 100 мкКи.

Основним джерелом появи техногенних радіонуклідів в навколишньому середовищі нині є АЕС. Незначна частка надходження радіонуклідів припадає на медицину і дослідницькі лабораторії. За нормальної роботи АЕС основний внесок до створення радіаційного фону вносять радіонукліди стронцію  $^{90}\text{Sr}$  і цезій  $^{137}\text{Cs}$ .

Для забезпечення радіаційної безпеки за нормальної експлуатації об'єктів потрібно керуватися такими положеннями:

- ✓ неперевикнення граничних норм індивідуальних доз опромінювання людини від всіх джерел іонізуючого випромінювання (принцип нормування);
- ✓ заборона всіх видів діяльності з використання джерел іонізуючого випромінювання, користь від яких для людини і суспільства не перевищує ризик можливої шкоди, завданої додатковим до природного фону опромінюванням (принцип обґрунтування);
- ✓ підтримка на можливо низькому і досяжному рівні з урахуванням економічних і соціальних чинників індивідуальних доз опромінювання і числа опромінюваних осіб за використання будь-якого джерела іонізуючого випромінювання (принцип оптимізації).

Ядерні енергетичні установки та інші об'єкти економіки, у разі аварій і руйнувань яких можуть відбутися масові радіаційні ураження людей, тварин і рослин, називають радіаційно-небезпечними об'єктами.

Викид радіонуклідних речовин за межі ядерного енергетичного реактора, внаслідок чого може створитися підвищена радіаційна небезпека, що є загрозою для життя і здоров'я людей, називається радіаційною аварією.

До радіаційно-небезпечних об'єктів, у разі аварій на яких може бути забруднення навколишнього середовища, належать; АЕС, дослідницькі реактори, лабораторії і клініки, що використовують у своїй роботі радіонуклідні речовини.

Радіаційна аварія – це аварія на радіаційно-небезпечному об'єкті, що призводить до викиду радіонуклідних речовин і іонізуючого випромінювання за передбачені межі певного об'єкта в кількостях, що перевищують встановлені безпечні рівні для нормальної експлуатації.

У прогнозуванні радіаційної обстановки враховують масштаб аварії, тип реактора, характер його руйнування і характер виходу радіонуклідних речовин з активної зони, а також метеорологічні умови на момент аварії.

Залежно від меж розповсюдження радіонуклідних речовин і радіаційних наслідків вирізняють:

- ✓ локальні аварії, за яких радіаційні наслідки обмежуються робочим приміщенням з можливим опромінюванням персоналу;
- ✓ місцеві аварії, за яких радіаційні наслідки обмежуються територією об'єкта;
- ✓ загальні аварії, за яких радіаційні наслідки розповсюджуються за межу території об'єкта.

У перші години і добу після аварії дія на людей забруднення навколишнього середовища визначається зовнішнім опромінюванням від радіонуклідної хмари (продукти розпаду ядерного палива, змішані з повітрям), радіонуклідними випаданнями на місцевості (продукти розпаду, що випали з радіонуклідної хмари), внутрішнім опромінюванням унаслідок вдихання радіонуклідних речовин з хмари, а також за рахунок забруднення поверхні тіла людини цими речовинами. Надалі, упродовж багатьох років, накопичення дози опромінювання відбуватиметься за рахунок вживання забруднених продуктів харчування і води.

Важливою особливістю аварійного викиду радіонуклідних речовин є те, що вони мають здатність абсорбуватись одягом і шкірними покривами людини, проникати в протоки потових і сальних залоз. Це

знижує ефективність дезактивації (очищення матеріалів від радіонуклідних речовин) і санітарної обробки (заходи щодо ліквідації забруднення поверхні тіла людини).

Розмір зон забруднення місцевості залежить від категорії стійкості атмосфери і викиду радіонуклідних речовин, що перебували в активній зоні реактора. За категорією стійкості атмосфера поділяється на:

- ✓ сильно нестійку – конверсія;
- ✓ нейтральну – ізотерія;
- ✓ дуже стійку – інверсія.

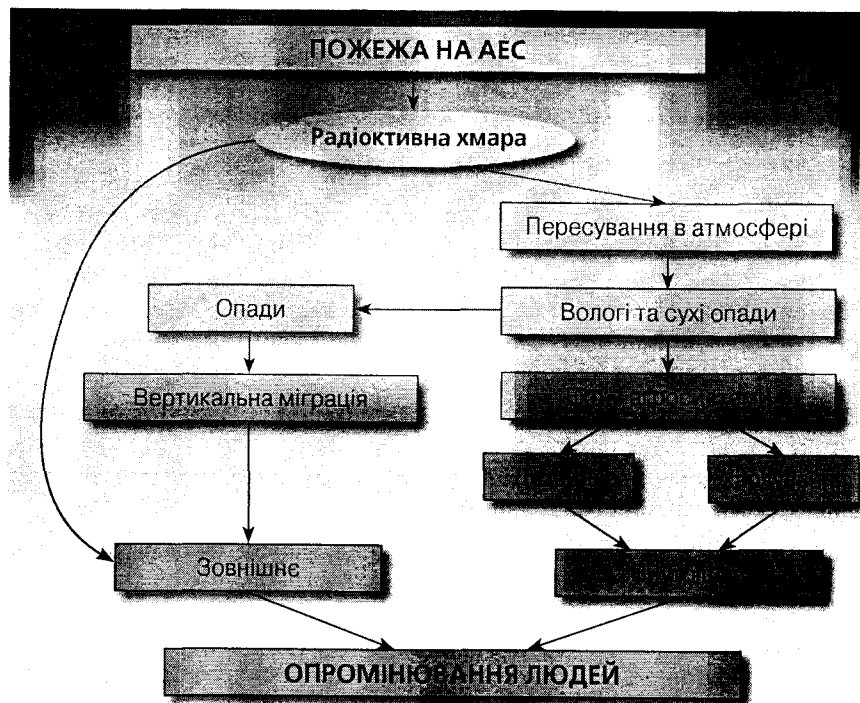
Категорія стійкості атмосфери визначається діапазоном коливання температури, напрямком вітру, атмосферним тиском. У денні години переважає нестійка, у вечірні – нейтральна стійкість атмосфери. У нічні години переважає інверсія – дуже стійкий стан атмосфери.

За разового викиду радіонуклідних речовин з аварійного реактора і стійкому вітрі рух радіонуклідної хмари відбувається в одному напрямку. У цьому разі слід радіонуклідної хмари має вигляд еліпса. У нестійкій атмосфері слід радіонуклідної хмари має вигляд кола.

Доза опромінення людей на ранній фазі протікання аварії формується за рахунок  $\gamma$ - і  $\beta$ -випромінювання, а також внаслідок інгаляційного надходження в організм радіонуклідних продуктів, що містяться у хмарі. Ця фаза триває з моменту початку аварії до припинення викиду продуктів ядерного розпаду в атмосферу і закінчення формування радіонуклідного сліду на місцевості. Радіонуклідне зараження місцевості характеризується рівнем радіації і вимірюється в рентгенах за годину (Р/г). У середній фазі джерелом зовнішнього опромінювання є радіонуклідні речовини, що випали з хмари і містилися на ґрунті, будівлях та інших об'єктах. Всередину організму вони потрапляють в основному із забрудненими продуктами харчування і водою. Середня фаза триває від моменту завершення формування радіонуклідного сліду до вживання всіх заходів із захисту населення. Тривалість цієї фази може бути від кількох днів до року після виникнення аварії. Остання фаза триває під час виконання всіх захисних заходів (дезактивації споруд, механічного обладнання, поверхні ґрунту) і скасування всіх обмежень діяльності населення на забрудненій території.

У цій фазі здійснюється звичайний санітарно-дозиметричний контроль радіаційної обстановки, а джерела зовнішнього і внутрішнього опромінювання ті самі, що й на середній фазі.

На **рис. 1.5** наведено інформацію про основні джерела опромінювання людей у період катастрофи на Чорнобильській АЕС.



**Рис 1.5.** Основні джерела опромінювання людей

Окреме місце серед об'єктів ядерної енергетики посідає об'єкт "Укриття" – зона Чорнобильської АЕС.

У результаті катастрофи на Чорнобильській АЕС 26 квітня 1986 року у зовнішнє середовище було викинуто радіонуклідні речовини, що втримуються в активній зоні реактора типу РБМК потужністю 3200 мВт. Щільність потоків нейтронів, що вимірюється кількістю нейтронів через поверхню в одиницю часу, поблизу активної зони четвертого блоку становила 10,8–31 (н/см<sup>2</sup>с), потужність дози  $\gamma$ -випромінювання – 1236–2946 Р/г. У результаті  $\gamma$ -спектрометрії було виявлено радіонуклідні елементи: цирконій <sup>95</sup>Zr, ніобій <sup>95</sup>Nb, рутеній <sup>103</sup>Ru, <sup>106</sup>Ru, цезій <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, церій <sup>141</sup>Ce, <sup>144</sup>Ce. Радіонуклідний склад забруднень з виробничої ділянки Чорнобильської АЕС у перші місяці після катастрофи наведено у **табл. 1.10**.

**Таблиця 1.10.** Радіонуклідний склад забруднення

Радіонуклід	Активність урану, Ки/г
Церій <sup>141</sup> Ce	0,28
Церій <sup>144</sup> Ce	0,32
Лантан <sup>140</sup> La	0,31
Барій <sup>140</sup> Ba	0,32
Йод <sup>131</sup> I	0,33
Рутеній <sup>103</sup> Ru	1,1
Рутеній <sup>106</sup> Ru	0,4
Цезій <sup>134</sup> Cs	0,57
Цезій <sup>137</sup> Cs	1,07
Цирконій <sup>95</sup> Zr	0,39
Ніобій <sup>95</sup> Nb	0,5
Плутоній <sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Плутоній <sup>238</sup> Pu	$7,7 \cdot 10^{-5}$

На момент катастрофи на Чорнобильській АЕС і в перші дні після неї забруднення радіонуклідами поверхні ґрунту у межах зони радіусом 60 км навколо реактора формувалося за рахунок випадань двох типів. Випадання першого типу склалися в основному з дисперсійного оксидного палива, викинутого з реактора в результаті вибуху. Вони зумовили забруднення за ізотопним складом, близьким до ізотопного складу палива на момент аварії. Випадання другого типу склалися з аерозольних частинок, що утворилися вже після вибуху з продуктів розпаду, які виходили в атмосферу під час горіння графіту й вторинного розігрівання реактора. Випадання другого типу збагачені легкими радіонуклідами, такими як ізотопи йоду, цезію та ін. У забрудненнях першого типу через рік після катастрофи 40 %  $\gamma$ -випромінювання було зумовлено цирконієм <sup>95</sup>Zr і ніобієм <sup>95</sup>Nb,  $\alpha$ -випромінювання – кюрієм <sup>242</sup>Cm. Для забруднень другого типу до 90 %  $\gamma$ -випромінювання зумовлено ізотопами цезію <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs,  $\alpha$ -випромінювання – плутонію <sup>239</sup>Pu, <sup>240</sup>Pu, <sup>242</sup>Pu.

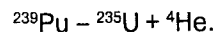
Нині, за різними оцінками, в надрах "Укриття" міститься більш як 200 тонн залишків ядерного палива, що створюють радіонуклідні поля. До того ж на об'єкті постійно відбуваються деструктивні процеси, старіють будівельні конструкції і зростає небезпека їхнього локального руй-

нування. Поступово виходять з ладу чи функціонують на ресурсній межі встановлене ще в перші постчорнобильські роки устаткування і системи, що контролюють різні параметри стану паливних мас. Вони потребують заміни чи суттєвого вдосконалення. Останнім часом інтенсивніше, аніж очікувалося раніше, відбувається нагромадження в приміщеннях "саркофага" радіонуклідного пилу, який утворюється від розтріскування залишків палива та інших матеріалів. Кількість такого пилу оцінюють приблизно в десять тонн, він дрібнодисперсний і в разі виходу за межі об'єкта становить небезпеку для навколишнього середовища. На об'єкті "Укриття" функціонують цехи дезактивації, переробки рідких радіонуклідних відходів, сховище відходів ядерного палива.

### 1.3.1. Характеристика іонізуючого випромінювання та його взаємодія з матеріалами

Вивчення процесів взаємодії  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -випромінювання з речовиною потрібно для розуміння принципів проектування, розробки, виготовлення засобів захисту від випромінювання й дії дозиметричної та радіометричної апаратури, призначеної для контролювання.

**Взаємодія  $\alpha$ -частинок.** Нині відомо близько 40 природних і більш як 200 штучних  $\alpha$ -активних ядер.  $\alpha$ -розпад характерний для атомів тяжких елементів з масовим числом більш як 200, наприклад, кюрій  $^{242}\text{Cm}$ , кюрій  $^{244}\text{Cm}$ , плутоній  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ , америцій  $^{241}\text{Am}$ . Прикладом такого  $\alpha$ -розпаду може бути розпад плутонію  $^{239}\text{Pu}$ :



$\alpha$ -частинка – це ядро атома гелію, вона має подвійний позитивний заряд і чотири одиниці маси. Маса  $\alpha$ -частинки дорівнює 4,002777 а.о.м. (атомної одиниці маси), або  $6,64 \cdot 10^{-24}$  г.

Енергія  $\alpha$ -частинок, що випускаються природними та штучними радіонуклідами, коливається в межах 4,0–9,0 МеВ. Зазвичай що менший період напіврозпаду  $\alpha$ -радіонуклідів, то з більшою енергією вилітають  $\alpha$ -частинки з ядра. До числа найнебезпечніших  $\alpha$ -випромінювачів належать ізотопи плутонію:  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$  з періодом напіврозпаду 24 000 років і кюрій  $^{242}\text{Cm}$  – з періодом напіврозпаду 162 дні.

Під час проходження через речовину енергія  $\alpha$ -частинок переважно витрачається на іонізацію та збудження атомів поглинального середовища. До кінця пробігу енергія  $\alpha$ -частинки зменшується настільки, що вона вже не здатна проводити іонізацію і, приєднавши до себе два

електрони, перетворюється на атом гелію. Повна іонізація для  $\alpha$ -частинок становить кілька сотень тисяч пар іонів.

Іонізація середовища – явище, у результаті якого з'являється можливість матеріалів проводити струм. Під час іонізації газів відбувається відрив від атома або молекули одного або кількох електронів. У газі з'являються вільні носії заряду і можливість проводити струм. У твердих тілах відбувається відрив з поверхні тіла адсорбованих атомів і молекул у вигляді позитивних або негативних іонів або перехід електронів з валентної зони в зону провідності. Потенціал іонізації визначається

$$\varphi = W/e, \quad (1.1)$$

де  $e$  – значення електричного заряду електрона;

$W$  – мінімальна енергія, потрібна для відриву електрона від нейтрального атома.

Ступінь іонізації залежить від енергії  $\alpha$ -частинки, але залежність зворотна – що менша енергія частинки, а відповідно і швидкість, то більша ймовірність взаємодії її з оберतालними електронами. Максимального значення густини іонізації досягає наприкінці пробігу. Лінійна густина іонізації розподіляється нерівномірно, зростає до кінця шляху, а потім різко падає до нуля.

$\alpha$ -частинки під час випромінювання мають дискретний рівномірний спектр енергій і в речовині долають практично одну і ту саму відстань, тобто число  $\alpha$ -частинок у вузькому пучку майже на всьому шляху пробігу є однаковим. Найбільша питома іонізація спостерігається у останній третині довжини пробігу частинки. Пробіг  $\alpha$ -частинок практично прямолінійний. Це пояснюється тим, що велика маса  $\alpha$ -частинок перешкоджає відхиленню їх від прямолінійного шляху під дією електричного поля атомів.

Незважаючи на високе значення енергії  $\alpha$ -частинок, їх проникна здатність і пробіг дуже малий, наприклад, в повітрі він дорівнює 4–10 см, а в м'яких тканинах людини – десятки мікрометрів.

**Взаємодія  $\beta$ -частинок.**  $\beta$ -випромінювання складаються з  $\beta$ -частинок (електронів або позитронів), які випромінюються під час  $\beta$ -розпаду радіонуклідних ізотопів: цирконій  $^{95}\text{Zr}$ , ніобій  $^{95}\text{Nb}$ , цезій  $^{134}\text{Cs}$ , церій  $^{144}\text{Ce}$ , плутоній  $^{241}\text{Pu}$ . Електрон і позитрон мають однакову масу і однаковий заряд, але відрізняються знаком заряду. Маса електрона дорівнює 0,000549 а.о.м.

До  $\beta$ -розпаду належить також електронне захоплення, тобто захоплення атомним ядром одного з електронів, що оточує ядро електронної оболонки. Масове число ядра під час  $\beta$ -розпаду не змінюється.

Під час електронного  $\beta$ -розпаду виникають перетворення нейтрона у протон, заряд ядра і його порядковий номер збільшуються на одиницю. Електронний розпад характерний для ядер з надлишковим числом нейтронів.

Під час позитронного  $\beta$ -розпаду виникає перетворення протона у нейтрон, яке супроводжується утворенням і викидом з ядра позитрона. Заряд ядра та його порядковий номер зменшуються на одиницю. Позитронний  $\beta$ -розпад спостерігається у разі нестійких ядер з надлишковим числом протонів.

Тривалість життя електрона і позитрона різна. Електрон може існувати необмежено довго, а позитрон після свого утворення приблизно через  $10^{-9}$  с захоплює орбітальний електрон атома і перетворюється на два  $\gamma$ -кванта:



Під час електронного захоплення один з протонів ядра перетворюється в нейтрон, відбувається випромінювання нейтрино, внаслідок чого заряд збільшується на одиницю. Нейтрино має величезну проникну властивість – довжина вільного пробігу у свинці для нейтрино з енергією 1MeV приблизно становить  $10^{18}$  м.

На відміну від  $\alpha$ -частинок  $\beta$ -частинки мають безперервний, нерівномірний енергетичний спектр, тобто  $\beta$ -частинки мають енергію від нуля до деякого максимального значення. Розподілення  $\beta$ -частинок за енергіями називаються  $\beta$ -спектром. Спектр характеризується значенням максимальної енергії  $E_{\text{макс}}$ . Безперервний спектр  $\beta$ -частинок пояснюється тим, що в кожному акті розпаду енергія з різною ймовірністю розподіляється між електронами та нейтронами. Закон розподілу енергії описується законом Вейбола і середнє значення становить третину від максимального. Залежно від енергії  $\beta$ -частинок розрізняють м'яке та жорстке  $\beta$ -випромінювання. За м'якого  $\beta$ -випромінювання  $\beta$ -частинки мають енергію від 10 кілоелектрон-вольт (keV), наприклад,  $^{241}\text{Pu}$  є майже чистим бета-випромінювачем з максимальною енергією електронів 21 keV. За жорсткого  $\beta$ -випромінювання  $\beta$ -частинки мають енергію від 100 keV.

Іонізуюча здатність їх менша, ніж  $\alpha$ -частинки.  $\beta$ -частинки у повітрі на своєму шляху створюють у кількості разів менше іонів, ніж

$\alpha$ -частинки.  $\beta$ -частинки, які виходять з атомних ядер під час радіонуклідного перетворення, мають різну енергію, тому і пробіг їх у речовині неоднаковий. Послаблення потоку  $\beta$ -частинок речовиною відбувається повільно. Шар речовини, який дорівнює довжині пробігу  $\beta$ -частинок, повністю гальмує всі  $\beta$ -частинки, які випускаються цими радіонуклідами.

$\beta$ -частинки під час взаємодії з атомами в середовищі відхиляються від свого первинного напрямку. Тому шлях, який долають  $\beta$ -частинки у речовині, мають вигляд не прямої лінії, як у  $\alpha$ -частинок, а ламаної. Взаємодіючи з речовиною середовища,  $\beta$ -частинки часто проходять поблизу атомних ядер. Під впливом позитивного заряду ядра негативно заряджена  $\beta$ -частинка різко гальмує і втрачає частину своєї енергії. Енергія, втрачена  $\beta$ -частинкою під час гальмування, випромінюється у вигляді гальмівного рентгенівського випромінювання. Зі збільшенням енергії  $\beta$ -частинок і атомного номера елемента гальмівне рентгенівське випромінювання збільшується.

Поглинання  $\beta$ -частинок із суцільним спектром відбувається за експоненціальним законом. Це пояснюється тим, що  $\beta$ -частинки різної енергії повністю поглинаються різними шарами поглинача. Найбільш високо енергетичні  $\beta$ -частинки можуть пройти шар алюмінію до 5 мм. Маса  $\beta$ -частинок незначна, тому для них характерний ефект розсіювання. Розсіювання  $\beta$ -частинок відбувається під час співударів з орбітальними електронами атомів речовини поглинача. Розсіюючись,  $\beta$ -частинки втрачають енергію великими порціями, під час співударів двох електронів далі крізь речовину проходить той електрон, який має більшу енергію. Розсіювання  $\beta$ -частинок треба враховувати у вимірюванні активності  $\beta$ -активних препаратів на радіометричних установках.  $\beta$ -частинки, що відбиваються від внутрішнього боку матеріалу, на який наносять радіонуклід, потрапляють у реєструвальний пристрій і завищують результати вимірювання.

**Взаємодія  $\gamma$ -випромінювання.** Рентгенівське та  $\gamma$ -випромінювання – це фотонне випромінювання, що виникає за зміни енергетичного стану атомних ядер або під час анігіляції частинок.  $\gamma$ -випромінювання часто супроводжує  $\alpha$ - або  $\beta$ -розпад радіонуклідів.

Стационарний стан, що відповідає мінімальному значенню енергії атома, називається основним, а всі інші значення – збудженими. В основному стані атом може перебувати необмежений час, у збудженому – фіксований, але не більш як 10 наносекунд (нс). Зі збудженого

стану атом може перейти в основний або менш збуджений, водночас вільний атом випускає фотон, енергія якого дорівнює

$$W = W_i - W_k, \quad (1.3)$$

де  $W_i$  – енергія атома в початковому стані;

$W_k$  – енергія атома в кінцевому стані.

Енергію атома можна визначати станом окремих електронів і характеризувати кожний з них певним квантовим числом. Електрони з однаковою енергією поділяються за K-, L-, M-, N-, O-, P-оболонками.

$\gamma$ -випромінювання – це електромагнітна хвиля з дуже короткою довжиною – менш як 0,1 нм, яка виникає в ядрі під час його переходу зі збудженого стану в основний або в стан з меншою енергією.  $\gamma$ -випромінювання, які випускаються атомними ядрами під час радіонуклідного перетворення, мають енергію від 0,01 до 10 MeV.

Розповсюджується воно, як і рентгенівське випромінювання, у повітрі зі швидкістю світла. До числа  $\gamma$ -випромінювачів належать церій  $^{141}\text{Cs}$  і  $^{144}\text{Cs}$ , цирконій  $^{95}\text{Zr}$ , ніобій  $^{95}\text{Nb}$ .

$\gamma$ -випромінювання, проходячи через речовину, взаємодіє з орбітальними електронами та ядрами атомів і втрачає енергію в результаті наступних незалежних один від одного процесів: фотоелектричного ефекту (фотоелектру), комптон-ефекту, ефекту утворення пар “електрон-позитрон”.

Фотоелектр – така взаємодія фотонного випромінювання з атомами поглинальної речовини, за якої фотон повністю віддає свою енергію орбітальному електрону. Фотоелектр в основному спостерігається на електронах K- чи L-оболонки. Енергія фотона повинна бути близька до енергії зв'язку електрона в оболонці атома. Якщо енергія фотона, що падає, більша від енергії, необхідної для видалення електрона з атома, то надлишкову енергію фотон передає електрону у вигляді кінетичної енергії. Електрон, видалений таким чином з атома, називається фотоелектроном.

Після того, як електрони залишили K- чи L-оболонки в результаті фотоелектру, вакантні місця заповнюються електронами, віддаленішими від ядра орбіт, і водночас виділяється енергія у вигляді характерного випромінювання.

Комптон-ефект – потужне зіткнення фотона рентгенівського випромінювання з електронами зовнішньої оболонки атома, за якого пере-

дається частина енергії фотона до електрона. Відображений фотон називається вторинним, або розсіяним. Орбітальні електрони атома поглинальної речовини можна розглядати як вільні частинки, тому що енергія зв'язку електрона в атомі мала порівняно з енергією фотона.

Утворення пар – це така взаємодія фотонного випромінювання, за якого енергія в полі ядра переходить в енергію маси спокою і кінетичну енергію електрона і позитрона:



Поглинання фотонного випромінювання, в результаті якого спостерігається утворення пар в основному на атомах важких елементів, не мають практичного значення для легких елементів. Що більший заряд ядра, то більша ймовірність утворення пар. Фотонне випромінювання викликає іонізацію атомів середовища тільки побічним чином. Тому іонізуюча властивість  $\gamma$ -випромінювання набагато менша, ніж у  $\alpha$ - та  $\beta$ -частинок.

Механізм взаємодії випромінювання з речовиною залежить і від властивостей середовища, і від енергії випромінювання. Енергія фотонів, своєю чергою, визначається частотою і відповідно довжиною хвилі випромінювання. Зі збільшенням енергії випромінювання та зменшенням довжини хвилі змінюється і механізм взаємодії квантів з атомами і молекулами середовища.  $\gamma$ -випромінювання має велику проникну властивість, яка змінюється у великому діапазоні. Гамма-випромінювання найефективніше ослаблюються матеріалом з високою щільністю.

**Взаємодія нейтронів.** Нейтрон – це частинка з масою  $1,675 \cdot 10^{-27}$  г та нульовим електричним зарядом. Вільний нейтрон нестійкий, він розпадається на протон, електрон та антинейтрино з періодом напіврозпаду  $T_{1/2} = 1,01 \cdot 10^{-3}$  с.

Завдяки відсутності електричного заряду нейтрон проникає всередину атома і легко досягає ядра. Він може відскочити від поверхні ядра, але може проникнути в ядро і поглинутися ним.

Здебільшого нейтрони, що взаємодіють, не поглинаються, а розсіюються на ядрі-мішені на деякий кут, втрачаючи частину своєї енергії. Таку взаємодію нейтронів з ядрами речовини прийнято називати пружним потенціальним розсіюванням. Процес уповільнення нейтронів відбувається доти, доки їхня енергія не стане тепловою. На цій стадії відбувається обмін кінетичної енергії без змін внутрішнього



стану ядра. Нейтрон і ядро в процесі такої взаємодії поведуться як і інші шари. Кінетична енергія системи нейтрон-ядро не змінюється.

Найефективніше процес уповільнення нейтронів у результаті пружного потенціального розсіювання відбувається на легких ядрах. Середня втрата енергії нейтрона під час одного зіткнення тим більша, що легше ядро, на якому відбувається розсіювання нейтрона. Ідеальне сповільнення – лобове зіткнення нейтрона з ядром водню, тому що їхні маси приблизно рівні. У цьому разі нейтрон практично може втратити всю кінетичну енергію, тобто в одному акті зіткнення може відбуватися повне сповільнення. Речовини, які використовуються для сповільнення швидких нейтронів до теплових, називають уповільнювачами. Найкращим вважається такий уповільнювач, який зменшує швидкість швидких нейтронів до швидкості теплових у результаті найменшого числа зіткнень. Ефективними сповільнювачами є такі речовини, як, наприклад, вода, парафін, графіт, оргскло та ін.

Під час взаємодії нейтрона з ядром-мішенню може відбуватися інший процес – поглинання нейтронів. У цьому разі нейтрон повністю зливається з ядром і стає невід'ємним від інших частинок. Утворюється складове ядро, час життя якого у збудженому стані приблизно  $10^{-7}$  с, після чого відбувається його розпад. У результаті розпаду зі складового ядра може бути випущений нейтрон майже з такою самою енергією зв'язку, що й у поглиненого ядром-мішенню, за вирахуванням енергії, переданої ядру віддачі. Таку взаємодію нейтрона з ядром-мішенню називають пружним розсіюванням. Процес взаємодії, під час якого складове ядро випускає нейтрон і продовжує залишатися у збудженому стані, називають непружним розсіюванням. Збуджене ядро, яке переходить в основний стан, випускає  $\gamma$ -квант. Непружне розсіювання швидких нейтронів відбувається на важких елементах.

За достатньої теплової швидкості нейтрон може бути захоплений ядром-мішенню. Збуджений стан ядра переходить у цьому разі в основний стан через випускання  $\gamma$ -кванта. Таку взаємодію нейтронів називають радіаційним захопленням. На відміну від непружного розсіювання за радіаційного захоплення нейтрона поряд з випусканням  $\gamma$ -кванта утворюється новий нуклід, який може бути і стабільним, і радіонуклідним. Зі стабільних ядер відоме лише одне, не здатне до захоплення нейтрона, – ядро гелію. Варто зазначити, що радіаційні процеси на швидких нейтронах малоімовірні. На повільних нейтронах

радіаційне захоплення ймовірніше, особливо для важких ядер, що потрібно враховувати у виборі матеріалу захисту.

У процесі взаємодії нейтронів з ядром деякі важкі ядра здатні ділитися, в результаті чого виникають ядерні реакції. Ланцюгові реакції важких ядер таких елементів, як торій, уран, плутоній, відбуваються в ядерних реакторах. У процесі поділу не тільки звільняється більш як один нейтрон, а й виділяється енергія приблизно 200 МеВ на один акт поділу. Більшість продуктів поділу є радіонуклідними елементами з різним періодом напіврозпаду. Активізацію ядер під дією нейтронів широко використовують для отримання штучних радіонуклідів, у реєстрації густини потоку нейтронів та інших цілей.

Залежно від енергії нейтронів звичайно переважають певні види їхньої взаємодії з речовиною. За рівнем енергії їх можна умовно поділити на п'ять груп:

1. Холодні нейтрони з енергією 0,025 кеВ.
2. Теплові нейтрони з енергією від 0,025 до 0,05 кеВ. У поглинальних речовинах відбувається реакція захоплення холодних і теплових нейтронів.
3. Проміжні нейтрони з енергією від 0,05 до 0,5 кеВ. Для нейтронів цієї групи найтипівшим процесом взаємодії з речовиною є пружне розсіювання.
4. Швидкі нейтрони з енергією від 0,5 до 20 кеВ. Ці нейтрони характеризуються і пружним, і непружним розсіюванням і виникненням ядерних реакцій.
5. Найшвидші нейтрони з енергією 20–300 кеВ. Для цієї групи нейтронів характерні процеси в ядерних реакціях з утворенням великої кількості частинок.

Розраховуючи захист від нейтронного випромінювання, варто пам'ятати, що він базується на поглинанні теплових і холодних нейтронів, а швидкі нейтрони повинні спочатку загальмуватися. У цьому зв'язку захисні властивості матеріалів від нейтронного випромінювання визначаються властивостями, що сповільнюють і поглинають нейтрони.

Швидкі нейтрони найефективніше сповільнюються речовиною з малим атомним номером. До таких матеріалів належать такі (водневмісні) речовини: парафін, вода, бетон, пластмаси та ін. Для ефективного поглинання теплових нейтронів використовують матеріали,

які мають великий переріз захоплення (матеріали з бором і кадмієм: борна сталь, борати, борний графіт, сплав кадмію зі свинцем та ін.).

Проникна здатність потоку нейтронів порівнянна з  $\gamma$ -випромінюванням [4].

Проникну здатність іонізуючого випромінювання можна умовно зобразити графічно (рис. 1.6). Випромінювання характеризуються різною біологічною ефективністю, що пов'язано з відмінностями в їхній проникній здатності і характером передачі енергії органам і тканинам людини, яка складається в основному з легких елементів і води.

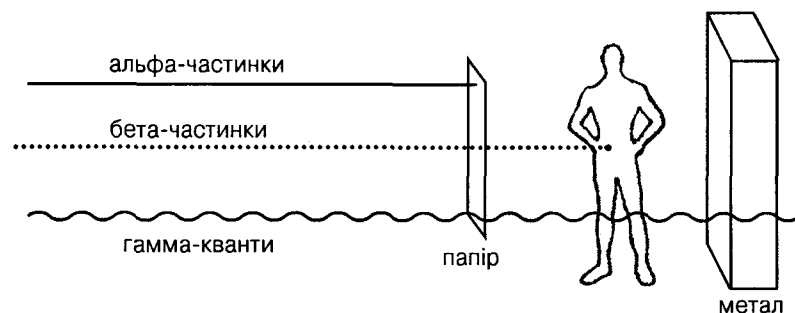


Рис. 1.6. Схематичне зображення проникної здатності іонізуючих випромінювань

#### 1.4. Умови праці в разі хімічного, біологічного та радіонуклідного забруднення місцевості

До сучасних засобів ураження належить зброя масового знищення – термоядерна, хімічна та біологічна (бактеріологічна).

Армія виконує не тільки військові операції. Держава використовує її для ліквідації наслідків аварій, катастроф, землетрусів. Тому надзвичайно важливо забезпечити надійні і високоефективні засоби захисту від небезпечних факторів.

Хімічна зброя – це отруйні речовини, що становлять отруйні токсичні сполуки, які використовують для спорядження хімічних боєприпасів.

Отруйні речовини (ОР) можуть проникати в організм через дихальний апарат (інгаляції), шкірні покриви, шлунково-кишковий тракт і кров'яний потік у разі поранень зараженими осколками або спеціальними вражаючими елементами хімічних боєприпасів.

За характером впливу на організм людини отруйні речовини поділяють на такі види:

- ✓ нервово-паралітичної дії (зарин (GB), зоман (GD), Ві-ікс (VX));
- ✓ загальноотруйної дії (синільна кислота, хлорціан (СК), окис водню, миш'яковистий і хлористий водень), які вражають кров і нервову систему;
- ✓ задушливої дії (фосген (CG) і дифосген), що вражає верхні дихальні шляхи та легеневі тканини;
- ✓ шкірноаривної дії (іприт, азотистий іприт), що вражає оболонку очей, носоглотки та верхні дихальні шляхи;
- ✓ подразнювальної дії (Сі-Ес (CS) та Сі-Ар (CR)), що викликають подразнення очей та органів дихання;
- ✓ психогенної дії (ЛСД, Бі-Зет (BZ));
- ✓ ботулінний токсин (речовина XR);
- ✓ сильної отруйні речовини – хлор, ціанистий водень, аміак, сірчистий ангідрид, сірководень, фосфор призначаються для використання у сільському господарстві. У разі непередбачених викидів або внаслідок аварій ці речовини викликають масові ураження людей.

На момент застосування отруйні речовини можуть перебувати в пароподібному, краплинно-рідинному і аерозольному стані. У табл. 1.11 наведено класифікацію отруйних речовин за основними ознаками дії.

Біологічна зброя – це спеціальні боєприпаси і бойові засоби доставки, споряджені біологічними засобами. Дія зброї базується на використанні хвороботворних властивостей мікроорганізмів (бактерій, рикетсиозів, грибків, а також токсинів).

Це особливо небезпечна зброя, тому що вона здатна викликати на великих територіях масові небезпечні захворювання людей, тварин і знищувати рослини. Суттєвою особливістю біологічної зброї є наявність прихованого періоду дії і тяжка хвороба впродовж тривалого часу. Мікроби й токсини негативно впливають на довкілля, вони можуть проникати разом з повітрям у негерметичне укриття й приміщення та заражати в них людей і тварин. Хвороботворні мікроби неможливо виявити органами чуття людини. Основними ознаками дії застосування біологічної зброї є симптоми масового захворювання людей і тварин, що остаточно підтверджується спеціальними лабораторними дослідженнями.

Таблиця 1.11. Класифікація отруйних речовин

Основні види ОР	Перелік ОР і механізм дії
1	2
Токсикологічна	<p>а) ОР нервово-паралітичної дії: зарин, Vx-гази (Rх-гази). Ці речовини викликають розлад функцій нервової системи</p> <p>б) ОР шкірноаривної дії: іприт, азотистий іприт, люїзит. Уражують шкіру з утворенням пухирів і виразок, як універсальні клітинні отрути уражають також органи зору, дихання та інші внутрішні органи</p> <p>в) ОР загальноотруйної дії: синильна кислота, хлорціан. Викликають загальне отруєння внаслідок пригнічення тканинного дихання</p> <p>г) ОР задушливої дії: фосген. Уражує легені, що призводить до порушення або зупинки дихання внаслідок набряку легенів</p> <p>д) ОР подразнювальної дії: хлорафотоценон, Сі-Ес (CS), Сі-Ар (CR), адамсит, подразнюють очі, верхні дихальні шляхи, викликають сильну сльозотечу та різь в очах і носі, чхання, біль у грудях</p> <p>е) психохімічні (психологічні) ОР: Бі-Зет (BZ), діатил-амідлізергінові кислоти (ДПК) та ін. Викликають розлад діяльності нервової системи з появою симптомів психічних захворювань</p>
Тактична	<p>а) смертельнодійні ОР призначені для знищення живої сили. До цієї групи входять ОР нервово-паралітичної, шкірноаривної, загальноотруйної та задушливої дії: зарин, зоман, V-гази, бінарні ОР, іприт, люїзит, синильна кислота, хлорціан, фосген</p> <p>б) ОР, які тимчасово виводять із ладу особовий склад, тобто призначені для дезорганізації військ. До цієї групи входять психохімічні ОР: BZ, ДЛК</p> <p>в) подразнювальні ОР призначені для ослаблення боєздатності військ і їх знесилення. Входять лакриматори і стерніти: CS, CR, адамсит, хлорацетофен</p>
За поведінкою на місцевості в умовах бойового застосування	<p>а) стійкі ОР (СОР) – належать речовини з температурою кипіння &lt; 140 °С – зарин, зоман, V-гази, іприт, люїзит</p> <p>б) нестійкі ОР (НОР) – гази та речовини з температурою кипіння до 140 °С, які швидко випаровуються: фосген, дифосген, хлорціан, синильна кислота, CS</p>

Продовження табл. 1.11

1	2
За швидкістю настання вражаючої дії	<p>а) швидкодіючі ОР, симптоматика виникає впродовж першої години після дії ОР (зарин, зоман, Vx, синильна кислота, хлорціан, CS, CR, фосген, BZ – інгалаційно)</p> <p>б) ОР уповільненої дії, які мають період прихованої дії більш як годину (Vx, іприт – через шкіру)</p>
Залежно від рівня виробництва	табельні ОР, яких не виробляють, але за потреби можуть виробляти, оскільки технологію їх одержання розроблено. До них належать: синильна кислота, фосген, азотистий іприт, адамсит
Хімічна	залежно від хімічної структури ОР належать до визначених класів хімічних сполук

Як біологічна зброя можуть бути використані збудники різних інфекційних захворювань: чуми, сибірської виразки, бруцельозу, сапу, туляремії, холери, жовтого й іншого видів лихоманки, весняно-літнього енцефаліту, висипного й черевного тифу, грипу, малярії, дизентерії, натуральної віспи та ін. Для ураження тварин поряд зі збудниками сибірської виразки й сапу можливе застосування вірусів ящура, чуми для рогатої худоби й птахів, для ураження сільськогосподарських рослин – збудників іржі хлібних злаків, фітофторозу картоплі й інших культур.

Зараження людей і тварин відбувається в результаті вдихання зараженого повітря, потрапляння мікробів або токсинів на слизову оболонку й ушкоджену шкіру, вживання в їжу заражених продуктів харчування й води, укусів заражених комах і кліщів, зіткнення із зараженими предметами, а також у результаті безпосереднього спілкування з хворими людьми (тваринами). Низка захворювань швидко передається від хворих людей до здорових і викликає епідемії (чуми, холери, тифу, грипу та ін.).

Безпосередній захист людей у період біологічного забруднення забезпечується використанням відповідних ЗІЗ та засобів колективного захисту, а також застосуванням медичних засобів профілактики. Вакцини, сироватки, антибіотики, сульфамідні й інші лікарські речовини використовуються для спеціальної і швидкої профілактики інфекційних хвороб.

Основою дії біологічної зброї є здатність викликати масові інфекційні захворювання людей під час потрапляння в організм у незначних кількостях. Багато інфекційних захворювань здатні передаватися від хворої

до здорової людини (наприклад, окремі форми сибірської виразки здатні зберігати вражаючу дію кілька років).

Серед численних параноїдальних комплексів сучасної цивілізації загроза застосування бактеріологічної зброї посідає не останнє місце. Людство вже досягло тієї стадії прогресу, на якій окремо взятий кмітливий індивід може (маючи певні технічні засоби) виготовити хімічну або біологічну бомбу, здатну знищити мільйони осіб. Не раз мусувалися слухи про штучну природу СНІДу, вірусу Ебола, деяких клонів гепатиту й грипу. Однак навіть менш екзотичні віруси й бактерії, сконцентровані в невеликому обсязі й випущені на волю де-небудь у людному місці, можуть принести колосальне нещастя.

Історія вже знала практику отруєння колодязів, зараження обложених фортець чумою, застосування отруйних газів на полі бою. Ще в V ст. до н.е. індійський Закон Ману забороняв військове використання отрути, але в XIX ст. н.е. цивілізовані колонізатори Америки дарували індіанцям заражені ковдри, щоб викликати епідемії в племенах. Єдиний доведений факт навмисного застосування біологічної зброї в XX ст. – зараження японцями китайських територій бактеріями чуми в 30–40 рр. XX ст. Шотландський острів Грайнард (Gruinard Island) дотепер заражений бактеріями сибірської виразки – через більш як піввіку після випробувань біологічної зброї, проведених англійцями 1942 року.

Ніхто не дасть гарантії, що таке не повториться в набагато більшому масштабі й із застосуванням витонченіших засобів. Теоретичні підстави для побоювання безумовно є. Чи були прецеденти біотероризму й чи існує захист від нього?

1995 року релігійна секта АУМ Синрике організувала відому хімічну атаку в токійському метро. Зарин, яким сектанти труїли співгромадян, виготовила сама організація (мотиви в них були есхатологічні, але мова не про те). Відмінність біологічної зброї від хімічної – в непомітності її застосування й репродуктивності агента, адже бактерії та віруси в сприятливому середовищі розмножуються самі. Невідомо, звідки узявся в Заїрі вірус Ебола, зараження яким практично смертельне, однак відомо, що в жовтні 1992 року лідер АУМ Синрике Секо Асахара із 40 своїми учнями їздив у Заїр з офіційною метою зціляти вражених вірусом людей. Відповідно до висновку Комісії Сенату США з розслідувань, восени 1995 року (через півроку після теракту в метро) група, можливо, намагалася роздобути штами смертоносного вірусу.

Колишній директор Контрольного агентства армії США відвідала кілька біомедичних і фармакологічних фірм, після чого зробила висновок, що для “фабрики” з виробництва біологічної зброї достатньо незначної суми грошей і невеликої кімнати. Зробити “біобомбу” легше, ніж хімічну. Її назвали “атомною бомбою для ледачих”.

Міжнародна конвенція щодо біологічної зброї (Biological Weapons Convention), прийнята 1972 року, заборонила її виробництво й застосування в будь-якій формі. 1980 року Комісія Сенату США стверджувала, що єдина країна, яка порушує конвенцію, – це СРСР. 1995 року у списку порушників було вже 16 країн (Іран, Ірак, Сирія, Лівія, Південна Африка, Північна й Південна Корея, Китай, Тайвань, Ізраїль, Єгипет, Куба, Болгарія, Індія, В’єтнам). Росія також зазначена в цьому списку, незважаючи на твердження, що біологічні програми в країні припинено. “Чорний список” американців, можливо, упереджений (він включає практично всіх відомих американських ворогів), але інтерес до “тихої” зброї у світі безумовно росте. Успіхи генної інженерії у світлі цієї тенденції видаються особливо страхітливими – хоч би що робили вчені, у них однаково виходить зброя.

Сучасна щільність населення й інфраструктура така, що в разі виникнення спрямованого зараження локалізувати вогнище буде практично неможливо. Великі міста беззахисні перед такою загрозою. Ефективного засобу відбиття біоатаки нині поки що немає. Єдиним запобіжником слугує відмова людини від такого методу масового знищення.

**Ядерна зброя.** Проникна радіація ядерного вибуху виникає зі спільного  $\gamma$ -випромінювання та нейтронного випромінювання.

$\gamma$ -випромінювання й нейтронне випромінювання різні за своїми фізичними властивостями, а спільним для них є те, що вони можуть поширюватися в повітрі в усі напрямки на відстань до 2,5–3 км. Проходячи крізь біологічну тканину,  $\gamma$ -кванти і нейтрони іонізують молекули, що входять до складу живих клітин, у результаті чого порушується нормальний обмін речовин в організмі, змінюється характер життєдіяльності клітин, окремих органів і систем організму, що призводить до виникнення специфічного захворювання – променевої хвороби.

Джерелом проникної радіації є термоядерні реакції розпаду і синтезу, що протікають у боєприпасах на момент вибуху, а також повторний розпад радіонуклідів.

Час дії проникної радіації визначається часом піднесення хмари після вибуху на таку висоту, за якої випромінювання поглинається товщею повітря й практично не досягає поверхні землі. Цей час не перевищує кількох секунд.

Ураження від дії проникної радіації характеризується значеннями дози випромінювання, тобто кількістю енергії радіонуклідних випромінювань, поглиненою одиницею маси середовища, підданого опромінюванню. Розрізняють дозу випромінювання в повітрі (експозиційну дозу) і поглинену дозу.

Експозиційна доза вимірюється рентгенами – Р. Один рентген – це така доза  $\gamma$ -випромінювання, що створює в 1 см<sup>2</sup> повітря 2,1 · 10<sup>9</sup> пар іонів. У системі одиниць SI експозиційна доза вимірюється в кулонах на кілограм (1 Р = 2,58 Кл/кг).

Експозиційна доза в рентгенах досить ефективно характеризує потенційну небезпеку впливу іонізуючої радіації в разі загального і рівномірного опромінення тіла людини.

Вплив іонізуючих випромінювань на біологічні тканини організму людини, що мають різні атомні сполуки і щільність, достеменно визначає значення поглиненої дози. Позасистемною одиницею виміру поглиненої дози є рад (radiation absorbent dose) (1 рад = 0,01 Дж/кг = =100 Ерг/г поглиненої енергії в тканинах людини). Одиниця поглиненої дози в системі SI – грей (1 Гр = 1 Дж/кг = 100 рад). Для оцінки впливу дози нейтронів використовують біологічний еквівалент рентгену – бер. Один бер – це така доза нейтронів, біологічний вплив якої еквівалентний впливу одного рентгену  $\gamma$ -випромінювання. Загальний ефект впливу проникної радіації визначається як сума

$$D_{\Sigma}^0 = D_{\gamma}^0 + D_n^0,$$

де  $D_{\Sigma}^0$  – сумарна доза проникної радіації, бер;

$D_{\gamma}^0$  – доза  $\gamma$ -випромінювання;

$D_n^0$  – доза нейтронів (нуль у символах доз показує, що вони визначаються перед захисною перешкодою).

У використанні зброї масового ураження виникають зони радіонуклідного зараження. За ступенем небезпеки заражену місцевість за слідом хмари вибуху ділять на такі чотири зони:

**Зона А** – помірного зараження. Дози до повного розпаду радіонуклідних речовин на зовнішній межі зони –  $D = 40$  Р, на внутрішній межі –  $D = 400$  Р. Рівень радіації на зовнішній межі через годину після вибуху –

8 Р/год, через 10 год – 0,5 Р/год. Її площа становить 70–80 % площі всього сліду. Роботи на місцевості припиняють на кілька годин.

**Зона Б** – сильного зараження. Дози на межах  $D = 400 - 1200$  Р. Рівень радіації на зовнішній межі через годину після вибуху – 80 Р/год, через 10 год – 5 Р/год. На частку цієї зони припадає приблизно 10 % площі радіонуклідного сліду. Роботи на місцевості припиняють на добу.

**Зона В** – небезпечного зараження. Дози випромінювання на зовнішній межі за період повного розпаду радіонуклідних речовин –  $D = 1200$  Р, а на внутрішній межі  $D = 4000$  Р. Рівень радіації на зовнішній межі через годину після вибуху – 240 Р/год, через 10 год – 15 Р/год. Ця зона займає приблизно 8–10 % площі сліду хмари вибуху. Роботи на місцевості припиняють від доби до чотирьох діб.

**Зона Г** – надзвичайно небезпечного зараження. Дози випромінювання на зовнішній межі за період повного розпаду радіонуклідних речовин –  $D = 4000$  Р, а на внутрішній межі –  $D = 10000$  Р. Рівень радіації на зовнішній межі через годину після вибуху – 800 Р/год, через 10 год – 50 Р/год. Роботи на місцевості припиняють на п'ять і більше діб.

Доза проникної радіації залежить від типу ядерного заряду, потужності, виду вибуху, відстані до центру вибуху.

Проникна радіація є одним з основних вражаючих факторів під час вибухів нейтронних та ядерних боєприпасів малої потужності. Для вибухів великої потужності радіус ураження проникною радіацією набагато менший за радіуси ураження ударною хвилею й світловим випромінюванням. Визначальне значення проникна радіація набуває в разі вибухів нейтронних боєприпасів, коли переважна частина дози випромінювання утворюється швидкими нейтронами. У **табл. 1.12** наведено розрахункові значення доз випромінювання під час повітряного вибуху нейтронних боєприпасів потужністю 1 тис. т.

**Таблиця 1.12.** Розрахункові значення доз випромінювання

Відстань від епіцентру вибуху, м	Доза випромінювання, Д (бер)		
	$\gamma$ -випромінювання	нейтронів	сумарна
1	2	3	4
300	100 000	400 000	500 000
500	30 000	70 000	100 000

Продовження табл. 1.12

	2	3	4
700	5000	10 000	15 000
1000	800	1200	2000
1200	350	500	850
1500	100	100	200
1800	45	30	75
2000	10	5	15

Результати розрахунків, наведених у **табл. 1.12**, свідчать, що на близьких відстанях від епіцентру вибуху в зоні смертельних і важких уражень доза нейтронів суттєво перевершує дозу  $\gamma$ -випромінювання і тільки на відстані 1200–1500 м їхні значення зрівняються.

Радіонуклідне забруднення місцевості, приземного шару атмосфери, повітряного простору, води та інших об'єктів виникає в результаті випадання радіонуклідних речовин із хмари ядерного вибуху.

Високий рівень радіонуклідного забруднення може спостерігатися не тільки в районах, що безпосередньо прилягають до місця вибуху, а й на відстані десятків і навіть сотень кілометрів від нього. На відміну від інших вражаючих факторів, дія яких проявляється впродовж короткого часу після ядерного вибуху, радіонуклідне зараження місцевості може бути небезпечним упродовж кількох тижнів після вибуху.

Продукти розпаду, що випадають із хмари вибуху, складаються з майже 80 ізотопів 35 хімічних елементів: від цинку  $^{30}\text{Zn}$  до гадолінію  $^{64}\text{Gd}$ . Майже всі ядра ізотопів, що утворюються, є нестабільними і  $\gamma$ -розпад супроводжується утворенням  $\gamma$ -квантів. Надалі на різних етапах радіонуклідного розпаду виникає близько 300 радіонуклідів.

У зараженому районі на сліді хмари доза випромінювання  $D$  визначається за формулою

$$D = 5P_0 t_0^{1,2} (t_1^{-0,2} - t_2^{-0,2}), \quad (1.5)$$

де  $P_0$  – потужність дози на момент часу  $t_0$  після ядерного вибуху Р/год;

$t_1$  – час початку опромінення, год;

$t_2$  – час закінчення опромінення, год (і відлічуються від моменту вибуху).

Якщо у **формулі (1.5)**  $t_1 = t_0$ , то потужність дози  $P_0$  дорівнює початковому значенню  $D_\infty$  на момент підходу фронту радіонуклідного зараження до населених районів. За тривалості опромінення  $t_2$ , що прагне до нескінченності, **формула (1.5)** перетворюється в співвідношення

$$D_\infty = 5P_0 t_0.$$

Дозу випромінювання можна визначити за спрощеною формулою

$$D = \frac{P_{CP}}{K_{Ocl}} \cdot t, \quad (1.6)$$

$P_{CP}$  – середнє значення потужності дози на забрудненій місцевості,

$$P_{CP} = (P_1 + 3P_2)/2, \quad (1.7)$$

$t$  – тривалість перебування на забрудненій місцевості, год;

$P_1$  і  $P_2$  – потужність дози на час початку й закінчення опромінення відповідно, Р/год;

$K_{Ocl}$  – коефіцієнт ослаблення дози за рахунок використання колективних та індивідуальних засобів захисту.

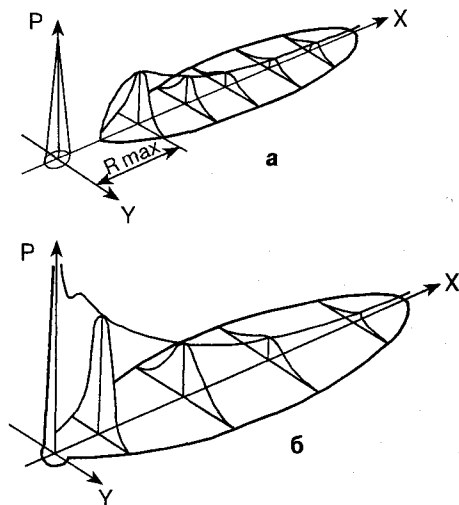
За **формулою (1.7)** можна розраховувати дозу випромінювання, зокрема в разі руху рятувальних військ забрудненою радіонуклідними речовинами місцевістю.

Об'єм повітряного простору, в якому відбувається осадження радіонуклідних частинок з хмари вибуху і верхньої частини пилового стовпа, називають шлейфом хмари. У процесі наближення шлейфа до об'єкта рівні радіації зростають унаслідок  $\gamma$ -випромінювання радіонуклідних речовин, що містяться в шлейфі. Після підходу краю шлейфа спостерігається випадання радіонуклідних частинок.

Спочатку з хмари випадають найбільші частинки з високим ступенем їхньої активності, мірою видалення від місця вибуху – дрібніші, а рівень радіації поступово знижується. У поперечному перетині сліду рівень радіації зменшується від осі сліду до його країв. На **рис. 1.7** наведено розподіл рівнів радіації на місцевості за наземного і низького повітряного вибухів.

Потужності доз випромінювання на сліді хмари до моменту підходу фронту радіонуклідного зараження можуть досягати до тисяч рентген на годину, що за відкритого розташування людей призведе до суттєвих доз опромінювання особового складу. Оскільки опромінювання в дозах 200–400 Р викликає важкі ураження людини, її перебування

в цій зоні можливе тільки в спорудах з кратністю ослаблення дози близько 1 000, тобто до величини, нижчої за небезпечний рівень.



**Рисунок 1.7.** Схема розподілу рівнів радіації на момент утворення радіонуклідного зараження в перетинах:  
а) – за слідом низького повітряного ядерного вибуху;  
б) – за слідом наземного ядерного вибуху

Вражаюча дія проникної радіації на особовий склад і стан його боєздатності залежить від величини дози випромінювання і часу, що минув після вибуху. Багато радіонуклідних речовин випадає у вигляді великих частинок. Оскільки в органи дихання людини практично не можуть потрапляти частинки діаметром більш як 100 мкм, загальна кількість радіонуклідних речовин, що може нагромадитися в незахищених органах дихання, не викличе гострих радіаційних уражень. Ще менше радіонуклідних речовин потрапляє в незахищені органи дихання за вторинного забруднення повітря, коли радіонуклідний пил піднімається в повітря під час руху техніки в суху погоду або під час виконання інженерних робіт на місцевості.

Тяжкість уражень певною мірою залежить від стану організму до опромінювання і його індивідуальних особливостей. Сильна перетомна, голодування, хвороба, травми, опіки підвищують чутливість організму до дії проникної радіації. Спочатку людина втрачає фізичну працездатність, а потім – розумову.

Ядерні вибухи призводять до виникнення потужних електромагнітних полів. Ці поля через їхнє короточасне існування називають електромагнітним імпульсом. У приладах радіаційної розвідки під дією електромагнітних імпульсів у детекторних блоках можуть вийти з ладу високочастотні діапазони вимірювань. За великих доз випромінювання і потоків швидких нейтронів виходять з ладу комплектуючі елементи систем радіоелектроніки й електроавтоматики. За доз більш як 2000 Р скло оптичних приладів темніє, забарвлюючись у фіолетово-бурий колір, що знижує або повністю унеможливорює його використання для спостереження. Дози випромінювання 2–3 Р роблять непридатними фотоматеріали, що містяться в світлонепроникній упаковці.

Для захисту від проникної радіації використовують різні матеріали, що ослабляють  $\gamma$ -випромінювання й нейтрони. У вирішенні питань захисту необхідно враховувати різницю в механізмах взаємодії  $\gamma$ -квантів і нейтронів, що визначає вибір захисних матеріалів.  $\gamma$ -випромінювання ослабляється важкими матеріалами, що мають високу електронну щільність (свинець, сталь, бетон). Потік нейтронів краще ослабляється матеріалами, що містять ядра легких елементів, наприклад водню.

### 1.5. Умови праці на нафтопереробних і хімічних підприємствах

В Україні функціонують більш як 4,5 тис. підприємств хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної промисловості, що використовують у процесі виробничої діяльності небезпечні хімічні матеріали, які можуть створити загрозу безпечної життєдіяльності населення. З них потенційно найнебезпечнішими є: 8 виробництв вибухових речовин і утилізації непридатних боєприпасів; 44 великих виробництв неорганічних речовин (хлору, аміаку, азоту і сірчаної кислоти); 6 нафтопереробних заводів; 11 виробництв продуктів органічного синтезу; більш як 2,5 тис. об'єктів, що використовують хлор і аміак (з них 7 – ізотермічні сховища аміаку); 974 км магістральних аміакопроводів і етиленопроводів.

Зниження рівня безпеки хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв зумовлено моральним старінням застосовуваних технологій, ресурсним зношуванням, моральним і фізичним старінням основних фондів. 138,1 тис. одиниць технологічного устаткування і транспортних засобів хімічного комплексу не відповідають вимогам безпеки, а

16 295 одиниць (12 %) технологічного устаткування вичерпали встановлений ресурс експлуатації. Не сприяє підвищенню рівня безпеки неритмічна робота виробництв і застосування на них технологічного устаткування, що також вичерпало встановлений ресурс.

Нафтопереробний і хімічний заводи – це безперервне виробництво, що може зупинятися лише на планово-попереджувальний ремонт установок. У процесі роботи передбачено планові зупинки обладнання для проведення ремонтних, профілактичних робіт та очищення окремих апаратів і устаткування. Сучасні технології забезпечують безвідхідний процес переробки нафти.

До небезпечних виробничих об'єктів на хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних підприємствах належать:

- ✓ майданчик, цех, ділянки, установка, в яких одержують, використовують і переробляють шкідливі і токсичні речовини;
- ✓ база товарно-сировинна;
- ✓ шлаконакопичувач (басейн-накопичувач);
- ✓ склад сировинний;
- ✓ склад проміжних продуктів;
- ✓ склад готової продукції;
- ✓ нафтобаза;
- ✓ склад пально-мастильних матеріалів;
- ✓ група резервуарів і зливно-наливних пристроїв автомобільної заправної станції.

Головні технологічні процеси переробки нафти розглянуто на прикладі функціонування Одеського (ОНПЗ) та Херсонського (ХНПЗ) нафтопереробних заводів.

ОНПЗ розташовується в південному регіоні України. Продуктивність переробки становить 2,5 млн тонн нафти за рік (дані за 2002 р). Кількість працівників – понад дві тисячі осіб. Це сучасний високоавтоматизований тип НПЗ бензинового профілю. Одеський НПЗ – це підприємство, яке поєднує низку установок з різною технологією виробництва. До основних технологічних процесів належать: ректифікація, каталітичний крекінг, переробка газів крекінгу, полімеризація, алкілування та ізомеризація. Технологія процесів забезпечується устаткуванням, серед яких: коксоустановка, крекінг-установка, атмосферно-вакуумна перегінна установка та ін.

Кінцевими продуктами виробництва є: скраплений вуглеводневий газ, петролейний ефір, автомобільні бензини марок А-76, А-80, А-93, А-95, дизельне пальне літне та для реактивних двигунів, мазут паливний, бітум дорожній, мастила, а також вазелін, парафін, сірка та багато інших хімічних реактивів і продуктів. НПЗ має різнобічне і велике підсобне господарство: очисні споруди, насосні станції, котельні та ін.

ХНПЗ – це великий технологічний комплекс з виробництва бензинів, головним чином високооктанових. Забезпечує південний регіон України високоякісним моторним паливом та іншими нафтопродуктами, має продуктивність переробки більш як 8,5 млн тонн нафти за рік, кількість працівників – чотири тисячі осіб.

На ОНПЗ і ХНПЗ відбувається перегонка нафти на атмосферно-вакуумних перегінних установках. Нафта насосом прокачується через низку теплообмінників, очищується через відокремлення води і бруду в дегідраторів за температури 130–170 °С і надходить у трубчасту піч, де нагрівається до 300–320 °С. Гаряча нафта надходить у ректифікаційну колону, де відбувається поділ за фракціями: парову і рідку. До складу парової фракції входять вуглеводні з низькою кількістю атомів вуглецю ( $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ) до  $C_5$  включно. Рідка фракція складається з вуглеводнів, що мають більш як п'ять атомів вуглецю ( $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ). Під час технологічного процесу передбачається розподіл за окремими фракціями (бензинова, керосинова, дизельна, мазут) за різних температур кипіння.

Бензинова фракція має найнижчу температуру кипіння, складається з вуглеводів, що містять від п'яти до дев'яти атомів вуглецю в молекулі. З цієї фракції, своєю чергою, за допомогою дробової перегонки виділяють різні сорти бензинів, до яких належать:

- ✓ легкий бензин (петролейний ефір), температура кипіння 40–75 °С, щільність 0,64–0,66 г/см<sup>3</sup>. Застосовується головним чином як розчинник;
- ✓ середній бензин (власне бензин) – найбільш цінний продукт, становить від 5 до 20 % загальної маси нафти. Температура кипіння 70–120 °С, залежно від призначення розрізняють два види бензину: авіаційний та автомобільний. Автомобільні бензини, складні суміші легких граничних вуглеводів, до складу яких входять  $C_nH_{2n+2}$ , де  $n = 5-9$ , а також неграничні вуглеводи  $C_nH_{2n}$ , де  $n = 5-9$ .

Дизельне пальне має температуру кипіння вищу, ніж 150 °С, а щільність 0,73–0,77 г/см<sup>3</sup>. Застосовується як паливо для дизельних двигунів.



Гасова фракція має температуру кипіння 150 °С і містить звичайні вуглеводні від 9 до 16 атомів вуглецю в молекулі. Після спеціального очищення застосовується як пальне для автотракторних двигунів і побутових цілей.

Знизу колони відбирають мазут. Мазут містить вуглеводні з великим числом вуглецевих атомів. Його піддають подальшій переробці. Для попередження розкладання мазуту, за температури 300 °С, його переганяють у вакуумі. З мазуту виділяють солярову олію, різні мастила, вазелін, парафін. Солярову олію і мастила широко застосовують у техніці: перше як паливо, друге для змащення механізмів. Вазелін, що становить суміш рідких і твердих вуглеводнів, широко застосовують у медицині. Парафін, виділений з мазуту, складається із суміші твердих вуглеводнів, застосовують для виготовлення свічок. У хімічній промисловості парафін як сировину використовують для отримання різноманітних хімічних речовин, наприклад вищих карбонових кислот. Залишок мазуту після відгонки соляркових олій, мастил, вазеліну та парафіну називають нафтовим пеком, або гудроном, та використовують для виготовлення асфальту.

Для збільшення частки виходу бензину та підвищення його октанового числа застосовують каталітичний крекінг нафти, який проводиться за температури 450 °С та атмосферного тиску. Каталізаторами зазвичай є активовані алюмосилікати.

Експлуатація складного технологічного обладнання може призвести до нещасних випадків, утім, аварії і травматизм на нафтопереробних установках трапляються нечасто. Це можна пояснити тим, що безпека праці забезпечується надійною та якісною роботою устаткування, наявністю контрольно-вимірювальної апаратури, суворим виконанням технології, виробничих інструкцій, правил техніки безпеки та пожежної безпеки в процесі експлуатації апаратів і машин, проведенням своєчасних і якісних планово-попереджувальних ремонтів.

Важливий захід на НПЗ під час експлуатації установок – виключення умов утворення вогню та іскри в місцях, де можуть перебувати нафтопродукти. У разі відключення технологічної установки на ремонт, пропарювання, промивання обов'язково аналізують середовище на вміст вуглеводів та інших отруйних речовин.

Всередині обладнання містяться нафтопродукти в рідкому, паро-рідкому стані або їхні суміші з деякими реагентами, наприклад із сірчаною кислотою, розчинниками (фенол, бензол, толуол) та механічними

і водяними домішками. Це середовище вогнебезпечне, може утворювати з повітрям вибухонебезпечну суміш, яка в певних концентраціях небезпечна.

У вивченні умов праці персоналу на заводах встановлено, що є багато робіт, які виконуються в агресивних середовищах: в закритих місткостях, під час очисних робіт, розливів нафто- і хімічних продуктів.

Забезпечення засобами індивідуального захисту органів дихання на установках НПЗ зі шкідливими та небезпечними умовами праці оцінюється задовільно, а засобами захисту шкіри працівників – набагато гірше. На підприємствах, як виявили обстеження, вони існують у недостатній кількості, в основному російського та європейського виробництва. Шкідливі речовини, що містяться у повітрі теплообмінників, у трубопроводах, у місткостях, забруднюють спецодяг і можуть проникати всередину нього. У результаті потрапляння агресивних речовин (нафта та нафтопродукти, мінеральні кислоти, луги й органічні розчинники) на шкіру виникають термічні, хімічні ушкодження, які становлять небезпеку для здоров'я людини. Деякі органічні розчинники, такі як бензол, бензин, можуть проникати безпосередньо у кров у разі забруднення шкіри.

Іскри статичної електрики, що виникають на одязі в місцях тертя, не страшні у звичайному житті, але поблизу сховищ нафти та нафтопродуктів можуть стати причиною пожежі. На нафтопереробних підприємствах під час технологічних процесів, що супроводжуються тертям, роздрібненням твердих часток, сипучих матеріалів, переливанням діелектричних рідин (нафтопродуктів, мінеральних олів та ін.), виникає статична електризація. На ізольованих від землі металевих частинах устаткування виникають щодо землі напруги близько десятків кіловольт. Неконтрольований накопичений статичний розряд створює потенційну небезпеку для багатьох галузей промисловості, особливо там, де працюють із легкозаймистими рідинами, газами і де є вибухонебезпечний пил. Це також небезпечно у виконанні операцій з обслуговування електронного устаткування й керування.

Шкідливі речовини, що містяться у промисловому повітрі, можна поділити на дві основні категорії: аерозолі, гази і пари.

Аерозолі складаються з твердих часток або рідких крапельок, розподілених у повітрі. Такі речовини можуть спричинити тимчасові або тривалі проблеми зі здоров'ям, ушкоджуючи органи дихання або проникаючи в кровоносну систему.

Класифікація аерозольних часток може бути представлена так: пил, туман, пари, дим, газ.

**Пил** – це газова дисперсна система з твердими дисперсними частинками, які перебувають у повітрі визначений час і складаються з часток, розміри яких мають діапазон від 0,001 до 100 мкм. Аерозольний пил утворюється в процесі обробки або руйнування твердих матеріалів (наприклад під час роботи з каменем, металом, деревом, тканинами та ін.).

**Туман** – це маленькі крапельки, сформовані в процесі переходу рідини в дисперсний стан, наприклад під час розбризкування чи розпилення. Масляні тумани часто утворюються в процесах різання і шліфування, кислотні тумани – під час нанесення гальванічних покриттів, тумани фарб утворюються під час фарбування розпиленням. У застосуванні біологічно активних речовин віруси і бактерії можуть перебувати в повітрі у вигляді мікробіологічних аерозолів.

**Дим** утворюється в процесі випаровування матеріалів під дією високих температур. Зварювальні роботи й інші процеси, що генерують пари розплавлених металів, можуть бути джерелами диму.

У деяких випадках різні види аерозолів утворюються під час проведення однієї і тієї самої виробничої операції. Наприклад, зварювання може генерувати металевий пил і дим одночасно.

**Пари** – це газоподібний стан речовин, що є рідинами або твердими речовинами за нормальної кімнатної температури. Пара формується в процесі випаровування таких речовин. Бензин і розчинники для фарб можуть бути прикладом рідин, що легко випаровуються.

**Гази** – це речовини, що не є рідинами чи твердими речовинами за нормальної кімнатної температури і тиску. Як і повітря, гази безперешкодно поширюються в просторі. Гази можуть утворюватися в процесах горіння, у хімічних реакціях, ректифікаційних процесах.

Засобом фільтрації газів і парів є активоване вугілля, що має величезну внутрішню поверхню і здатне втримувати молекули органічних парів. Аби втримувати молекули інших видів газів/парів, таких як неорганічні або кислі гази, чи аміаку і його органічних похідних, активоване вугілля піддають відповідній хімічній обробці.

Практично на всіх великих підприємствах застосовують органічні розчинники. Органічні розчинники можна умовно поділити на три типи залежно від їхніх фізико-хімічних властивостей, а саме від того, як вони

надходять, розподіляються і виділяються з організму. До розчинників типу спирту належать одноатомні спирти (етиловий, метиловий, пропіловий, ізопропіловий та ін.); етиленгліколь; ацетон; нітропарафіни (нітрометан, нітроетан та ін.); амідні кислот (диметилформамід та ін.). Вони характеризуються високою розчинністю у воді. У цьому зв'язку поглинальна функція організму для речовин типу спирту дуже велика і насичення ними організму відбувається швидко.

Розчинники типу ефіру представлені етиловим ефіром, алкилацетатами (метилацетат, етилацетат, бутилацетат), кетонами (циклічний кетон – циклогексанон), альдегідами (фурфурол). Поглинальна функція організму для речовин цього типу не дуже велика, тому швидкість насичення ними організму відбувається повільно.

Третій тип – тип бензолу або хлороформу, до якого належать ароматичні вуглеводні (бензол і його похідні сольвент-нафта); хлорзаміщені вуглеводні (хлористий метил, хлористий метилен, хлороформ, чотирихлористий вуглець, дихлоретан, трихлоретилен, тетрахлоретилен та ін.); бензини – розчинники й екстрагенти (вайт-спірит, бензин БР-1, БР-2, Б-70); гідроароматичні вуглеводні (тетралін, декалін). Ці речовини здатні порівняно швидко насичувати організм, накопичуючись у великій кількості в жировій тканині.

У виробничих умовах пари органічних розчинників проникають в організм головним чином через дихальні шляхи.

Іншим шляхом проникнення органічних розчинників в організм є шкіра в разі забруднення частин тіла. Цей шлях потрапляння органічних розчинників найбільше стосується речовин, що мають високу ліпідорозчинність, передусім сполук типу бензолу або хлороформу.

### 1.6. Умови праці шахтарів у вугільних шахтах

Шкідливі фактори на вугільних шахтах зумовлені запиленістю і загазованістю робочої зони, високим рівнем шуму і вібрацій, вологістю і великою швидкістю руху повітря, що сприяє виникненню протягів. Відсутність природного світла зумовлює недостатню освітленість робочої зони. Найбільшу небезпеку для персоналу створюють пожежі та неконтрольовані вибухи. Простір, в якому розвивається пожежа, умовно поділяють на три зони: горіння, теплової дії та задимлення. Зоною горіння називають частину простору, в якому відбуваються процеси термічного розкладання чи випаровування горючих матеріалів і речовин. Зона теплової дії прилягає до межі зони горіння. У цій

частині простору відбуваються процеси теплообміну між поверхнею полум'я і горючими матеріалами. Межа зони пролягає там, де теплова дія призводить до зміни стану матеріалів і унеможлиблює перебування людей без спеціальних ЗІЗ. Зоною задимлення називають частину простору, що межує із зоною горіння і заповнюється димом і газами, концентрація якого створює загрозу для здоров'я і життя працівників. Ця зона охоплює зону теплової дії і суттєво перевищує її.

До найчастіших причин виникнення пожежі і задимленості належать: порушення правил експлуатації внутрішніх електричних мереж та електроустаткування, самозаймання вугілля і руди, вибухи газоповітряних сумішей, іскроутворення і перегрівання під час тертя, особливо під час роботи стрічкових конвеєрів і канатів, підривні роботи, іскрові розряди статичної електрики та необережність персоналу під час зварювальних робіт. Горючі речовини можуть перебувати у трьох агрегатних станах: рідкому, твердому і газоподібному. Тверді горючі матеріали залежно від їхньої хімічної структури поводяться за нагрівання по-різному. Деякі з них, наприклад сірка, стеарин, плавляться і випаровуються. Інші – дерево, торф, кам'яне вугілля, папір – розкладаються і утворюють горючі газоподібні продукти і твердий залишок. Рідкі горючі речовини під час нагрівання випаровуються і можуть окислюватися. Таким чином, більшість горючих речовин за нагрівання переходять у газоподібні продукти, які утворюють з повітрям горючі суміші. Такий стан речовин має велику пожежну небезпеку, бо для суміші не потрібне потужне і стаціонарно діюче джерело спалаху. У разі зменшення концентрації кисню в повітрі інтенсивність горіння знижується, а за концентрації його в повітрі менш як 14 % горіння більшості речовин припиняється. У разі недостатньої кількості кисню горіння буде неповним з виділенням оксиду вуглецю та альдегідів.

Умови праці шахтарів в обводнювальних шахтах мають свої особливості.

Навколишнє середовище в шахті характеризується атмосферою підвищеної вологості, яка містить корозійні активні гази та гірничий пил, а також шахтні води з показником водню рН = 1+10. До складу газів входять сірчистий ангідрид з концентрацією до 0,02 мг/л, сірководень з концентрацією до 0,01 мг/л, окисли азоту з концентрацією до 0,004 мг/л.

Умови праці визначаються великими коливаннями температури від -20 до 50 °С за швидкості руху повітря до 12 м/сек і його вологості до 80 %. Упродовж робочого часу шахтар перебуває у запиленому повітрі. Пил має дрібнодисперсні частки вугільних порід з концентрацією до 80 мг/мі.

### 1.7. Умови праці в технологічно чистих приміщеннях

Технологічно чисті приміщення (ТЧП) стали невід'ємним складником багатьох сучасних виробництв. За останні роки кількість ТЧП відчутно зростає. До ТЧП належать виробничі приміщення, середовище яких не має забруднень у вигляді пилу та бактерій, концентрацію аерозольних часток розміром від 0,001 до 1000 мкм і мікроорганізмів у повітряному середовищі підтримують в установлених межах, що відповідають певним стандартам. Вибір типу приміщень визначається технологічним процесом і можливістю забезпечення виробничого середовища, яке відповідає вимогам технологічних процесів.

Сфери використання ТЧП досить різноманітні: у виробництві компонентів комп'ютерів, автомобілів, літаків, космічних апаратів, телевізійних приймачів, компакт-дисків і багатьох інших електронних і механічних приладів, а також у виробництві космічних препаратів, медичного обладнання та в харчовій промисловості. У табл. 1.13 наведено лише стислий перелік виробництв, технології яких потребують ТЧП.

Таблиця 1.13. Види виробництв, що потребують ТЧП

Галузь промислового виробництва	Виріб виробництва
Виробництво радіоелектронної апаратури	Виробництво комп'ютерів, радіотелевізійної техніки, засобів контролю та автоматики
Пристрої точної механіки	Гроскопи, мініатюрні підшипники, зчитувальні пристрої для компакт-дисків
Оптика	Лінзи, фотоапаратура, лазерне обладнання
Біотехнологія	Виробництво ліків, генетичні дослідження
Фармацевтика	Виробництво стерильної фармацевтичної продукції, стерильна упаковка
Медичне обладнання	Серцеві клапани, системи кардіологічних шунтів
Харчові продукти	Виробництво нестерилізованих продуктів харчування та продуктів

Використання ТЧП можна поділити на дві основні групи. У виробництві електронних, оптичних, радіотелевізійних приладів забруднення у вигляді пилу створюють достатньо серйозну проблему. У таких галузях наявність навіть мікронних частинок може порушити функціонування виробів або знизити термін їх використання. У фармацевтичній, біохімічній, харчовій промисловості неприпустима наявність у виробничій сфері мікроорганізмів, адже збільшення їхньої кількості може призвести до виникнення інфекції.

Для забезпечення необхідних умов праці в ТЧП використовують системи механічної вентиляції та кондиціонування повітря. Ці системи повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні.

Джерелом виникнення пилу, аерозолів і забруднень є склад повітря в приміщенні і персоналу, який працює в ТЧП. Персонал є носієм майже всіх мікроорганізмів, часток і волокон у ТЧП. Кількість часток, що виділяються, відрізняється у різних людей – що вища їхня активність, то більше часток вони виділяють. У процесі руху персонал може на хвилину виділяти приблизно мільйон часток розміром  $\geq 0,5$  мкм і кілька тисяч часток – розповсюджувачів мікроорганізмів. Працівники, які перебувають у ТЧП, не повинні бути джерелом великої кількості забруднень, не вносити їх більше як здорова, в захисному одязі людина. Приклади чинників, які можуть стати причиною перевищення звичайного рівня забруднень:

- ✓ стан шкіри, який характеризується підвищеною генерацією часток, наприклад, внаслідок дерматиту, сонячних опіків чи схильності шкіри до утворення лупи;
- ✓ стан верхніх дихальних шляхів, який характеризується чханням і кашлем, зумовленим респіраторними захворюваннями, грипом чи хронічною пневмонією;
- ✓ алергічні реакції на матеріали, використовувані в чистому приміщенні, наприклад на поліефірне волокно, з якого виготовлено одяг, на пластикові чи латексні рукавички, на продукти, що виготовляються в чистому приміщенні, наприклад антибіотики та гормональні препарати;
- ✓ використання косметичних засобів, наприклад пудри, лаку для волосся, лаку для нігтів;
- ✓ не допускається легковажна поведінка; рух не повинен бути поривчастим. Швидкість виділення часток і бактерій у повітря

прямо пропорційна активності персоналу. Оператор, який не рухається, може генерувати приблизно 100 000 часток розміром  $\geq 0,5$  мкм на хвилину. Під час руху голови, рук і тіла генерується близько 1 000 000 таких же часток на хвилину. Під час ходіння оператор вже виділяє до 5 000 000 часток  $\geq 0,5$  мкм на хвилину.

Останнім часом у виконанні монтажних робіт в електроніці, радіотехніці, особливо в мікроелектроніці, антистатичним якість устаткування, інструментів і одягу почали надавати великого значення.

Суть проблеми полягає в тому, що електростатичні поля негативно впливають на працівників та якість продукції. Мінімальний набір заходів із захисту від статичної електрики дає змогу виробнику суттєво поліпшити якість виготовленої продукції, знизити витрати виробництва й підвищити його ефективність.

У виконанні цілої низки операцій виникає потреба “заземлити” працівника, зняти з нього статичну електрику без шкоди для його здоров'я. Це завдання здійснюють за допомогою струмопровідних матеріалів з опором не менш як 1 Мом/м. За міжнародною номенклатурою матеріали, що мають такі властивості, маркуються буквами “ESD” (Electrostatic Discharge).

Антистатичні властивості повинні мати паяльні станції, монтажні інструменти, прилади, матеріали, меблі й системи для зберігання електронних компонентів, захисний одяг, взуття та інші засоби захисту.

### 1.7.1. Характеристики електростатичних полів

Електростатичне поле (статична електрика) – це окремий вид електромагнітного поля, що виникає із сукупності нерухомих зарядів на поверхні і в об'ємі діелектриків і напівпровідників.

У галузях промислового виробництва, пов'язаних з обробкою діелектричних матеріалів, нафтопереробної, гірничодобувної, хімічної, текстильної, паперової та інших, спостерігаються явища електризації тіл – виникає й накопичується вільний електричний заряд. На нафтопереробних підприємствах під час технологічних процесів, що супроводжуються тертям, роздрібненням твердих часток, сипучих матеріалів, переливанням діелектричних рідин (нафтопродуктів, мінеральних масел та ін.), виникає статична електризація. На ізольованих від землі металевих частинах устаткування виникають щодо землі напруги близько десятків кіловольт. У шахтах, наприклад, під час

руху гумової стрічки транспортера й у пристроях пасової передачі на стрічці й на роликах транспортера через пробуксовування виникають заряди протилежних знаків достатньо великих значень, а різниця потенціалів сягає 45 кВ. Аналогічно відбувається електризація під час змотування (намотування) тканин, паперу, матеріалів з полімерними покриттями, поліетиленової плівки та ін. В аерозолях електричні заряди виникають від тертя часток речовини між собою або з повітрям під час руху.

Найзагальнішим способом генерування статичної електрики є електризація тертям. Тертя двох предметів або матеріалів між собою з різними діелектричними властивостями спричинюватиме електризацію. Інший спосіб створення статичного заряду на предметі – індукція. Індукція може бути викликана, наприклад, розташуванням тіла дуже близько до сильно зарядженого об'єкта або електростатичного поля з високою енергією.

Електризація виникає в разі зіткнення двох різнорідних речовин. При цьому відбувається перерозподіл електронів (у рідинах і газах – ще й іонів) з утворенням на суміжних поверхнях електричних шарів із протилежними знаками електричних зарядів. Фактично атоми й молекули однієї речовини відривають електрони від іншої.

Отримана різниця потенціалів між поверхнями залежить від низки факторів – діелектричних властивостей матеріалів, значення їхнього взаємного тиску під час зіткнення, вологості й температури поверхонь цих тіл, кліматичних умов. За подальшого роз'єднання цих тіл кожне з них зберігає свій електричний заряд, а зі збільшенням відстані між ними різниця потенціалів зростає й може досягти кілька сотень вольт. За однакових значень діелектричної постійної на суміжних матеріалах електростатичні заряди не виникають. Електричні розряди можуть взаємно нейтралізуватися внаслідок електропровідності вологого повітря, а також стікати в землю поверхню заземленого обладнання. Величина опору, призначеного для захисту від статичної електрики, не може бути більш як 100 Ом. За вологості повітря більш як 85 % статична електрика практично не виникає.

Неконтрольований накопичений статичний розряд створює потенційну небезпеку для багатьох галузей промисловості, особливо там, де працюють із легкозаймистими рідинами, газами і де є вибухонебезпечний пил. Це небезпечно також під час виконання операцій з обслуговування електронного устаткування й керування. У цей час

неможливо ігнорувати засоби антистатичного захисту на електронному виробництві з огляду на уразливість мікросхем до ушкодження їх статичною електрикою.

Найсерйозніша небезпека походить від людського тіла, здатного накопичувати до 40 000 В статичної електрики. Наявність в одязі монтажника синтетичних і вовняних тканин створює електричний заряд близько 1000–5000 В. Потріскування й іскріння одягу характеризує статичний розряд більш як 5000 В. Взуття, що має гумову підошву, є гарним діелектриком, і це сприяє нагромадженню на тілі людини високого – до 35 000 В – електростатичного потенціалу.

Електризація матеріалів часто перешкоджає нормальному перебігу технологічних процесів виробництва, а також створює додаткову пожежну небезпеку внаслідок виникнення іскрових розрядів за наявності в приміщеннях, резервуарах і ангарах займистих паро- і газоповітряних сумішей, наприклад за наявності водню більш як 4 % в повітрі або атмосфері, збагачених киснем.

За великих зарядів і різниці потенціалів, низької вологості повітря може відбутися швидкий іскровий розряд між наелектризованими частинами устаткування або на землю. Енергія такої іскри може виявитися достатньою для запалення займистої або вибухонебезпечної суміші. На виробництві необхідно унеможливити виникнення іскрових розрядів від статичної електрики з енергією, що перевищує 40 % мінімальної енергії іскрового розряду в навколишньому середовищі. Наприклад, для багатьох паро- і газоповітряних вибухонебезпечних сумішей потрібна незначна енергія ( $0,1 \cdot 10^3 \text{ В} \cdot \text{с}$ ). Практично за напруги 3 кВ іскрового розряду виникає запалення паро- і газоповітряних вибухонебезпечних сумішей, а за 5 кВ – займистого пилу і волокон. Незважаючи на те, що електростатичний заряд не несе великої кількості енергії, висока різниця потенціалів сприяє утворенню струмів, достатніх і для миттєвого виходу з ладу чутливих електронних компонентів, і для внутрішньомолекулярного ушкодження їхніх кристалічних ґраток. Для більшої частини виробів мікроелектроніки статичний заряд в 5000–10 000 В є руйнівним. Ці процеси призводять до зміни властивостей, параметрів і скорочення терміну експлуатації мікросхем.

У низці випадків статична електризація тіла людини з наступним розрядом з людини на землю або на заземлене виробниче обладнання може викликати болючі відчуття й бути причиною миттєвого різкого руху, в результаті якого людина може одержати травму.

### 1.8. Умови діяльності людини в акваторії

Численні водойми земної кулі вирізняються красивими ландшафтами, ваблять багатством підводної флори та фауни. Мікрокліматичні умови повсюди різні та визначаються передусім температурним режимом водойми та прозорістю води. Температура води в акваторіях залежить від географічного розташування та пори року і змінюється у великих межах.

Верхні шари нагріваються сонцем завглибшки до 10–12 метрів. Нижчі – конвекційним рухом води завглибшки до 200 метрів. Конвекційний рух води створюється в результаті перемішування верхніх теплих шарів води з нижніми, прохолоднішими.

Середня температура поверхневих шарів морів різна і коливається від 32 °С до 2 °С.

Дані про температуру акваторій наведено у **табл. 1.14**.

**Таблиця 1.14.** Середні літні та зимові температури акваторій

Акваторія	Середня літня температура, °С	Середня зимова температура, °С
Азовське море	32	1,6
Аральське море	24–30	замерзає
Балтійське море	17	2
Баренцове море	10	-2
Берингове море	10	замерзає
Біле море	14	-2
Індійський океан	20–25	12–15
Карибське море	24	28
Каспійське море	30	7
Озеро Байкал	9–10	замерзає
Охотське море	12	замерзає
Середземне море	28	17
Тихий океан	26–30	13–18
Червоне море	26	20
Чорне море	22	6
Чукотське море	2–8	-1,8
Японське море	27	0

Прозорість води залежить від кількості дрібнодисперсних частинок, від кольору ґрунту, стану акваторії, течії, часу доби і перебуває у межах від 0,1 до 60 метрів. Дані про відносну прозорість води різних водойм наведено в **табл. 1.15** [5,6].

**Таблиця 1.15.** Дані про відносну прозорість води акваторій

Акваторія	Відносна прозорість, м
Азовське море	4–8
Аральське море	27
Атлантичний океан	40–50
Балтійське море	3,5–10
Баренцове море	16
Біле море	6,6–11
Індійський океан	15–30
Карибське море	15–30
Каспійське море	11–13
Ладозьке озеро	до 5
Озеро Байкал	40–60
Охотське море	до 35
Річка Волга	0,1–1,9
Річка Вуокса	1,5–2
Річка Нева	до 3
Середземне море	50–60
Телецьке озеро	6–12 (до 22)
Тихий океан	15–40
Червоне море	40–45
Чорне море	28
Японське море	до 35

Моря, річки й озера різних країн мають різноманітні ландшафти, флору, фауну, цікаві драйверам. На узбережжі водойм розташовано велику кількість курортів з центрами водного туризму.

Води Чорного моря мають відносну прозорість і пропонують усі можливі види занурень: у відкритій воді на будь-яку глибину, в гроти, на затонулі об'єкти, в морські та прісноводні печери, на залишки стародавніх античних поселень, а здобиччю підводних мисливців є багато видів риб.

Середземне море глибоко вдається в сушу і становить один з найбільших відокремлених морських басейнів. Рослинний і тваринний світ має античне походження. Риби представлені 550 видами. Тут майже завжди сонячна погода, теплий клімат. Для туризму найбільше пасують Мальдивські острови, де сезон триває з травня до жовтня. Підводників різних країн ваблять численні печери, проломи, гроти та тунелі.

Азовське море неглибоке, тепле та мілководне, вирізняється підвищеною мутністю. Видимість тут у межах 1–2 метри, що вкрай обмежує можливості полювання та підводної фото-, кіно-, відеозйомки. Підводні ландшафти монотонні – рівне дно, вкрите в багатьох місцях водоростями, підводних скель майже немає, море вабить підводних мисливців чисельністю риби.

Каспійське море – замкнена водойма, в якій налічується близько 77 видів риб. Вода тут достатньо прозора, а дно з невеликим камінням, підводні скелі та валуни цікаві і спелеологам, мисливцям, і для підводного знімання.

Аральське море прозоре і вода тут порівняно тепла. Однак флора та фауна – бідні та одноманітні. Об'єктами для полювання можуть бути різні прісноводні риби.

Балтійське море не вабить багатством флори та фауни, у його холодні води можна занурюватися тільки у спеціальних гідрокостюмах.

Північні моря – Баренцове, Біле та Чукотське – багаті рибою та вирізняються красивими ландшафтами і прозорістю. У Баренцовому морі проживає до 114 видів риб. Біле море з'єднується з Баренцовим широкою мілководною протокою. Незважаючи на суворий клімат, тваринний і рослинний світ тут дуже багатий і налічує близько 70 видів риб.

Далекосхідні моря – Берингове, Охотське, Японське (басейн Тихого океану) – мають також багатий тваринний і рослинний світ. Вода в цих морях достатньо тепла і прозора. Ландшафт дна має значну кількість перешкод: печери, скали, ущелини. У найпівденішому – Японському морі – налічується до 600 видів риб.

Клімат, географічні особливості, тропічна флора та фауна роблять Червоне море одним із найпопулярніших водних курортів Європи. Температура води уможливує занурення та займання різними видами спорту цілий рік. Воно вирізняється надзвичайною прозорістю до 40 метрів. Не тільки підводний світ вабить підводників, а й недоторкані часом затонулі кораблі.

Карибське море – тепле круглий рік і має чимало місць для занурень. Тут багато рифів, в яких водяться численні види риб, а дуже різноманітний ландшафт має стародавні затонулі міста й кораблі.

Індійський океан має багато місць для водного туризму та підводного плавання. Найчастіше – це Мальдиви, що тягнуться вздовж екватора, тому температура тут достатньо висока. Рифи цих островів формуються коралами, в яких живе величезна кількість риб.

Тихий океан має теплі води, багатий скелями і рифами, кількість яких досягає 700 видів, у них живуть найрізноманітніші види риб. Сильні течії ускладнюють занурення, тому потрібне спеціальне знаряддя та навички.

У прісних внутрішніх водоймах не менш цікаво, аніж у морях.

Озеро Байкал, наприклад, має свій неперевершений підводний світ: унікальну флору і фауну. Незважаючи на холодні води монументальні підводні скелі, глибокі ущелини та цікавий підводний тваринний світ приваблюють дайверів з різних країн.

Однак підводний світ вкрай небезпечний для людини, потребує спеціальних знань і спеціального знаряддя, вимагаючи до того ж великої обережності. Наведемо лише деякі види небезпечних тварин. Встановлено, що акул приваблює не запах людини, а шум, який здійснює поранена жертва та її кров. На плавців, одягнених у чорні чи зелені гідрокостюми, акули практично ніколи не нападають. Баракуди трапляються у теплих субтропічних і тропічних морях, ходять зграями і набагато небезпечніші за акул, бо нападають без причин. Мурени, катрани, морські змії можуть отруїти, а медузи обпекти – що інколи призводить навіть до втоплення.

До найнебезпечніших риб-колючок належать: джекфіш, голкобрюх, кам'яна риба, комефорус, кузов, морський дракон, риба-їжак, риба-зебра, риба-куля, скорпіонова риба, спиноріг, тригер, фахак. Небезпечними є електричний скат, скат-хвостокол, морський кіт, морська королева, морська миша та ін., отрута яких може призвести до паралічу серця. Окрім перелічених, для людини можуть бути небезпечними також молюски, корали.

### 1.8.1. Види діяльності людини в акваторії, що потребують спеціального одягу

Існують групи людей, для яких перебування під водою – не спосіб відпочинку, а важка і часто довготривала праця. Наведемо перелік і стислий опис усіх видів діяльності людини в акваторії, що потребують спеціального спорядження. Дайвінг – це підводне плавання. Сучасний дайвінг поділяється на спортивний, технічний і військовий.

Спортивним дайвінгом захоплюється багато людей у клубах підводного плавання з великою кількістю різноманітних напрямів. Технічний дайвінг є лише професійним. Ця професія складається з різноманітних видів цивільної діяльності: робітники платформ шельфового нафтодобування, будівництва й обслуговування кораблів, мостів, доків, дамб і прибережних споруд, обслуговування морських плантацій, здійснення підводних інженерних і наукових досліджень, управління та обслуговування родовищ газу, забезпечення швидкої допомоги та занурення для проведення аварійних рятувальних операцій.

Існує чотири методи дайвінгу:

1. Дайвінг із затримкою дихання (*фрі-дайвінг, скін-дайвінг, сноркелінг*). Це найбільш ранні види, що практикуються дотепер і для спортивних, і для комерційних цілей. Повітряні порожнини пірнеча здавлюються тиском води, що збільшується впродовж усього занурення. Кожне занурення обмежується такими чинниками, як час затримки дихання та нестача кисню.
2. Дайвінг у будь-якій камері. Камери дають змогу підтримувати атмосферний тиск, що перешкоджає дії тиску води на членів екіпажу. Існує кілька типів таких камер: порожня металічна куля, що опускається з корабля за допомогою металічного кабелю, куля з контролем плавучості (тоді не потрібен корабель), підводний човен, який спроможний переміщуватися на великі відстані в будь-якому напрямку за допомогою власних сил. Усі ці камери повинні мати системи забезпечення свіжим повітрям і вуглекислим газом. Сучасна форма підводного човна чи підводного апарата – це жорсткий костюм, що має гнучкість і може витримувати тиск на глибині: насправді дайвер стає субмариною. У цьому костюмі дайвер може працювати на глибині до сотень метрів.
3. Дайвінг зі стисненим повітрям, що подається з поверхні. Повітря надходить через шланг у регулятор. У найбільш розвинених

системах повітря надходить прямо під костюм. Пристрої цієї категорії мають кесони (великі простори, що постачаються стисненим повітрям і найчастіше використовуються для роботи з мостами та тунелями). У всіх цих препаратах дайвер дихає повітрям під тиском, що дорівнює тиску води, тому існує ризик появи декомпресії. Спеціальні суміші використовуються для глибоководних занурень.

4. Дайвінг зі стисненим повітрям чи іншою газовою сумішшю у балонах, які переносить сам дайвер (скуба-дайвінг). Принципово існує два типи аквалангів: з відкритим і закритим циклом дихання. Системи з відкритим циклом дихання, що викидають усе повітря у зовнішнє оточення, популярні у спортсменів.

У системах із закритим циклом дихання повітря повертається у дихальний контур, а після поглинання вуглекислого газу і додавання кисню знов використовується для дихання.

Пізнавальний дайвінг – це відпочинок під водою, під час якого можна помилуватися красою підводного світу. Цей вид відпочинку доступний кожному, хто пройшов початковий курс навчання впродовж чотирьох–п'яти днів.

Підводна фото-, кіно-, відеозйомка може бути і професійною, і любительською, яка не потребує знань професійного режисера. Професіонали ж використовують складнішу апаратуру, що потребує спеціальних знань і навичок.

Спортивне підводне полювання поділяється на професійне та любительське. Професіонали полюють задля досягнення спортивних результатів – це швидкість стрільби і результативність. У любительському полюванні важливим є сам процес полювання: пошук, засада, відстеження. Підводне полювання на затримці дихання є гуманним, тому що здійснюється без використання дихальних апаратів і ставить мисливця в невідповідні умови, аніж його потенційну жертву. У Росії підводне полювання з аквалангом вважається браконьерством.

Підводна спелеологія є професійним видом дайвінгу. Ті, хто не пройшов спеціального навчання, не мають права занурюватися у печери. Це дуже небезпечний вид плавання, який не можна здійснювати поодиночі.

Підводна археологія може бути любительською і професійною. Її завдання – пізнання об'єктів, прихованих під водою: загублені міста, давні затонулі кораблі, жертви відомих катастроф.



Комерційний дайвінг – це професія, яка охоплює різноманітні види діяльності: робітники платформ шельфового нафтодобування, підйом суден, будівництво та обслуговування суден, мостів, доків, дамб, атомних енергетичних установок і прибережних споруд, обслуговування морських плантацій, здійснення інженерних і наукових досліджень, управління та обслуговування складних транспортних засобів з дистанційним управлінням, джерел газу, повітря та життєзабезпечення, забезпечення швидкої гіперболічної допомоги та занурення для здійснення аварійних рятувальних операцій.

Військовий дайвінг полягає у мінуванні кораблів, пошуку та знищенні мін, встановленні протичовникових перешкод, проведенні військових дій.

### Висновки

1. Умови праці є визначальним фактором, який впливає на самопочуття, працездатність і здоров'я виробничого персоналу.
2. Аналіз умов праці на хімічних, машинобудівних, радіотехнічних, нафтопереробних, швейних підприємствах, електричних станціях, шахтах та інших галузях промисловості виявив, що виробничий персонал стикається з цілим комплексом шкідливих і небезпечних факторів, які негативно впливають на фізичний стан людини.
3. Шкідливі фактори поділяють за інтенсивністю, концентрацією, хімічним складом і біологічною активністю.
4. У різних галузях промисловості спостерігаються ідентичні шкідливі фактори за різних джерел їхнього продукування. Параметри, що характеризують окремі або групу шкідливих і небезпечних факторів (інтенсивність, концентрація, хімічний склад і біологічну активність), залежать від технологічного процесу, характеристик робочого місця (вугільний забій, хімічне виробництво, швейний цех).
5. В умовах агресивного виробничого середовища для організації безпечних виробничих процесів необхідно застосовувати колективні та індивідуальні засоби захисту. Колективні засоби захисту не спроможні повністю нейтралізувати вплив шкідливих факторів на виробничий персонал, тому вимагається використання ЗІЗ, які унеможливають або знижують дію на людину небезпечних і шкідливих факторів, запобігають виникненню професійних захворювань.

### Контрольні запитання до розділу 1

1. Як класифікують і характеризують види іонізуючого випромінювання?
2. Які основні джерела радіоактивних забруднень?
3. Перелічіть захисні заходи залежно від конкретних умов праці з джерелами іонізуючого випромінювання.
4. Як класифікують і характеризують види хімічного та біологічного забруднення?
5. Охарактеризуйте умови праці під час аварійних і післяаварійних робіт у разі хімічного забруднення.
6. Що таке "агресивне виробниче середовище"?
7. Охарактеризуйте умови праці на нафтопереробних підприємствах.
8. Що таке небезпечні виробничі об'єкти на хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних підприємствах?
9. Охарактеризуйте шкідливі речовини, що містяться у повітрі теплообмінників, трубопроводах, закритих місткостях.
10. Які умови праці шахтарів у гірничих виробках?
11. Оцініть ступінь агресивного впливу шахтних вод та атмосфери.
12. Вкажіть класифікацію і типи технологічно чистих приміщень.
13. Охарактеризуйте умови праці в технологічно чистих приміщеннях.
14. Які види діяльності людини в акваторії, що потребують захисного спеціального одягу?
15. Охарактеризуйте умови діяльності в акваторії.
16. Назвіть комплекс вимог до створення гідрокостюмів.

## Професійні захворювання, зумовлені виробничим середовищем

### Ключові терміни

<i>Травматизм</i>	<i>Біологічно активні аерозолі</i>
<i>Професійні захворювання</i>	<i>Хімічно активні отруйні речовини</i>
<i>Професійні отруєння</i>	<i>Специфічні захворювання і травми</i>
<i>Прямі і непрямі збитки від радіонуклідів та іонізуючого випромінювання</i>	<i>Токсичні газовиділення</i>
<i>Біологічно еквівалентна поглинена доза</i>	

### 2.1. Заходи щодо охорони праці й ефективність діяльності підприємства

За умов сучасного виробництва, конкуренції, глобалізації та інших особливостей ринкової економіки економія витрат виробництва, їхня оптимізація – один з основних факторів виживання й розвитку підприємства. Тому кожний вид витрат повинен бути внормований, як тепер в Україні внормовано обсяг витрат на охорону праці, або давати віддачу, тобто бути економічно ефективним. Лише в такому разі переконливим для працедавця стане здійснення цих витрат.

В Україні, починаючи з 70-х років ХХ ст., для обґрунтування заходів щодо охорони праці широко використовувалася практика розрахунків економічної ефективності. Для цього було розроблено й застосовувалися спеціальні методики й рекомендації для кожної галузі. Однак після запровадження 2001 року системи соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, що взяла на себе відповідальність за матеріальні наслідки виробничого травматизму й професійних захворювань працівників, ситуація з розрахунками економічної ефективності суттєво змінилася. Суть цих змін полягає в тому, що з розрахунків ефективності було виведено можливу економію витрат на відшкодування потерпілим. Система знижок-надбавок покликана стимулювати витрати на заходи, а також брати участь у витратній або дохідній частині розрахунку ефективності. Чи справді складно оцінити економічну ефективність без обліку витрат на відшкодування потерпілим?

Для оцінки економічної ефективності необхідно докладніше розглянути всі збитки, які зазнає підприємство від нещасних випадків і професійних захворювань. Для такого аналізу використовують розподіл витрат, пов'язаних з виробничим травматизмом, на прямі і непрямі, або на застраховані й незастраховані. Прямі (застраховані) витрати – це різні виплати потерпілим системою страхування.

Визначити непрямі витрати або збитки від нещасних випадків і професійних захворювань набагато складніше. У теорії вартості нещасного випадку ("теорія айсберга"), створеної на початку 20-х років ХХ ст. засновником досліджень у цій сфері Г. Гейнрихом (США), зазначено більш як п'ятдесят складників непрямих витрат. Непрямі збитки потрібно визначати на досить тривалому інтервалі часу з урахуванням багатьох стохастичних факторів. Основні види непрямих витрат і збитків:

- ✓ витрати на компенсацію за відсутність потерпілого на робочому місці (витрати на заміну потерпілих і додаткові витрати робочого часу);
- ✓ втрати робочого часу інших співробітників (витрати на ремонт і збирання, допомогу потерпілому, простоювання, розслідування нещасного випадку та ін.);
- ✓ втрати власності внаслідок поломки машин, устаткування, псування матеріалів, напівфабрикатів та ін.;
- ✓ втрати продукції, штрафи, втрати угод і клієнтів;
- ✓ інші непрямі втрати (можливі витрати на послуги юристів, втрата іміджу, штрафні санкції за зрив договорів та ін.).

Непрямі збитки від виробничого травматизму зазвичай вкрай зрідка враховуються і практично не фіксуються статистикою, а якщо й фіксуються, то лише окремі з них і не в повному обсязі. Тому оцінити їх достатньо складно.

Про масштаб непрямих збитків можна судити за результатами спеціальних досліджень, що виконувалися в Англії, Італії, Польщі, США, Фінляндії та інших країнах. Вони свідчать, що непрямі втрати можуть бути в кілька разів більшими, ніж прямі, застраховані. Наприклад, спеціальні дослідження на підприємствах Англії (будівельний майданчик, молокопереробний комбінат, транспортна компанія, морська нафтова платформа) в 1990–1991 рр. виявили, що співвідношення між застрахованими (прямими) і незастрахованими (непрямими) втратами від нещасних випадків становили 1:11; 1:36; 1:8 і 1:11 відповідно. Трохи менші співвідношення зафіксовано на лісозаготівельних підприємствах Фінляндії (1:1,4). Непрямі втрати цих підприємств порівняно низькі, оскільки лісоруби виконують роботу поодиночі, з використанням надійного обладнання. На підприємствах, де трудовий процес засновано на широкій взаємозамінності, твердих договірних зв'язках з постачальниками і споживачами, використанні у виробничому процесі небезпечних і шкідливих факторів, непрямі втрати від виробничого травматизму вищі. Найчастіше називають цифри в діапазоні від 1 до 6 разів, а іноді – до 20–30 разів. Середнє значення співвідношення застрахованих і незастрахованих збитків 1:4. Ці цифри, мабуть, найбільш реальні. На жаль, в Україні не проводили детальні дослідження непрямих втрат від виробничого травматизму на рівні підприємств навіть після запровадження страхування від нещасного випадку; відомі лише орієнтовні оцінки. Однак і вони засвідчують, що

непрямі втрати становлять суми, не менші від прямих збитків (витрат на відшкодування потерпілим на виробництві).

Беручи до уваги всі збитки від травматизму й профзахворювань у розрахунках економічної ефективності, заходи щодо охорони праці можуть приносити вигоду за рахунок зменшення цих збитків (не всі, звичайно). Як переконують дослідження, проведені у Швеції, вигідними з погляду економії збитків можуть бути заходи ергономічного характеру, заходи, спрямовані на вдосконалення організації праці. Вигідними можуть бути також заходи технічного характеру, які однозначно призводять до попередження травматизму й профзахворювань.

Якщо враховувати економію збитків від травматизму й профзахворювань у плануванні інвестицій, наприклад у нове обладнання, привабливість таких інвестицій може також бути більшою, ніж без такого обліку. У цьому разі інновація збільшує фінансовий ризик, але локалізує ризик виробничий, професійний. Показовий приклад – інвестиції в системи автоматичного контролю й регулювання автоклавів одного з цегельних заводів України. Ці інвестиції дали змогу домогтися економії за рахунок зниження захворюваності й зменшення кількості працівників, яким до цього підприємство було зобов'язане надавати законодавчо обумовлені пільги й компенсації за роботу в несприятливих умовах праці. Крім того, підвищилася продуктивність праці. Зіставлення інвестицій у поліпшення умов праці й сумарних вигод від них засвідчило, що вони вигідні і з погляду охорони праці, і з перспектив розвитку підприємства.

Виходячи з цього, оцінка умов праці – один з головних критеріїв щодо діяльності і працедавців, і фахівців з питань охорони праці.

## 2.2. Стан професійної захворюваності в Україні за 2001–2007 роки

Аналіз умов праці дає змогу виявити небезпечні та шкідливі фактори, які супроводжують працівників під час виконання своїх службових обов'язків, негативно впливають на здоров'я людей, викликають професійні захворювання та травми. Виробничі фактори, вплив яких може призвести до захворювання чи зниження працездатності, належать до шкідливих. Небезпечними виробничими факторами прийнято називати такі, які призводять за певних умов до травматичних ушкоджень або до інших раптових і різких порушень здоров'я. До таких

порушень належать, наприклад, гострі отруєння, що розвинулися за кілька годин або навіть хвилин. Залежно від рівня і тривалості дії шкідливі фактори можуть стати небезпечними.

В ідеалі мали бути створені і впроваджені в промисловості такі виробничі процеси, за яких повністю відсутні шкідливі і небезпечні фактори. Однак цілком безпечними є лише небагато виробничих процесів.

Стан і динаміка професійних захворювань зумовлені розробкою і реалізацією комплексних заходів щодо створення на виробництві здорових і безпечних умов праці, зміцнення здоров'я персоналу, а також удосконалення системи виявлення професійної патології. Однак за роки реформування управління економікою та з появою нових форм власності цю роботу вкрай ослаблено на багатьох підприємствах, що призвело до щорічного збільшення кількості працівників в умовах праці, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, і, відповідно, до різкого зростання кількості осіб, у яких виявлено професійні захворювання. Це зумовило різке підвищення випадків профзахворювань і профотруєнь. Загальна їх кількість 2001 року становила 4034 випадків, 2002 року – 7153, 2003 року – 7232, 2004 року – 6964, 2005 року – 5962. Найвищий рівень припадає на захворювання органів дихання або пов'язаних з ними органів.

Якщо (згідно з даними Держкомстату України) з основних видів економічної діяльності 2001 року в умовах праці, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, працювало 24,7 % облікової кількості штатних працівників, то 2005 року – 27,4 %. Тому не випадково, що (за даними Міністерства охорони здоров'я України) 2001 року на 10 тис. працівників в країні було виявлено 3,12 випадків професійних захворювань, 2002 року – 5,53, 2003 року – 5,59, 2004 року – 5,38, а 2005 року – 4,61. Найвищий рівень профзахворювань спостерігається у вугільній галузі – 70,8–83,7 % загальної кількості, в металургії – 5,3–9,8 %, в машинобудуванні – 4,4–8,3 %, в хімічній – 0,2–0,4 %, в будівництві – 0,1–0,2 %.

За даними Держкомстату України, 2006 року кількість робітників, зайнятих на виробництвах, де умови праці не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, становить 1774,9 тис., з яких 61,3 % працюють в умовах підвищеної запиленості, а 5,3 % – в умовах підвищеної загазованості повітря робочої зони. Чисельність таких робітників постійно зростає. Водночас їхня забезпеченість засобами захисту органів дихання не перевищує 30 %. У цьому зв'язку зростає і кількість

професійних захворювань. За 2001 рік вона зростає на 12 %. Більшість профзахворювань зумовлена фізичними факторами (58,1 %): промисловим пилом і аерозолями (31 %), хімічними (8,9 %) і біологічно (3,3 %) активними речовинами. Напоширеніші захворювання органів дихання (36,2 %), у тому числі хронічний бронхіт, пневмококіоз, коніотуберкульоз та ін. У табл. 2.1 наведено динаміку професійних захворювань у країні.

Таблиця 2.1. Динаміка професійних захворювань за 2001–2005 роки

Роки	Кількість потерпілих	Рівень на 10 000 персоналу (%)
2001	4034	3,12
2002	7153	5,53
2003	7232	5,59
2004	6964	5,38
2005	5962	4,61

Основними галузями промисловості, що формують професійну патологію, залишаються вугільна, металургійна та машинобудівна. До того ж у вугільній промисловості спостерігається більш як 75–85 % усіх професійних захворювань у країні. Зменшилася питома вага профотруєнь і профзахворювань у хімічній промисловості (0,2 %), будматеріалів (0,6 %) і будівництві (0,2 %). Зафіксовано постійне зниження виявлених професійних хворих у сільськогосподарському виробництві (1,0 % загальної кількості зареєстрованих 2005 року випадків профзахворювань).

Аналіз професійних захворювань за їхніми формами свідчить про те, що найбільша їх кількість від загальної кількості стосується захворювань органів дихання (58,1 %), опорно-рухового апарату (21,9 %) та вібраційної хвороби (8,6 %).

Найвищий рівень професійних захворювань органів дихання лишається серед працівників вугільної та гірничо-добувної промисловості, на які припадає більш як 80 % їх загальної кількості, головною причиною яких є надмірна запиленість повітря на робочих місцях.

Тому основна мета боротьби з цим видом професійних захворювань – доведення концентрації пилу у повітрі робочих зон до рівня гранично допустимих норм, а також своєчасне і повне забезпечен-

ня персоналу ефективними засобами колективного та індивідуального захисту.

Під час роботи в агресивному середовищі шкідливі речовини у вигляді пилу, аерозолі, рідких розчинів знижують працездатність і можуть спричинити розвиток професійних захворювань у працівників. Вдихання отруйних речовин призводить до токсичного набряку легень, бронхіту, емфіземобронхіту, пневмоконіозу. Умови праці на виробництві можуть сприяти виникненню шкірних захворювань: шкіра, одяг і взуття можуть забруднитися рідкими шкідливими речовинами, що сприяє в разі охолодження та намокання порушенню цілісності шкіряного епідерму з можливістю інфікування біогенними мікробами. Механічні травми також можуть створити передумови для виникнення гнійних захворювань.

Етіологічними факторами, що викликають професійний рак, є іонізуюче випромінювання, вплив хімічних канцерогенних речовин, зварювальних аерозолів.

Загалом в Україні професійні захворювання реєструють у працівників близько 200 професій, що підлягають впливу до 80 виробничих шкідливих факторів. Найбільша кількість працівників, у яких виявляється професійна патологія, мають стаж роботи в шкідливих умовах від 10 до 25 років і вік понад 40 років.

Внаслідок недостатньої ефективності заходів, спрямованих на поліпшення умов праці, рівні шкідливих факторів на робочих місцях потерпілих більш як у 90 % випадків перевищують допустимі, в тому числі до 30 % – більш як у 10 разів і 10 % – більш як у 100 разів.

На деяких підприємствах реєструються високі концентрації агресивного пилу, що містить кристалічний діоксид вуглецю, вміст якого в повітрі робочої зони зазвичай перевищує гранично допустимі концентрації, у тому числі у 80 % випадків від 10 до 100 разів і більше (до 15 %). У разі потрапляння токсичних речовин на шкіру та через дихальні шляхи в організм людини виникають:

- ✓ захворювання шкіри, серед яких опіки різного ступеня, епідерматоз, токсидермія;
- ✓ токсичне ураження кісток, нирок і печінки;
- ✓ ураження центральної нервової системи;
- ✓ захворювання органів травлення;
- ✓ серцево-судинні захворювання;
- ✓ ураження слизової оболонки ока.

Основні шляхи проникнення отруйних речовин в організм – інгаляційний (через органи дихання) та шкірно-резорбтивний (через шкірні покриви). За локалізацією виявлення шкідливу дію агресивних речовин поділяють на місцеву, резорбтивну і змішану (місцево-резорбційну). Деякі отруйні речовини мають кумулятивну дію, тобто властивість накопичуватися в організмі.

Вирішення питань запобігання виникненню професійних захворювань, попередження несприятливого впливу шкідливих виробничих факторів на здоров'я працівників потребує комплексного, науково обґрунтованого підходу до створення безпечних умов праці на виробництві, тобто дотримання вимог законодавства про охорону праці та санітарного законодавства.

### 2.3. Види професійних захворювань у полях іонізуючого випромінювання

Умови роботи з радіонуклідними речовинами та в полях іонізуючого випромінювання супроводжуються здебільшого впливом на виробничий персонал низки надзвичайно шкідливих і небезпечних факторів (випромінювання від радіонуклідних ізотопів, серед яких йод, цезій, стронцій та ін.). Особливості біологічної дії випромінювань такі:

1. Біологічний ефект залежить від поглиненої дози випромінювань. Ця залежність прямо пропорційна – з наростанням дози посилюється ефект впливу випромінювання на організм людини.
2. Ефект опромінення пов'язаний із розподілом дози за часом, тобто зі швидкістю поглинання енергії. Розподіл однієї сумарної дози на окремі фази призводить до зменшення ступеня променевого ураження, оскільки процеси відновлення, які розпочинаються зразу після опромінення, здатні хоча б частково компенсувати порушення.
3. Ступінь і форма променевого ураження залежить від розподілу енергії випромінювання в організмі. Найбільший ефект зумовлює опромінення всього організму – загальне опромінення. Менші зміни спричиняє дія такої самої дози на окремі частини організму – локальне опромінення, за якого має значення, яка частина організму опромінюється.

4. Біологічна дія залежить від виду випромінювання.  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -випромінювання по-різному впливають на організм людини. У разі зовнішнього опромінення людини можна майже цілком вилучити  $\alpha$ -,  $\beta$ -випромінювання середніх і низьких (менш як 1 MeV) енергій. Такі види випромінювання не можуть проникати крізь одяг і шкірні покриви людини. Тому можливими джерелами зовнішнього опромінення залишаються тільки  $\beta$ -випромінювання високих енергій і  $\gamma$ -випромінювання.
5. Наявність прихованого періоду дії реакції. Прихованим періодом називається проміжок часу, що охоплює період від моменту опромінення до появи змін, які реєструються клінічно. Тривалість прихованого періоду змінюється зворотно пропорційно поглиненій дозі. Що вища доза, то коротший прихований період. Однак не треба забувати, що прихований період є умовним, тому що реакція на опромінення розвивається безпосередньо після радіонуклідного ураження.
6. Кумулятивність – здатність до накопичення радіонуклідних речовин. Вплив радіації на людину полягає в іонізації біологічних тканин. Коли радіонуклідне випромінювання проходить крізь тіло або за наявності у будь-яких тканинах організму радіонуклідних речовин, енергія хвиль і часток передається тканинам, на які впливає випромінювання. Під час передачі енергії від радіонуклідних часток клітинам тіла відбувається збудження атомів і молекул, з яких складається тіло. Ця передача призводить до порушення діяльності клітин і навіть їхньої загибелі. Ступінь ураження залежить від отриманої дози опромінення і стану здоров'я людини на момент опромінення. *Поглинена енергія розподіляється нерівномірно в окремих ділянках клітин і органів. Цей процес характеризує ваговий множник ( $w_t$ ) до найважливіших органів людини (табл. 2.2).*

Таблиця 2.2. Середнє значення вагових множників

Тканина чи орган	$w_t^*$	Тканина чи орган	$w_t$
1	2	3	4
Статеві залози	0,20	Печінка	0,05
Червоний кістковий мозок	0,12	Стравохід	0,05
Товстий кишечник	0,12	Щитоподібна залоза	0,05
Легені	0,12	Шкіра	0,01

Продовження табл. 2.2

Шлунок	0,12	Поверхня кісток	0,01
Сечовий міхур	0,05	Суглоби	0,15
Молочні залози	0,05	Інші органи	0,05

\* коефіцієнт для всього тіла дорівнює 1,00

Нерівномірний характер поглинання енергії пояснюється особливістю впливу радіації на організм. Загальна кількість поглиненої тканинами енергії може бути невеликою, але через нерівномірний розподіл зумовлює великі ушкодження окремих органів.

Біологічну дію іонізуючого випромінювання умовно можна поділити на:

- ✓ первинні фізико-хімічні процеси, які виникають у молекулах живих клітин і субстрату, що оточуює їх;
- ✓ порушення функцій цілого організму як наслідок первинних процесів.

Найчутливішими до радіаційного випромінювання є клітини тканин та органів, що постійно відновлюються (кістковий мозок, статеві та щитоподібна залози, селезінка та ін.). Зміни на клітинному рівні або загибель клітин призводить до порушень функції окремих органів і взаємопов'язаних процесів в організмі, що викликає різні функціональні наслідки для організму або його загибель.

Соматичні (тілесні) ефекти – це наслідки дії опромінення безпосередньо на людину, а не на його потомків. Соматичні ефекти опромінення поділяють на визначені та стохастичні (імовірні).

До визначених соматичних ефектів належать ураження, важкість яких залежить від дози опромінення. Такі захворювання виникають за певних граничних значень дози ураження (дозовий поріг). До таких захворювань належать, наприклад, локальне доброякісне ураження шкіри (променевої опік), катаракта очей (затемнення кришталика), подразнення статевих тканин (короткочасна або постійна стерилізація) та ін. Ці захворювання можуть проявлятися в разі перевищення допустимих доз опромінення. Значення інтегральних доз та їхній негативний вплив на людину наведено на **рис. 2.1–2.2** (зірочкою показано місцеве або локальне опромінення тіла або органів).

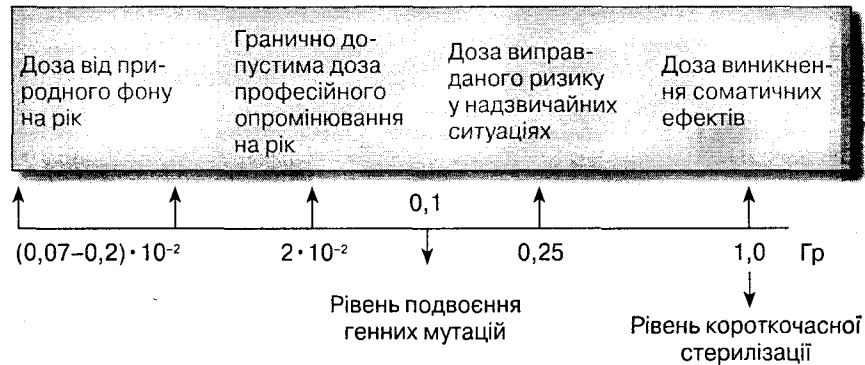


Рис. 2.1. Значення допустимих доз

На **рис. 2.1** показано максимальну допустиму інтегральну дозу професійного опромінення для персоналу групи А, яка дорівнює  $2 \cdot 10^{-2}$  Гр на рік і розрахована на 50 років трудової діяльності. Нині є надійні дані багатьох і тривалих спостережень за персоналом і населенням, які піддалися дії високих доз опромінення (у медичних цілях, під час ремонтних робіт ядерних установок та ін.). З них випливає, що тривале професійне опромінення дозами до  $2 \cdot 10^{-2}$  Гр на рік для дорослої майже здорової людини не викликає жодних неприємних соматичних змін. Стохастичні ефекти повністю вилучаються, якщо доза випромінювання не перевищує  $5 \cdot 10^{-3}$  Гр на рік для всіх органів за винятком кристалика ока, для якого межа річної дози  $3 \cdot 10^{-3}$  Гр.

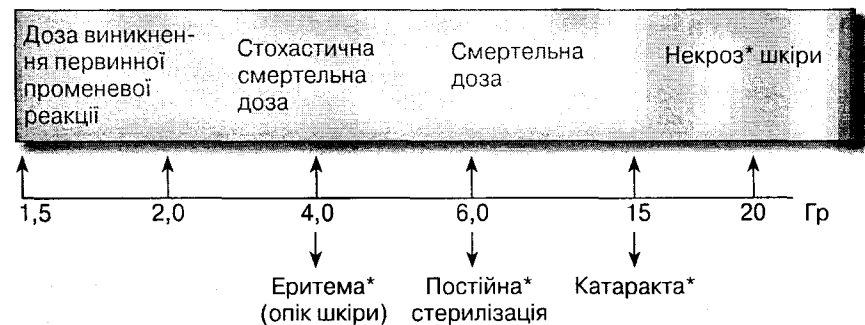


Рис. 2.2. Значення недопустимих доз

У перший період після опромінення виникає променева хвороба різного ступеня важкості. Гостра променева хвороба – нозологічна форма, яка розвивається в разі зовнішнього  $\gamma$ - та  $\gamma$ -нейтронного опромінення за дози, яка перевищує 1 Гр, отриманої одночасно або впродовж короткого проміжку часу (від 3 до 10 діб), а також у разі надходження радіонуклідів у внутрішні органи й утворення адекватної дози засвоєння. Процес протікання променевої хвороби залежить від величини поглиненої дози.

### Доза менша 100 бер

Такі дози не впливають суттєво на здоров'я. Зміни у складі крові починаються з 25 Бер. Ці зміни включають загальні зміни вмісту білих кров'яних клітин (зменшення лімфоцитів), зменшення тромбоцитів і невелике зменшення червоних кров'яних клітин. Такий стан визначається лише аналізом крові і встановлюється впродовж кількох днів після опромінювання. Тривалість змін в організмі – близько місяця.

### Доза 100–200 бер

Симптоми помірного ступеня важкості. Можлива нудота (у половині випадків за 200 бер), що іноді супроводжується блювотою, з'являється через 3–6 годин після отримання і триває від кількох годин до дня. За цим настає період ремісії, в перебігу якого потерпілий перебуває в нормальному самопочутті. Зміни в крові поступово наростають через природний спад і незаповнення кров'яних клітин. Через 10–14 днів відбувається наступне погіршення самопочуття: втрата апетиту (у 50 % за 150 бер), нездужання, стомлюваність (у 50 % за 200 бер), що триває близько місяця.

### Доза 200–400 бер

Ступінь захворювання достатньо серйозний. Основною ураженою тканиною організму залишається кровотворна. Нудота спостерігається у 100 % осіб, які постраждали в разі опромінювання в 300 бер, у половині випадків вона супроводжується блювотою. Початкові симптоми виявляються вже після 1–6 годин і тривають 1–2 дні. Після 7–14 днів ремісії вони повертаються, до них може додатися втрата волосся, нездужання, втома, діарея. За доз більш як 350 бер з'являються кровотечі з рота, підшкірні гематурія, наявність крові в сечі. Можливе постійне безпліддя у чоловіків, одужання триває кілька місяців.

**Доза 400–600 бер**

За таких доз радіації смертність, без надання серйозної медичної допомоги (пересадка кісткового мозку), різко йде вгору: від 50 % за 350 бер до 90 % за 600 бер. Смерть настає після 2–12 тижнів від численних кровотеч у разі зараження будь-якою хворобою (імунитет практично відсутній).

**Доза 600–1000 бер**

Кістковий мозок відмирає повністю. Вірогідність вижити без його пересадки практично відсутня. Первинне погіршення стану настає через 15–30 хвилин і триває 2 дні. Після 5–10 днів прихованого періоду смерть настає через 1–4 тижні.

**Доза більша 1000 бер**

Такі високі дози іонізуючого випромінювання викликають негайне порушення обміну речовин, пронос, кровотечі, втрату рідини організмом і порушення електролітного балансу.

За доз 1000–5000 бер цей час зменшується до 5–30 хвилин. Якщо вдається пережити цей період, настає фаза уявного благополуччя від двох годин до кількох днів. Термальна фаза триває 2–10 днів, в період якої хворий впадає в прострацію, втрачає апетит, починається кривавий пронос. Лікування таких доз спрямовано тільки на полегшення страждань.

Отримання більш як 5000 бер призводить до порушення, що зачіпає безпосередньо нервову систему. Людина вмить втрачає орієнтацію, згодом впадає в кому. Смерть настає в перебігу двох діб. У **табл. 2.3** наведено інформацію про залежність проявів реакції людини на ступінь радіаційного ураження.

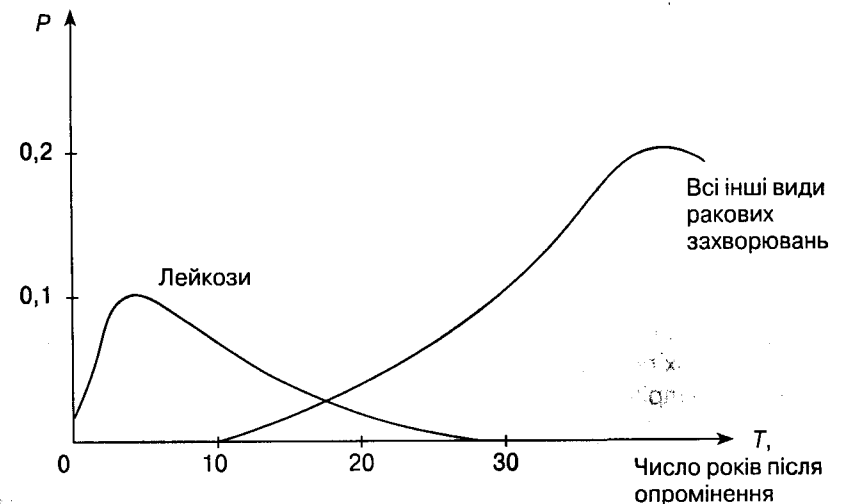
**Таблиця 2.3.** Диференціація гострої променевої хвороби за ступенем важкості залежно від проявів первинної реакції

Ступінь важкості і поглинена доза, бер	Непрямі ознаки			
	Загальна слабкість	Головний біль і стан свідомості	Термін одужання	Стан шкіри
1	2	3	4	5
1 ступінь, 100–200	Легка	Короткотривалий головний біль, чітка свідомість	2–3 тижні	Нормальний

Продовження **табл. 2.3**

1	2	3	4	
2 ступінь, 200–400	Помірна	Головний біль, чітка свідомість	1,5–2 місяці	Підшкірна гематурія
3 ступінь, 400–600	Виражена	Часом сильний головний біль, чітка свідомість	6–8 місяців	Виражена підшкірна гематурія
4 ступінь, більш як 600	Дуже сильна	Постійний різкий головний біль, нечітка свідомість	Не лікується	Сильна підшкірна гематурія

Рак – найбільш серйозний з усіх наслідків опромінення людини за малих доз, особливо для тих людей, які піддавалися тривалому опроміненню. На **рис. 2.3** вказано імовірність захворювання на рак після отримання доз опромінення до 1 рад за рівномірного опромінення тіла людини.



**Рис. 2.3.** Функція розподілу ймовірності за часом

Перші у групі ракових захворювань – лейкози. Вони викликають смерть людей у середньому через десять років з моменту опромінення – раніше, ніж інші види ракових захворювань. Найпоширенішими



видами раку, викликаними дією радіації, є рак молочної залози, щитоподібної залози, легень. Рак інших органів і тканин трапляється серед опромінених зрідка. У таблиці 2.4 наведено види захворювань під впливом радіаційного ураження.

**Таблиця 2.4.** Ризик і кількість смертей від пухлин і наслідкових дефектів у результаті опромінення

Критичні органи	Захворювання	Ризик, $10^{-2}$	Кількість випадків, на 10 тис. осіб
Все тіло, червоний кістковий мозок	Лейкемія	0,2	20
Щитоподібна залоза	Рак щитоподібної залози	0,05	5
Молочна залоза	Рак молочної залози	0,25	25
Скелет	Пухлини кісткової тканини	0,05	5
Легені	Пухлини легенів	0,2	20
Всі інші органи та тканини	Пухлини інших органів	0,5	50
Всі органи та тканини	Всі злоякісні пухлини	1,25	125
Статеві залози	Наслідкові дефекти	0,4	40
<b>Разом</b>		<b>1,65</b>	<b>165</b>

Вивчення генетичних наслідків опромінення пов'язано з великими складностями. По-перше, дуже мало відомо про те, які порушення виникають у генетичному апараті людини під час опромінення. По-друге, повне виявлення всіх наслідкових дефектів виникає лише впродовж багатьох поколінь; по-третє, як і у випадку з раком, ці дефекти неможливо відрізнити від тих, які виникли зовсім через інші причини.

#### 2.4. Види професійних захворювань у разі хімічного та біологічного забруднення

Основними збудниками захворювань у використанні біологічної зброї (біологічно активні аерозолі) є такі види біологічних речовин:

- ✓ бактерії – збудники чуми, сибірської виразки, сапу, туляремії, холери, меліоїдозу;

- ✓ віруси – збудники жовтої лихоманки, натуральна віспа, різні види енцефалітів і лихоманка Денге;
- ✓ рикетсиози – збудники висипного тифу, плямистої лихоманки Скелястих гір, ку-лихоманка;
- ✓ грибки – збудники покардіозу, кокцидіоідомікозу, гістоплазмозу.

Під дією збудників у людини виникають інфекційні захворювання (табл. 2.5).

**Таблиця 2.5.** Характеристика інфекційних захворювань

Найменування захворювань	Способи передачі інфекції	Середній прихований період, діб	Тривалі втрати працездатності, діб
1	2	3	4
Чума	Повітрокрапельний від хворих людей на легені; через укуси бліх, від хворих гризунів	3	7–14
Сибірська виразка	Контакт з хворими тваринами, їхньою шерстю, шкурами; вживання зараженого м'яса; вдихання інфікованого пилу	2–3	7–14
Сап	Те саме	3	20–30
Туляремія	Вдихання інфікованого пилу; контакт з хворими гризунами; вживання інфікованої води	3–6	40–60
Холера	Вживання зараженої води, харчів	3	5–30
Меліоїдоз	Вживання води, харчів, інфікованих хворими тваринами; через ураження шкірного покриву	1–5	4–20
Жовта лихоманка	Через укуси комарів, від хворих людей, тварин	4–6	10–14
Натуральна віспа	Повітрокрапельним шляхом; через інфіковані предмети	12	12–24
Висипний тиф	Через укуси вошей-переносників (від хворих людей)	10–14	60–90
Плямиста лихоманка Скелястих гір	Через укуси кліщів-переносників (від хворих гризунів)	4–8	90–180

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4
Бластомікоз	Вдихання інфікованого парами грибка пилу; через уражені шкірні покриви в разі контакту з інфікованими спорами ґрунту, рослинами	Кілька тижнів	Кілька місяців
Ботулізм	Вживання харчів, які мають токсини	0,5–1,5	40–80

Хімічно активні отруйні речовини можуть проникати в організм через органи дихання, поранені слизові оболонки і шкірні покриви. Під час вживання зараженої їжі і води проникнення отруйних речовин здійснюється через шлунково-кишковий тракт.

Потрапляючи в організм, хімічно активні отруйні речовини нервово-паралітичної дії уражують нервову систему. У разі інгаляційного ураження в легкому ступені спостерігається погіршення зору, важкість подиху, підсилюється виділення слини і слизу з носа. Ці явища супроводжуються сильними головними болями і можуть тривати до трьох діб. У разі смертельних концентрацій смерть настає від паралічу дихання і серця. У разі дії через шкіру такі самі симптоми виявляються від кількох хвилин до кількох годин.

Отруйні речовини шкірноаривної дії викликають ураження слизових оболонок очей, носоглотки і верхніх дихальних шляхів. Ураження шкіри починається з почервоніння, що виявляється через 2–6 годин після впливу. Через добу на місці почервоніння утворюються дрібні пухирі. Через 2–3 доби пухирі лопаються і утворюється незагойна виразка на 20–30 діб. У важких випадках розвивається запалення легенів, смерть настає на 3–4 день від задухи.

Отруйні речовини загальноотруйної дії, потрапляючи в організм, порушують передачу кисню з крові до тканин. У разі ураження з'являється неприємний присмак металу і печія в роті, оніміння кінчика язика, подразнення в горлі, слабкість і запаморочення. Уражений непритомніє і починається приступ судом, за яких настає параліч і зупинка дихання.

Отруйні речовини задушливої дії уражують організм під час вдихання його парів, відбувається подразнення слизової оболонки очей, слезотеча, легке запаморочення, загальна слабкість, кашель. Після ви-

ходу із зараженої атмосфери ці явища минають і впродовж 4–5 годин уражена людина перебуває в стані уявного благополуччя. Потім, унаслідок набряку легенів, настає різке погіршення стану, температура тіла піднімається до 38–39 °С. Набряк легенів триває кілька діб і зазвичай закінчується смертю.

Отруйні речовини психохімічної дії уражують організм під час вдихання зараженого повітря і використання зараженої їжі і води. Дія починає виявлятися через 0,5–3 години. За дії малих концентрацій настає сонливість, великих концентрацій – прискорене серцебиття, сухість шкіри і сухість у роті. У наступні 8 годин настає заціпеніння і загальмованість мови. Через 2–3 доби починається поступове повернення до нормального стану.

Отруйні речовини подразнювальної дії викликають подразнення очей та органів дихання. Ознаки ураження: пекуча біль в очах і грудях, сильна слезотеча, мимовільне змикання повік, чхання, кашель і біль у грудях. Симптоми тривають 1–3 години.

## 2.5. Види професійних характерних захворювань на нафтопереробних і хімічних підприємствах

На вітчизняних нафтопереробних і хімічних підприємствах температура може коливатися від –10 °С до +40 °С. Специфіка нафтопереробних підприємств визначає постійний контакт людини з різними токсичними речовинами та водою. Зазвичай в атмосфері виробничих приміщень вміст токсичних речовин незначний, але тривала їх дія може негативно вплинути на людей. Під час переробки нафти висока токсичність газовиділень зумовлює велику небезпеку професійних отруєнь. Більшість отруєнь відбувається майже в усіх випадках у вигляді сірководневої офтальмії. Найменшим вмістом сірчистих з'єднань вирізняються бензинові дистилати нафти. У дистилатах, отриманих під час переробки нафти поверхневішого залягання, вміст усіх фракцій сірки, за винятком залишкової, вищий. Таким чином, розподіл загальної сірки за окремими її фракціями неоднаковий у різних видах нафти. У разі робіт на відкритому повітрі, наприклад ремонт газопроводів, пуск газомоторів та інше, ризик отруєння незначний, але захворювання протікають у складніших формах порівняно з отруєннями, отриманими у закритих приміщеннях. Більш як половина професійних отруєнь спричинена роботою персоналу в газонебезпечних місцях без протигазів.

Під час роботи з розчинами кислот, лугів і сильних окислювачів існує ймовірність прямого потрапляння їх на спецодяг і, можливо, на шкіру людини, що призводить до серйозних наслідків. Розчинені у воді або у жирах реакційноздатні речовини (сильні кислоти, луги, солі важких металів, хлор) спричиняють місцеву дію безпосередньо у точці прикладання – на шкірі, слизовій оболонці очей, верхніх дихальних шляхах. Загальні зміни (лейкоцитоз і лихоманка в разі хімічних опіків, аноксія під час набряку легень) потрібно розглядати як результат опосередкованих реакцій.

Токсична дія органічних розчинників здебільшого визначається їхніми фізико-хімічними властивостями. Речовини, які мають високу розчинність у жирах, можуть викликати функціональні порушення нервової системи. Усі розчинники також мають подразнювальну дію на слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів. У виробничих умовах органічні розчинники можуть спричинити ураження шкіри. Один з видів специфічної дії органічних розчинників – їхня дія на систему крові.

До органічних розчинників, які можуть у деяких промислових умовах викликати ураження кістково-мозкового кровотворення з розвиненням гіпопластичного стану, належать деякі представники ароматичних вуглеводнів, серед яких провідне місце посідає бензол. Під час його дії зменшується кількість стовбурових клітин, суттєво скорочується кровотворення. На відміну від бензолу толуол не викликає такої глибокої та вираженої депресії, йому властива лише ізольована еритроцитопенія.

Умови праці також сприяють виникненню шкірногнійних захворювань. Охолодження та змокнення сприяють порушенню цілісності шкірного епідермісу з можливістю подальшого інфікування біогенними мікробами. Механічні травми також можуть створювати ґрунт для гнійних захворювань.

Аналіз лікарняних бюлетенів за дворічний період засвідчив, що найбільш незахищені органи людського організму – шкіра, очі, дихальні шляхи. На рівень захворюваності впливає характер роботи, час перебування в агресивному середовищі, стать і вік людини та навіть кліматичні умови. Цю інформацію наведено в **табл. 2.6**.

На нафтопереробних підприємствах тяжкі наслідки мають захворювання шкіри, дихальних шляхів, нервової системи, очей і підшкірної клітковини, що становлять серйозну небезпеку для життя. На цих роботах характерні хвороби органів травлення, серцево-судинні

захворювання. Для уникнення або хоча б зменшення дії на персонал шкідливих виробничих факторів треба використовувати спеціальні засоби колективного та індивідуального захисту.

**Таблиця 2.6.** Імовірність виникнення професійних захворювань

Уражені ділянки організму	Кількість на 100 осіб	Вік працівників
Нервова система	10	20–40
Шкіра	20–30	40–60
Кров	5–10	20–40
Дихальні шляхи	20–25	40–60

## 2.6. Види професійних захворювань у шахтарів на вугільних шахтах

У вугільних шахтах виробничий персонал працює в умовах підвищених температур і температурних перепадів, з постійним контактом з водою, олією, водоолійними емульсіями, капежу, струменів шахтної води та запиленою атмосферою. Повітряна атмосфера насичена аерозолями, які містять дрібнодисперсний вугільний і породний пил. Умови праці за обмеженого робочого простору зумовлюють роботу в змушеній позі (лежачи, зігнувшись), тертя об гострі грані вугілля і породи, що сприяє виникненню ризику мікротравм шкіряних покривів тіла. Упродовж робочого часу виникають суттєві статичні і динамічні навантаження – працівники переносять тягар до 50 кг на великій відстані до 100 м.

Аналіз захворюваності виявив, що близько 60 % становлять захворювання верхніх дихальних шляхів. Під час роботи в малопотужних пластах та обводнених шахтах рівні захворювань гострими респіраторними запаленнями в 1,6, фарингітами і ангінами в 1,73, пневмокозіозами в 1,8 разів вищі, ніж у середньому в галузі. Динаміка росту захворюваності пов'язана з температурами та швидкістю руху повітря, яке в таких виробітках значно зростає, та постійним контактом з водою. Це зумовлює підвищені вимоги до теплозахисних і водозахисних властивостей шахтарського захисного одягу.

Під час роботи з опорою на коліна та лікті, які мають суглоби малої потужності внаслідок тиску і систематичного ушкодження, розвивають-

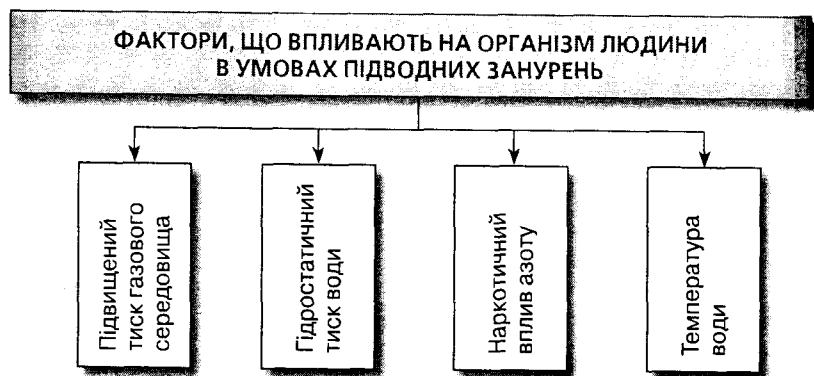
ся хронічні бурсити. Бурсит – це запалення сумок суглобів (бурс), наповнених слизуватою рідиною. Такі захворювання людей віком 25–40 років призводять до тривалої втрати працездатності, у похилому віці сприяють розвитку хронічних захворювань і виникненню інвалідності.

Тривале перебування працівників у приміщеннях з пилом, який містить діоксид кремнію, з вугільним пилом, пилом металів та їхніх оксидів, пилом від мінеральних та органічних волокон викликає пневмокніози, пов'язані з туберкульозом. Тривалі роботи у приміщеннях з волокнистим рослинним пилом призводять до емфіземо-бронхітів.

Найпоширеніші захворювання серед шахтарів – хвороби дихальних шляхів, легенів, органів травлення, остеохондроз і радикуліт.

### 2.7. Особливості реакції організму людини на перебування у водному середовищі

Вода має певні фізичні, відмінні від повітря властивості, тому під час занурення відбуваються особливі реакції організму людини. Вивчення цих особливостей важливі для збереження здоров'я людини. Низка факторів негативно впливає на функціонування організму людини та її психічне здоров'я в умовах тривалого перебування під водою. Виокремлено основні захворювання та травми, що виникають під час дії цих факторів на організм. Класифікацію факторів, що впливають на організм людини в умовах підводних занурень, наведено на **рис. 2.4**.



**Рис. 2.4.** Класифікація негативних факторів

Розглянемо вплив кожного фактора на організм людини.

**Вплив підвищеного тиску повітряного середовища.** Під водою людина перебуває під підвищеним тиском. У тканинах тіла людини рідина становить від 60 до 90 %, за підвищення тиску вода, як і будь-яка рідина, не стискується. Однак в організмі існують повітряні порожнини, стиск і розширення яких призведе до зсуву і деформації стінок судин.

Під час спуску під воду та підвищення навколишнього тиску через порожнини надходить додаткова кількість повітря. Якщо вони мають недостатню пропускну здатність, людина відчуватиме хворобливі відчуття. Основну роль тут відіграє не величина зовнішнього тиску, а швидкість його зміни, що створює перепад тисків.

Найнебезпечнішою є порожнина середнього вуха. За різкого перепаду тиску між зовнішнім і тиском у порожнині з'являються болючі відчуття, що призводить до розриву барабанної перетинки, легневих судин чи плеври, тому швидкість спуску обмежена зазвичай швидкістю вирівнювання тиску в порожнині середнього вуха і навколишньому середовищі.

**Вплив гідростатичного тиску води.** Гідростатичний тиск на верхній частині тіла завжди менший, ніж на нижній. Ця різниця не залежить від глибини занурення, а тільки від зросту підводника і становить 1,47–1,96 кПа. Такий перепад тиску погіршує кровопостачання в організмі людини.

**Вплив азоту на організм.** Азот і кисень є основними компонентами повітряного середовища. В організмі азот міститься в розчиненому стані в кількості близько одного літра і за нормального тиску жодного шкідливого впливу не чинить. Під час перебування людини під підвищеним тиском азот наркотично впливає на організм.

**Вплив температури.** Організм людини підтримує температуру тіла постійною, відмінною від температури зовнішнього середовища, на що витрачається певна енергія. Сталість температури підтримується за умов двох постійно діючих процесів: утворення тепла всередині організму (хімічна терморегуляція) і віддачі тепла тілом у зовнішнє середовище (фізична терморегуляція), що відбувається з видихуванням повітрям і тепловіддачею через шкіру в зовнішнє середовище.

У звичайних умовах втрата тепла з видихуванням повітрям становить 5–6 % загальних тепловтрат організму. За підвищеного тиску, поряд

зі збільшенням втрат зі шкірного покриву, збільшуються тепловтрати з дихальних шляхів і легень. Охолоджене щільне повітря, маючи підвищену теплоємність, глибоко проникає в дихальні шляхи і відбирає набагато більше тепла, ніж за нормального тиску.

Реакцією організму на охолодження є звуження шкірних судин. Внаслідок цього знижується температура шкіри і, отже, віддача тепла зі шкірного покриву в навколишнє середовище. Ця реакція в різних частинах тіла неоднакова. Найчутливіші до дії холоду судини кінцівок. Судини тулуба звужуються меншою мірою, і тому з тулуба втрачається більше тепла. Судини голови практично не звужуються, і відносна втрата тепла тут найбільша.

У водному середовищі втрати тепла з поверхні тіла збільшуються через вищу теплопровідність (у 25 разів) і теплоємність (у 4 рази) води порівняно з повітрям.

Суттєво впливає на здоров'я людини процес занурення у воду. Тривалість цього процесу незначна і тому організм не має достатньо часу на адаптування до нових умов. Умови спуску впливають на різні органи та системи організму, їхню класифікацію наведено на **рис. 2.5**.



**Рис. 2.5.** Класифікація систем ризику

Розглянемо негативні впливи і ризики, пов'язані із зануренням і тривалим перебуванням під водою.

Під час спусків в умовах підвищеної температури води, наприклад на малих глибинах у країнах жаркого клімату, може настати перегрівання внаслідок порушення теплового балансу організму.

За температури повітря 34–35 °С тепловіддача організму за рахунок конвекції і випромінювання припиняється. Якщо підвищення шкірної температури, виділення поту і тахікардія (пульс 140–180 ударів на хвилину) не зупиняють процес накопичування тепла в організмі, температура тіла підвищується до 39–40 °С, у людини з'являється жар, головний біль, запаморочення, нудота, блювота. Далі можуть настати тепловий удар із втратою свідомості чи серцево-судинні порушення.

Центральна нервова система найбільш чутлива до впливу несприятливих факторів під час спусків. Найнесприятливішим для центральної нервової системи є наркотична дія азоту. Зміна видимості і чутності під водою призводить до сильного напруження цієї системи і передчасної її перевтоми. Підвищена втрата тепла порушує теплову рівновагу в організмі і зумовлює перенапруження системи терморегуляції, керованої центральною нервовою системою.

За зміни щільності навколишнього середовища суттєво збільшується навантаження на дихальну мускулатуру, що призводить до її стомлення і підвищує навантаження на дихальний центр.

Під час перебування людини в стані спокою під підвищеним повітряним тиском частота пульсу й артеріальний тиск зменшуються. Нерівномірність гідростатичного тиску, що діє на людину під водою, призводить до збільшення опору припливу крові в нижніх кінцівках. Тому до ніг надходить менше крові, ніж до верхніх частин тіла. У результаті ноги швидко охолоджуються, з'являється відчуття загальної втоми.

Під водою травлення відбувається менш інтенсивно, ніж на поверхні за нормального тиску. Пригнічення рухової функції шлунка і кишечника затримує в них їжу набагато довше. Під час спусків під воду після прийняття їжі може з'явитися блювота, зумовлена обтисненням переповненого їжею шлунка.

Під час перебування людини під підвищеним тиском функції ока зазвичай не порушуються. Видимість предметів погіршується мірою збільшення глибини через зниження природного освітлення.

Порушення нормальної гостроти зору у воді відбувається внаслідок того, що коефіцієнт заломлення світлових променів у воді (1,33–1,4) практично дорівнює коефіцієнту заломлення роговki ока. Через це вона втрачає у воді свою заломлювальну силу щодо повітряного середовища, у якого коефіцієнт заломлення дорівнює одиниці. Заломлювальна сила роговki зберігається, якщо між нею і водою є повітряний прошарок. Тому через скло маски предмети у воді

сприймаються так само, як з повітряного середовища зверху через поверхню води. Однак наявність повітряного прошарку призводить до перекрученого уявлення про місце розташування і розмір предметів, що перебувають у воді. Завдяки заломленню на межі середовищ вода-повітря предмети сприймаються збільшеними в розмірах і зміщеними зі своїх реальних місць.

У повітряному середовищі звук поширюється зі швидкістю 340 м/с, у водному середовищі – із середньою швидкістю 1500 м/с, тобто майже в п'ятеро швидше, ніж у повітрі.

Така висока звукопровідність під водою позбавляє людину орієнтування, з якого боку міститься джерело звуку. Мала відстань між вухами і велика швидкість поширення звуку зумовлюють сприймання сигналів майже одночасно обома вухами. Навіть за тривалого тренування не всім вдається правильно визначити напрямок джерела звуку.

За допомогою нервових закінчень на шкірі людина сприймає тепло, холод, біль і дотик. Під водою в роздягненої людини чутливість до дотиків сильно знижується, до болю – зникає майже зовсім, а до тепла і холоду тривалий час не змінюється.

Притуплення болючої чутливості дуже небезпечно для людей – вони можуть не відчувати поранення рук, тулуба, голови й інших частин тіла і втратити багато крові.

Спуск під воду та віддалення від берега завжди пов'язані з певним ризиком. Не кожна людина, підготовлена фізично, може виконувати підводні роботи. Тому поряд з фізичною підготовкою не менш важлива психологічна підготовка працівників.

Вирізняють три стресові реакції людини, небезпечні для її життя:

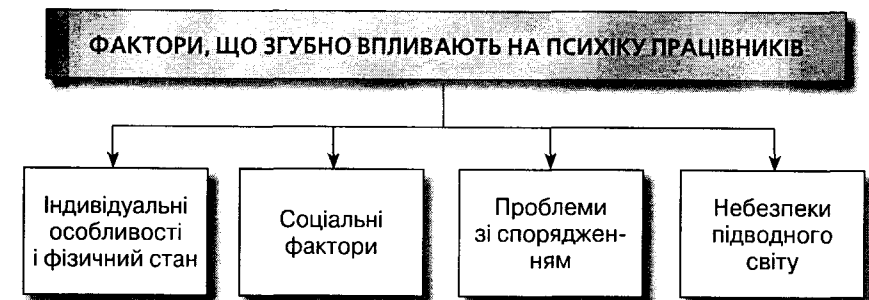
- ✓ паніка – найбільш розповсюджена психічна реакція;
- ✓ втома – як фізична реакція на стрес;
- ✓ раптовий смертельний синдром – стресова реакція серця.

Паніка – неадекватна реакція на реальну чи уявну загрозу, за якої втрачається контроль над власною поведінкою і здатність логічно мислити. Паніку можна придушити силою волі, інтелектом і самовладанням. Знання і практичний досвід відіграють важливу роль, додаючи впевненість у собі і підказуючи вихід з будь-якої, навіть безнадійної ситуації.

Втома виникає через деякий часовий інтервал, тривалість якого цілковито залежить від фізичної підготовки людини, її спорядження, а також від особливостей навколишнього середовища.

Зупинка серця під впливом стресу загрожує передусім людям з різними серцевими захворюваннями. У стресовій ситуації під водою порушення центральної нервової системи і великий викид адреналіну в кров стимулюють роботу серця і підсилюють подих. Людина почуває сильне серцебиття, дихає часто і безсистемно – внаслідок цього починає задихатися і відчувати брак повітря, слабке серце може не витримати перевантаження і зупинитися. Таким чином, паніка призводить до нещастя не тільки через втрату самоконтролю, а й внаслідок фізіологічних змін в організмі. Не випадково вона найчастіше стає причиною смерті працівників (близько 80 % загиблих під водою).

Фактори, що негативно впливають на психіку, можна поділити на чотири основні групи, інформацію про які наведено на **рис. 2.6**.



**Рис. 2.6.** Класифікація факторів психологічного ризику

Якість і надійність захисного одягу та засобів захисту органів дихання підвищують впевненість працівників і зменшують психологічне навантаження на людину.

Вплив фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних факторів у значеннях, що перевищують допустимі, може призводити до виникнення захворювань і травм.

За захворювання і травми поділяють на специфічні і неспецифічні. Класифікацію захворювань і травм наведено на **рис. 2.7**.

До специфічних належать захворювання і травми, що виникають внаслідок безпосереднього впливу на організм факторів водного середовища. До неспецифічних належать захворювання і травми, що виникають опосередковано під впливом різних несприятливих факторів водного зовнішнього середовища.

Особливу групу становлять захворювання, що розвиваються мірою збільшення часу перебування працівника під впливом систематичного впливу несприятливих факторів. До цих захворювань передусім належать хронічна декомпресійна хвороба, головним проявом якої є асептичний некроз (омертвіння) ділянок кісток, а також захворювання, пов'язані з ураженням серцево-судинної і нервової системи (гіпертонічна хвороба, атеросклероз, міокардіодистрофія, радикуліт і ін.).

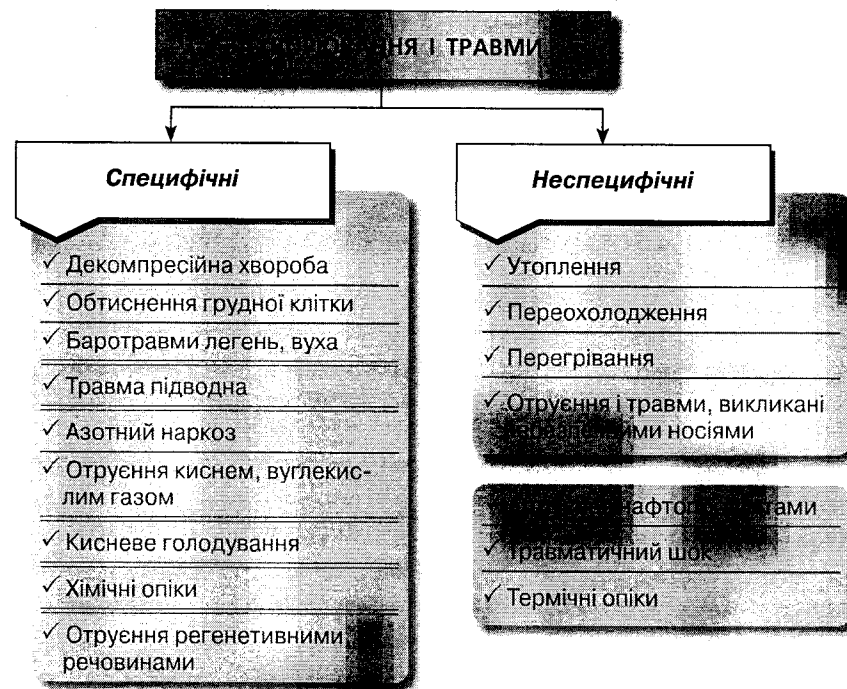


Рис. 2.7. Класифікація професійних захворювань і отруєнь у водному середовищі

### Висновки

1. В Україні у 2001–2007 рр. зареєстровано високий рівень професійних захворювань і отруєнь. Найвищий рівень професійних захворювань спостерігається у вугільній, металургійній, машинобудівній, хімічній галузях і будівництві.

2. За наявного рівня охорони праці умови праці не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам щодо гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин (пил, аерозолі, загазованість, кислоти та луги, сира нафта та продукти нафтопереробки, органічні розчинники) та гранично допустимих рівнів шкідливих і небезпечних факторів (шум, вібрації, рівні іонізуючого випромінювання, напруга зовнішніх електричних і магнітних полів).
3. Аналіз статистичної інформації щодо рівнів професійних захворювань і професійних отруєнь виявив, що навіть один шкідливий фактор впливає негативно на групу органів людини, наприклад, промисловий пил спричиняє захворювання очей, дихальної системи, шлунка, шкіри.
4. В умовах роботи в агресивному виробничому середовищі ступінь професійної захворюваності змінюється в широкому діапазоні – від легкої недуги до летального результату (раптової смерті). Ступінь порушення здоров'я працівників залежить від рівня і тривалості дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів, а також від віку та статі персоналу.
5. Шкідливі фактори впливають на всі органи людини. Для локалізації негативного впливу необхідно передбачити комплексні заходи, які забезпечують охорону здоров'я працівників, створення комплектів ЗІЗ за диференційно-модульним принципом, тобто одночасний захист всієї людини – очей, органів дихання та слуху, рук, ніг, шкіри, голови – відповідними засобами.

### Контрольні запитання до розділу 2

1. Охарактеризуйте шкали небезпек опромінення іонізуючим випромінюванням.
2. Яка залежність видів захворювань від типу та дози іонізуючого випромінювання?
3. Назвіть першочерговість ураження органів людини від дії іонізуючого випромінювання.
4. Вкажіть види масового ураження людей інфекційними захворюваннями, зумовленими біологічним забрудненням середовища.
5. Які наслідки використання сильнодіючих хімічних речовин?
6. Які фактори впливають на ступінь ризику виникнення професійних захворювань та отруєнь?

7. Назвіть види захворювань, характерні для виробничого персоналу нафтопереробних і хімічних підприємств.
8. Які ступені ризику виникнення профзахворювань і профотруєння від впливу шкідливих речовин на різних ділянках нафтопереробних підприємств?
9. Вкажіть види професійних захворювань, характерні для роботи в шахтах на різних ділянках.
10. Які особливості поведінки виробничого персоналу в технологічно чистих приміщеннях?
11. Вкажіть види працівників у технологічно чистих приміщеннях.
12. Назвіть види захворювань, які виникають під час виконання рятувальних робіт у акваторії.
13. Які основні фактори, що сприяють виникненню травм і захворювань у рятувальників під час виконання професійних обов'язків?

## Розділ

# Матеріали для засобів індивідуального захисту

### Ключові терміни

Товщина матеріалу	Поліетилен
Поверхнева густина	Поліуретанове волокно
Розривне навантаження	Матеріали з покриттям
Стійкість до стирання	Пластикат
Гігроскопічність	Неткані матеріали
Водопоглинання	Захисні просочення
Жорсткість	Вуглецеві волокна
Полімерні матеріали	Вуглецево-волокнисті матеріали
Поліефірні полімери	Фільтрувальні матеріали
Поліпропілен	Неопрен
Полівінілхлорид	
Поліуретан	



### 3.1. Вимоги до матеріалів

Розробляти захисні засоби неможливо у відриві від матеріалу відповідного призначення. До матеріалу висувають обов'язкові вимоги, пов'язані з його захисними, фізико-механічними й експлуатаційними властивостями. До кожного виду захисних засобів підбирають матеріали, що мають високі захисні властивості.

Тканини і матеріали, що використовуються для ЗІЗ, повинні відповідати умовам виробництва і бути конкурентоспроможними на світовому ринку. Це одне з головних завдань усіх підприємств, що розробляють і випускають матеріали для захисних засобів.

За останні роки відчутно підвищилися вимоги споживачів до захисних і експлуатаційних властивостей матеріалів, як наслідок, зріс інтерес до розширення, розробки і випуску асортименту тканин і у вітчизняних виробників, і на багатьох закордонних фірмах. У наступних розділах розглянуто основні різновиди сучасних спеціальних захисних матеріалів.

Для захисту від механічного впливу рекомендують матеріали з високими експлуатаційними та фізико-механічними показниками: стійкість до зношування, міцність до розривання, роздирання та ін. Разовий захисний одяг не призначений для багаторазового використання, тому фізико-механічні характеристики захисного матеріалу відрізняються від характеристик матеріалів багаторазового використання.

Для захисту від радіонуклідного та промислового пилу матеріал і з'єднання деталей одягу повинні забезпечити повну ізоляцію людини від шкідливого впливу пилу, який може містити радіонукліди. Для захисту від нафти, токсичних речовин та органічних розчинників матеріал повинен бути хімічно неактивним до цих речовин. Хімічні реакції мають відбуватися на поверхні матеріалу, не створюючи механічних ушкоджень тканини і швів. Для захисту від хімічних речовин, які мають достатньо широкий діапазон, для кожного матеріалу визначають перелік хімічних речовин та їхню концентрацію.

Рационально використовувати матеріали для виготовлення спеціального одягу можливо, лише маючи повне уявлення про властивості матеріалів та їхні характеристики: фізико-механічні, температурні та інші, а також про специфічні захисні властивості. Чисельні значення характеристик матеріалів визначаються їхнім волокнистим складом, будовою, а також особливостями обробки.

Товщиною матеріалу називають відстань між ділянками, що найбільш виступають з лицьового і виворотного боків. Цей параметр суттєво впливає на теплозахисні властивості одягу, фізико-механічні характеристики, конструкцію виробу, зумовлює висоту настилу під час розкroювання.

Поверхнева густина (щільність) характеризує вагу одиниці площі. Зростання чисельного значення цього показника призводить до збільшення фізико-механічних параметрів і зменшення повітропроникності матеріалів. Водночас збільшується вага виробу, ускладнюється технологія виготовлення (важче здійснювати настилення матеріалів під час розкroювання та з'єднання деталей виробу).

Міцність на розрив під час розривання та роздирання – основні фізико-механічні показники у виготовленні матеріалів для захисного одягу. Велике чисельне значення цього показника (вище 180Н) свідчить про високу якість матеріалу, його гарні експлуатаційні властивості.

Стійкість до стирання у разі багаторазових згинань характеризує механічну міцність полімерних і латексних матеріалів, які використовуються для виготовлення спеціального захисного одягу та засобів захисту рук. Це досить суттєвий показник в оцінюванні фізико-механічних характеристик матеріалів.

Гіроскопічність, водопоглинання, паро- і повітропроникність характеризують гігієнічні властивості матеріалів, тобто такі властивості, від яких залежать самопочуття людини та її працездатність.

Гіроскопічність – властивість матеріалу змінювати свою вологість залежно від вологості і температури навколишнього середовища. Водопоглинання характеризує здатність матеріалу, повністю зануреного у воду, поглинати вологу.

Жорсткість – показник, що характеризує пружні властивості матеріалів. Під жорсткістю матеріалу розуміють його здатність опиратися зміні форми під час дії зовнішніх сил.

Вибір матеріалу здійснюють з урахуванням таких чинників:

- ✓ **фізико-механічних:** розривне навантаження, подовження під час розривання; міцність до розривання; роздиральне навантаження, міцність до роздирання, опір роздиранню, стійкість до стирання та розтріскування за багаторазових згинань, стійкість до проколу, усадка під час прання;
- ✓ **температурних:** діапазон температур, для якого призначена експлуатація одягу, максимальна та мінімальна температури, за яких матеріал не втрачає своїх властивостей;

- ✓ **вогнезахисних:** вогнестійкість;
- ✓ **електричних:** поверхневий електричний опір; діелектрична постійна, тангенс кута діелектричних витрат за частоти 106 Гц, діелектрична проникність за частоти 106 Гц, електрична міцність;
- ✓ **гігієнічних:** пилопроникність (розмір частинок, концентрація, потік проникнення), повітропроникність, паропроникність, теплопровідність, проникність водяних парів, жорсткість, гігроскопічність, біологічна інертність;
- ✓ **стійкість до агресивних речовин:** пил, вода, луги, кислоти, вода, нафта та нафтопродукти, органічні розчинники. Для захисту від води визначають показники: водопоглинання; водотривкість; водонепроникність. Для захисту від кислот визначають кислотопроникність, кислотостійкість, концентрацію та перелік кислот, наприклад, сірчана – 93 %, соляна – 37 %, азотна – 50 %, фосфорна – 50 %, оцтова – 30–50 %, мурашина – 30–50 %. Для захисту від лугів визначають стійкість до лугів та їхню концентрацію: наприклад, гідроокис натрію, калію 40 %, гіпохлорит натрію (12 % хлору), гідроокис амонію (30 %). Аналогічно визначають захисні властивості для органічних розчинників, таких як бензол, толуол, диметилформамід, етиленгліколь, гліцерин, н-гептан, гексан, гідразин;
- ✓ **методи очищення від забруднення:** прання, дезактивація, дегазація.

Матеріал, що контактує зі шкірою, повинен бути гладким і не містити речовин, що викликають подразнення або алергію.

Традиційно на вітчизняних підприємствах для виготовлення робочого одягу використовували спеціальні матеріали – здебільшого комбіновані тканини (бавовна/полієфір), брезенти з різними видами спеціальних обробок, які забезпечують захист від механічних ушкоджень, кислот, лугів, органічних речовин, води та олії. Поверхнева густина таких спеціальних тканин коливається від 214 до 600 г/м<sup>2</sup>. Зазвичай тканини для захисного одягу дуже щільні, недостатньо еластичні, мають низьку гігроскопічність. Вологовбирання матеріалів за вологості середовища 65 % і температури 20 °C становить: для поліаміду – 4 %, бавовни – 4–5 %, полієфіру – 2 %, льону – 12 %, віскози – 14 %, вовни – 17–18 %.

Маса захисного костюма, виготовленого з таких спеціальних тканин, коливається від 2 до 12 кг. Тільки носіння такого одягу є само собою

роботою, на яку витрачається чимала частина людської енергії. Крім того, під час виконання робіт з великими фізичними навантаженнями на шкірі виділяється багато тепла, поту та інших шкідливих продуктів. Робочі костюми через низьку гігроскопічність матеріалів не можуть всмоктувати і випаровувати з поверхонь тканин вологу, що призводить до утворення теплового вологого середовища, сприятливого для прискореного розмноження бактерій і грибків. Людина в такому робочому одязі почуває себе некомфортно, швидко стомлюється, що зумовлює зниження продуктивності праці.

Для поліпшення експлуатаційних і гігієнічних властивостей захисних комплектів, які відповідають сучасним умовам праці та вимогам європейських стандартів, потрібно:

- ✓ розглядати верхній захисний одяг у комплексі з натільною білизною як єдину систему: людина – натільна білизна – захисний одяг, засоби захисту органів дихання, рук і ніг, що дає змогу забезпечити необхідний рівень захисту людей;
- ✓ використовувати для виробництва захисного одягу нові матеріали, які мають відповідні захисні, гігієнічні та фізико-механічні параметри, що дає змогу підвищити комфортність виробів;
- ✓ конструювати захисний одяг з урахуванням умов праці на виробництві, ергономіки рухів, ступеня важкості виконання робіт та інших виробничих факторів, що підвищує комфортність одягу і забезпечує відведення поту та інших шкідливих виділень від шкіри людини;
- ✓ розробляти і впроваджувати засоби індивідуального захисту розового використання.

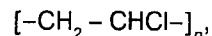
Використовувати бавовняні вироби як натільну білизну для захисних комплектів нерационально в основному через їхню низьку гігроскопічність. Крім того, останнім часом у бавовні, що є в землеробстві монокультурою, містяться мікрочастки пестицидів, які негативно впливають на шкіру людини. Бажано використовувати матеріали на основі льону, наприклад, сировинна композиція, що складається з 50 % модифікованого льоноволокна і 50 % бавовни підвищує гігроскопічність виробу з 4 до 8 %. Крім відмінних фізико-гігієнічних властивостей, вироби з лляного волокна мають низьку специфічних, властивих тільки лляному волокну, такі як сумісність із живими біологічними об'єктами, здатність ефективно забезпечувати теплорегульовальні процеси в організмі, висока фільтрувальна і сорбційна



полімеризації пропілену такі: тиск 10–40 атмосфер і температура – 70 °С, присутність каталітичного комплексу  $AlR_3 + TiCl_3$  у відношенні (3:1) та ретельно висушені пропілен і розчинник. Полімеризацію здійснюють в атмосфері азоту, отримуючи стереорегулярний високомолекулярний поліпропілен. Поліпропілен має високу стійкість до кислот ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ), лугів ( $NaOH$ ,  $KOH$ ), розчинів солей та інших неорганічних агресивних середовищ навіть за високих температур. За звичайної температури поліпропілен ні в чому не розчиняється. За температури більш як 800 °С розчиняється в ароматичних вуглеводнях (бензол), хлорованих парафінах (чотирихлористий вуглець) і таких розчинниках, як гептан, терпентин. Поліпропілен випускається в промисловості у вигляді фарбованих і нефарбованих гранул. Для уникнення деструкції під дією тепла та ультрафіолетового випромінювання в нього додають стабілізатори, такі як сажа, різноманітні алкілфеноли та ароматичні аміни. Поліпропілен переробляють усіма відомими способами: пресуванням, литвом під тиском, екструзією. Для виготовлення виробів з поліпропіленів використовують метод зварювання, намотування, механічну обробку.

### 3.2.3. Полівінілхлориди

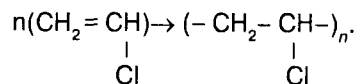
Полівінілхлориди (ПВХ) – карболанцюговий лінійний полімер аморфної структури. Складається з макромолекул хлорвінілу. Елементарною ланкою макромолекул є структурна формула:



де  $n$  – число елементарних ланок, що входить до складу макромолекул і характеризує ступінь полімеризації високомолекулярних з'єднань.

ПВХ білий, кристалічний за нормальної температури (20±5) °С, термопластичний. Молекулярна вага може становити від 30–400 тис. макромолекул.

ПВХ отримують суспензійною або емульсійною полімеризацією вінілхлориду з перекисними ініціаторами (з'єднання азоту).



вініл хлористий

полівінілхлорид

Суспензійна полімеризація протікає таким чином: ініціатори в кількості 0,1–0,5 % додають у мономер, інтенсивно змішують у реакторі під тиском 6–10 атм. за 40–70 °С в присутності дихлоретану, бутілхлориду, полівінілового спирту, бензолу. Ці речовини мають властивість емульгувати мономер і стабілізувати суспензію ПВХ, яка утворилася.

Полімеризація протікає в краплях мономера і супроводжується виділенням тепла (більш як 109 кДж/моль). Заполіаризований продукт треба відфільтрувати, промити, висушити, просіяти. Такий полімер має мінімальну кількість водорозчинних і гідрофільних домішок, що поліпшує його властивості. Для емульсійної полімеризації як ініціатори використовують перекис водню, персульфіти, розчинені у воді. Емульгаторами є поверхнево-активні речовини (аніонні) – натрієві солі, сульфокислоти жирного або ароматичного ряду.

ПВХ розчиняється в дихлоретані, хлорбензолі, нітробензолі, тетрагідрофурані, циклогексані. Найкраще розчиняється в сумішах полярного і неполярного розчинників, наприклад, ацетону і сірководню або ацетону і бензолу.

Властивості ПВХ:

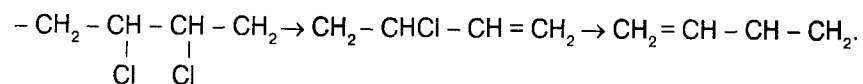
- висока стійкість до кислот неорганічних ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ );
- висока стійкість до лугів ( $NaOH$ );
- температура полімеризації 45–75 °С;
- розкладається за температури 150–180 °С.

Стійкий до дії вологи, розчинів солей  $RCI$ , вуглеводню нафти (і низько-, і висококипячих). Руйнується під впливом тепла, світла, механічних навантажень і хімічних реагентів.

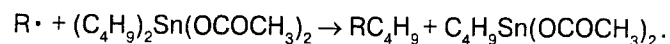
За температури 40–55 °С ПВХ переробляють за безперервними технологіями – каландрової та екструзійної. Під час застосування каландрової технології отримують плівки завтовшки 0,15–0,8 мм, які використовують для виготовлення захисного одягу, рукавичок, взуття (бахили, панчохи). За екструзійної технології отримують плівки завтовшки до 20 мкм, які знайшли широке використання в ламінуванні матеріалів, паперу, пластиків, дерева. Із пластифікованих ПВХ (містить до 40 % пластифікатора) виготовляють гнучкі листи, плівки, фасонні вироби. ПВХ використовують для отримання штучної шкіри. Методом намочання (занурення металевих, скляних або фарфорових форм у ПВХ пасти) виготовляють черевики, чоботи, захисні рукавички. Розчини ПВХ в органічних розчинниках використовують для отримання покриттів.

ПВХ добре змішується з багатьма пластифікаторами, а саме: дибутилфталатом, диоктилфталатом, оксидними рослинними оліями, хлорованими парафінами.

ПВХ за температури вище 140 °С розкладається з виділенням газоподібного хлористого водню. Процес розпаду прискорюється солями, що мають молекули заліза, цинку або міді. У результаті дегідрохлорування з'являються темнозабарвлені продукти, що містять сполучену дію зв'язку



Додавання в ПВХ стабілізаторів, які можуть зв'язувати хлористий водень, що виділяється, а також уповільнювати ланцюгові реакції окислювання і деструкції, дає змогу суттєво збільшити термостабільність полімера. Як стабілізатори використовують з'єднання, такі як стеарати кальцію, кадмію, свинцю, карбонати кальцію та свинцю. Оловоорганічні з'єднання є найефективнішими стабілізаторами. Водночас відбувається механізм реакції з вільним радикалом:

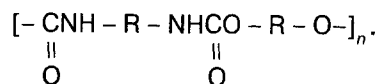


Термостабільність і світлостійкість залежать великою мірою від ступеня чистоти вихідного мономера. Швидкість розпаду ПВХ залежить від концентрації та взаємного розташування в макромолекулах груп атомів. До них належать третинні та четвертинні атоми водню 59, атоми хлору, кисневовмісні групи.

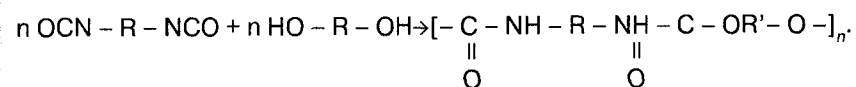
### 3.2.4. Поліуретан

Поліуретани це гетероланцюгові високомолекулярні з'єднання, які мають уретанові групи (-OCO-N), що повторюються. Уретанові групи становлять поліефіри дикарбонінових кислот  $\text{R}(\text{NCOOH})_2$  і гліколів.

Структурна формула:



Синтез поліуретанів підпорядковується процесу поліконденсації діізоціанатів з гліколями. Формула поліконденсації поліуретанів має такий вигляд:



У перебігу реакції молекулярні складники полімера, що утворюється, поступово збільшуються. За своєю будовою поліуретани дуже близькі до поліамідів (оскільки в уретанове угруповання -O-C-N- входить амідна група -C-N-).

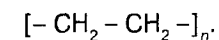
Однак допоміжний атом кисню, що входить в ланцюг, надає гнучкість, і тому поліуретани плавляться за нижчої температури, ніж аналогічні поліаміди.

Діізоціанати мають високу реакційну властивість щодо гліколів, тому дають змогу синтезувати поліуретани в м'яких умовах. Для ізотермічної реакції до гліколя додають діізоціанат і тримають температуру до 200 °С. Лінійні поліуретани мають вищу, ніж поліаміди, стійкість до дії води і окислювачів. Зі зростанням числа  $\text{CH}_2$  груп у ланцюгу поліуретана гігроскопічність знижується, однак одночасно знижується механічна міцність.

Лінійні полімери мають вищу, ніж поліаміди, стійкість до дії води та окислювачів. З ростом числа метилових груп у поліуретановому ланцюгу гігроскопічність знижується, однак одночасно зменшується механічна міцність. Температура плавлення поліуретану нижча, ніж у відповідних поліамідах. Наявність у ланцюгу поліуретанового полімера, ароматичних чи ациклічних ядер підвищує температуру його плавлення.

За діелектричними властивостями, стійкістю до атмосферного впливу і взаємодією з розбавленими мінеральними кислотами поліуретани мають кращі показники, ніж поліаміди.

### 3.2.5. Поліетилен



Отримують методами радикальної полімеризації під тиском або методом полімеризації за невеликого атмосферного тиску. Полімеризацію етилену під тиском приблизно 100 МПа здійснюють за температури 100-300 °С у присутності молекулярного кисню як індикатора (0,05-0,1 %). Як свідчать дослідження, макромолекули поліетилену високого тиску не строго лінійні і містять деяке число бічних відгалужень.

Полімеризація етилену за низького тиску й звичайної температури в присутності триетилалюмінію і чотирихлористого титану, у середовищі неполярних розчинників (бензину), за повної відсутності вологи й кисню дає змогу одержати лінійну будову молекул поліетилену. Матеріал має більшу щільність, вищу кристалічність і температуру плавлення.

За кімнатної температури поліетилен нерозчинний у жодному з розчинників, але за температури вище 70 °C набухає й розчиняється в чотирихлористому вуглеці, трихлоретені, толуолі, ксилолі. Поліетилен має велику хімічну стійкість і водостійкість, високі фізико-механічні і діелектричні показники.

### 3.3. Використання полімерів у виробництві матеріалів

#### 3.3.1. Поліефірні волокна

Поліефірні полімери використовують для отримання поліефірних волокон. Для цього після закінчення реакції поліконденсації розплавлений полімер (у вигляді полімерної крихти) витікає під тиском через щільні отвори екструдера у воду, де формується у вигляді поліефірного волокна.

**Властивості волокон:** поверхнева густина 138 г/м<sup>2</sup>; модуль пружності від 500 до 1600 кг/мм<sup>2</sup>; робоча температура до 175 °C, еластичне волокно до температури 60 °C; стійке до змінання, стирання, дії світла, кислот, окислювачів і відновників, має високі електроізоляційні властивості – поверхневий опір 10<sup>15</sup> Ом, нестійкі до дії гарячих і концентрованих розчинів хімічних речовин; не розчиняються і не усаджуються впродовж хвилини в 90 % фосфорної кислоти за температури кипіння.

Поліефірні волокна використовують як основу для нетканих матеріалів, у суміші з бавовною, вовною та іншими волокнами – для виготовлення тканих матеріалів, виробництва фільтрувальних волокон і технічного матеріалу.

З поліефірних волокон виготовляють ароматизовані поліефірні волокна, негорючі поліефірні волокна, поліефірні волокна з терапевтичним ефектом: антиалергічні, антицелюлітні, протипухлинні та ін.

Для матеріалів, придатних для виготовлення спеціального одягу, поліефірні волокна використовують у вигляді нетканих полотен. Елемен-

тарні структури нетканих полотен скріплені різноманітними засобами. Як основу в нетканих полотнах можна використовувати систему ниток, тканини або трикотажні полотна та їхні різні комбінації. Структурними елементами в нетканого полотна також можуть бути нетекстильні матеріали – сітка чи полімерна плівка. Способи скріплення структурних елементів нетканого полотна: прошивання нитками або волокнами, голкопробивання, зварювання, склеювання та комбінування цих методів між собою. Будови нетканих полотен взагалі визначають способом їх виробництва. Процес отримання нетканих полотен складається з двох етапів:

- ✓ підготовка основи;
- ✓ скріплення основи.

Формування полотна може здійснюватися кількома способами: механічним, аеродинамічним, гідродинамічним, електростатичним. Введення біологічно активного препарату у волокно або нитку може здійснюватися різними способами: додаванням спеціальних добавок у полімер, поверхневою обробкою волокон, створенням бікомпонентних волокон у процесі витягування полімера. Наприклад, використання бактерицидних волокон попереджує розвиток стафілококових і грибкових захворювань шкіри, усуває неприємні запахи поту.

Поліефірні волокна досить широко використовують для виготовлення захисного одягу. За теплопровідністю і змінанням вони подібні до вовни, але втричі перевищують її за міцністю, навіть у мокрому стані поліефірні волокна не втрачають своєї міцності.

Вадами цього волокна є: трудомісткість фарбування дисперсійними фарбниками, яке відбувається в масі за температури 90–100 °C за наявності переносників (О-оксидифеніл) або без них, під тиском 1–2 атм.; жорсткість, що усувається хімічним модифікуванням (додаванням іншого за хімічним складом волокна, наприклад бавовни).

#### 3.3.2. Поліпропіленові волокна

У промисловості поліпропілен використовують у вигляді волокна або плівки. Полімер виготовляють як гранули, які розчиняються, і з розплаву чи розчину формується волокно. Основна сфера застосування поліпропілену – виробництво волокон – і текстильних, і технічних.

**Властивості поліпропіленового волокна:** питомий поверхневий електричний опір 10<sup>9</sup> Ом; поверхнева густина 25–150 г/м<sup>2</sup>; температура

плавлення 160–170 °С; розривне навантаження 30–100 Н; відносне подовження під час розривання 150–200 %.

Вадами цього волокна є його схильність до термоокисної деструкції, а також низька світлостійкість. Великою мірою цього можна уникнути додаванням до полімерів відповідних термічних стабілізаторів. Завдяки своїй хімічній інертності поліпропіленове волокно практично неможливо пофарбувати натуральними барвниками. Це скорочує можливість використання його в текстильній промисловості.

Вироби з поліпропілену відрізняються від інших полімерів стабільністю до стирання, поверхневою твердістю, яка у поліпропілені набагато вища, аніж у поліетилені. Для підвищення морозостійкості й еластичності поліпропілен модифікують іншими олефінами, каучуком або змішують з поліетиленом. Найкращі фізико-механічні та гігієнічні характеристики мають матеріали, виготовлені швидкісним методом спандбондинг – термонагрівання. Матеріали з поліпропіленових волокон доцільно використовувати для захисних костюмів, що застосовуються на виробництвах з низькою концентрацією хімічних речовин.

Нетканий матеріал під брендом COROVIN (виробництво ФРН) виготовлено з надтонких ниток поліпропілену високої щільності методом спандбондинг. Полімерні волокна мають не направлену хаотичну орієнтацію, що забезпечує високі фізико-механічні характеристики в поздовжньому та поперечному напрямках. Поліпропіленові волокна скріплюються разом під дією тепла і тиску без застосування зв'язних хімічних речовин або наповнювачів. Така технологія забезпечує екологічну чистоту матеріалу, допускає контакт зі шкірою людини та продуктами харчування. Матеріали мають невелику питому вагу, зручні в обігу, легко чистяться і витримують до 15 циклів прання без зміни основних властивостей. Прання може відбуватися за температури до 95 °С, сушіння за температури до 100 °С, стерилізування на водяній парі за температури 134 °С. Матеріал COROVIN PP-S спеціально розроблено для виготовлення одягу, має м'яку структуру і легко драпірується. Він має гладку поверхню, непрозорий, легко фарбується пігментними барвниками і не утворює ворсу. Не електризується і має достатню повітропроникність. Може використовуватися для виготовлення захисного одягу в чистих приміщеннях, для медичного персоналу, у харчовій промисловості. COROVIN PP-SPE виготовлено з поліпропіленових волокон, що ламінуються на захисну плівку, вкриту шаром полімерного покриття. Такий матеріал водонепроникний, стійкий до дії хімічних речовин (кислот, лугів і органічних розчинників), токсичного пилу і має підвищені механічні

характеристики. З такого матеріалу можна виготовляти захисний одяг, який використовується в умовах підвищеної хімічної небезпеки – під час роботи з рідкими хімічними речовинами, нафтопродуктами, водою, фарбами та іншими речовинами. Безумовна перевага таких матеріалів – низька собівартість, що зумовлює економічність захисного одягу. У табл. 3.1 наведено основні характеристики матеріалів COROVIN.

Таблиця 3.1. Фізико-механічні характеристики матеріалів COROVIN

№ з/п	Найменування показників	Матеріал COROVIN PP-S				Матеріал COROVIN PP-SPE	
		20	40	60	100	30	60
1	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	20	40	60	100	30	60
2	Розривне навантаження, Н (вздвж/впоперек)	40/20	90/53	130/80	220/145	25/22	80/70
3	Подовження під час розривання, %	2,3	1,2	0,8	0,5	1,0	1,5
4	Повітропроникність, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	300	280	250	200	20	17

### 3.3.3. Матеріали на основі полівінілхлориду

Матеріали, виготовлені на основі ПВХ, називають пластикатами. Виготовлення матеріалів на основі ПВХ пов'язано з певним співвідношенням між ПВХ-гранулами та інгредієнтами, до яких належать стабілізатори, пластифікатори, наповнювачі, речовини для змазування, модифікатори. Властивості матеріалів залежать також від трьох чинників: властивостей початкових реактивів; умов змішування з інгредієнтами; умов каландрування.

Приблизна рецептура ПВХ-пластикату у вагових процентах (%) основної речовини:

- ✓ ПВХ 100 %;
- ✓ стабілізатори 0,5–5,0 %;
- ✓ пластифікатори 5,0–80 %;
- ✓ речовина для змазування 0–2,0 %;
- ✓ наповнювачі та пігменти 0–10 %.

**Властивості ПВХ-пластикату:** поверхнева густина – 110–200 г/м<sup>2</sup>; розривне навантаження – 80–180 Н; відносне подовження під час розривання – 100–400 %; водопоглинання за 24 години – 0,2–0,3 %.

Стабілізатори використовують для запобігання процесу деструкції ПВХ, який супроводжується виділенням газоподібного хлористого водню. Для підвищення стійкості пластикату до дії тепла, світла та кисню в повітрі як стабілізатори використовують солі металів, таких як силікати кальцію та свинцю (CaSiO<sub>3</sub>; PbSiO<sub>3</sub>), стеарати цинку, кадмію та ін.

Пластифікатори необхідні для полегшення формування виробу, підвищення еластичності та гнучкості, поліпшення інших фізико-механічних властивостей, а саме: вогнетривкості; морозостійкості; тривкості до дії ультрафіолетового випромінювання. Для пластифікаторів використовують такі речовини: дібутилфталат, діетилфталат, діоктилфталат, низькомолекулярні поліефіри.

Наповнювачі використовують для поліпшення фізико-механічних властивостей пластикату, а також для зниження його вартості. Наповнювачі поділяють на мінеральні й органічні. Мінеральні наповнювачі – кварцова мука, пил, азбест, скловолокно. Органічні наповнювачі – деревна мука, целюлоза, папір, бавовняні тканини. Речовини для змазування, такі як стеаринова та олеїнова кислоти, запобігають прилипанню матеріалу до обладнання в процесі його перероблення у виріб.

До спеціальних добавок належать речовини, які впливають на електричні параметри пластикату: антипірин, антистатик (поверхнево-активні речовини), електропровідні наповнювачі, такі як сажа, графіт, металеві порошки.

У **табл. 3.2** наведено основні фізико-механічні показники ПВХ-пластикату, який розроблено в НВП "ІКАР" (Київ) і виготовляється на ВАТ "Слов'янський завод "Тореласт" (Слов'янськ Донецької обл.).

**Таблиця 3.2.** Фізико-механічні характеристики пластикату

№ п/п	Найменування показників	Значення показників
1	2	3
1	Розривне навантаження, Н	
	у поздовжньому напрямку	85,0
	у поперечному напрямку	61,0

Продовження **табл. 3.2**

1	2	3
2	Відносне подовження під час розривання, %	
	у поздовжньому напрямку	180
	у поперечному напрямку	160
3	Опір роздиранню, Н	
	✓ пластикат завтовшки до 0,30 мм	12,0
	у поздовжньому напрямку	10,0
	у поперечному напрямку	
	✓ пластикат завтовшки більш як 0,30 мм	14,0
	у поздовжньому напрямку	11,0
	у поперечному напрямку	
4	Жорсткість, сН:	
	✓ пластикат завтовшки до 0,15 мм	4,0
	✓ пластикат завтовшки до 0,20 мм	5,0
	✓ пластикат завтовшки до 0,30 мм	6,0
5	Коефіцієнт дезактивації	20
6	Температура крихкості, °С	Мінус 25
7	Коефіцієнт інтегрального світла проникнення для прозорого, безбарвного пластикату, %	80–85

Матеріали на основі ПВХ мають захисні властивості від β-, α-випромінювання радіонуклідів. У **табл. 3.3** наведено результати експериментальних досліджень поглинальних властивостей матеріалу.

**Таблиця 3.3.** Захисні властивості матеріалу під час α-, β-випромінювання

Назва радіонукліду	Рівень α-випромінювання, імп/с			Рівень β-випромінювання, імп/с		
	Без захисту	1 шар матеріалу	2 шари матеріалу	Без захисту	1 шар матеріалу	2 шари матеріалу
Плутоній 147	600,2	0,03	0	1132,6	0,6	0
Цезій 137	308,0	104,9	52,6	14171,7	6118,7	3316,0
Стронцій 90 + Ітрій 90	58,9	14,3	8,7	2521,1	972,4	520,4



**Модифікатори** – це домішки в ПВХ, які вводяться для поліпшення його властивостей – вогнестійкості, жорсткості, повітропроникності, еластичності.

Для забезпечення властивостей поглинання  $\gamma$ -випромінювання в композицію пластикату додають модифікатори на основі вольфраму (ТУ 25.1-31655768-003-2004). У результаті взаємодії фотонного випромінювання із захисним матеріалом інтенсивність початкового моноенергетичного вузького пучка змінюється за експоненціальним законом

$$I_d = I_0 e^{-\mu d}, \quad (2.1)$$

де  $I_0$  – інтенсивність початкового моноенергетичного вузького пучка, МеВ;

$I_d$  – інтенсивність вузького пучка на глибині  $d$  захисного матеріалу;

$\mu$  – повний лінійний коефіцієнт ослаблення,  $\text{см}^{-1}$ .

Повний лінійний коефіцієнт ослаблення визначає частку фотонного випромінювання, яке поглинається. Наприклад, для матеріалу "Протектор 2000" коефіцієнт лінійного ослаблення  $\gamma$ -випромінювання при енергії до 662 кеВ становить не менш як  $0,52 \text{ см}^{-1}$ .

Матеріал може використовуватися для виготовлення негерметичного одягу (згідно з ДСТУ ISO 8194-2001), що призначений для використання в умовах іонізуючих  $\beta$ -,  $\alpha$ -,  $\gamma$ -випромінювань малих і середніх енергій. Захисний одяг дасть змогу знизити дозові навантаження та збільшити тривалість роботи під час виконання ремонтних, монтажних і дозиметричних робіт.

### 3.3.4. Поліуретанові волокна та покриття

У промисловості з полімера поліуретану виготовляють волокна та покриття.

Поліуретанове волокно є синтетичним волокном, що формується з розчинів або розплавів поліуретану. За механічними властивостями воно подібне до гумових ниток, але стійкіше до шкірного жиру, поту, органічних розчинників.

**Властивості поліуретанових волокон:** поверхнева густина –  $110$ – $170 \text{ г/м}^2$ ; розривне навантаження –  $50$ – $60 \text{ Н}$ ; відносне подовження під час розривання –  $160 \%$ ; водопоглинання за  $24$  години –  $2,5 \%$ . Вади цього волокна – низька стійкість до ультрафіолетового випромінювання та термостійкість.

Полімер поліуретану застосовують для отримання пінопластів, каучуку, клеїв, плівок, антикорозійних покриттів. Найширше застосування отримали матеріали з пінополіуретановим покриттям. Покриття на основі поліуретанів мають високу водостійкість та атмосферостабільність, високі електроізоляційні та теплоізоляційні властивості.

Волокна поліуретану застосовують у виробництві захисного одягу, а також для пошиття спортивного одягу. Захисні костюми з використанням поліуретанових волокон можна використовувати на виробництвах з високою концентрацією пилу та хімічно неактивних речовин.

### 3.3.5. Матеріали з поліетилену

Поліетилен виготовляється у вигляді плівок, які можуть використовуватися окремо або в складі інших матеріалів. Найкращі технічні характеристики має поліетилен низького тиску, виготовлений суспензійним або газофазним методом полімеризації етилену з використанням комплексних металоорганічних каталізаторів. Властивості матеріалу залежать від способу виготовлення та композиції сировини зі стабілізаторами, барвниками та іншими добавками. Для виготовлення поліетилену як сировину використовують суспензійний поліетилен з антикорозійними добавками, світло- та термостабілізаторами, які дають змогу підвищити стійкість до термо- та фотоокисного старіння.

**Властивості поліетиленової плівки:** поверхнева густина –  $40$ – $120 \text{ г/м}^2$ ; розривне навантаження –  $10$ – $24 \text{ Н}$ ; стійкість до багаторазового згинання – більш як  $100$  циклів, електричний поверхневий опір –  $5 \times 10^9$ , відносне подовження за розривання –  $200$ – $400 \%$ ; опір роздиранню –  $26$ – $30 \text{ Н}$ .

Поліетилен є діелектричним матеріалом з відповідними електричними характеристиками:

- ✓ тангенс кута діелектричних витрат за частоти  $106 \text{ Гц}$  –  $0,0002$ – $0,0007$ ;
- ✓ діелектрична проникність за частоти  $106 \text{ Гц}$  –  $2,4$ ;
- ✓ електрична міцність,  $\text{кВ/мм}$  –  $35$ – $40$ .

Поліетилен базових марок і композицій за температури до  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  не виділяє в навколишнє середовище токсичних речовин і не впливає негативно на організм людини. Під час роботи з порошкоподібним поліетиленом необхідно використовувати засоби захисту органів

дихання у вигляді респіраторів. У процесі нагрівання більш як 140 °С відбувається виділення в повітря летких продуктів термоокислювальної деструкції, таких як органічні кислоти, формальдегід, ацетальдегід та оксид вуглецю. За перевищення гранично допустимих значень у повітрі робочої зони продукти термоокислювальної деструкції можуть викликати гострі хронічні отруєння. Поліетилен низького тиску є займистим, вибухонебезпечним матеріалом. Запалювання аерозолію відбувається за температури від 280 °С, температура самозапалювання аерозольної суміші – 340–352 °С, мінімальна енергія запалювання – 5,6 мДж за вмісту кисню в атмосфері більш як 9 %. Переробка поліетилену повинна відбуватися в приміщеннях, обладнаних вентиляцією з кратністю обміну повітря не менш як 8 разів.

На основі поліетилену низького тиску виготовлено матеріали марки ТАЙВЕК® – Тайвек К, Тайкем С, Тайкем F, Тайкем ТК. Нетканый матеріал під брендом Тайвек® зроблено з надтонких ниток поліетилену високої щільності. Тайвек® є легким, міцним до механічних впливів, таких як стирання, розриви, проколи, паропроникним, стійким до проникності води, хімічних реагентів. Крім того, Тайвек® не виділяє волокнистого ворсу, непрозорий і має гладку поверхню.

Відкриття Тайвек® відбулося завдяки Джиму Вайту (Jim White), який 1955 року спостерігав появу білих пушинок поліетилену, що виходять із труби експериментальної установки в лабораторії Дюпон. Після цього було розроблено програму зі створення нового матеріалу, а роком пізніше запатентовано одержання міцної поліетиленової нитки. Відповідна технологія формування нитки з розчину як основи створення нової листової структури матеріалів з'явилася за кілька років. 1959 року засновано підприємство для розробки виробів з матеріалу, зокрема, книжкових обкладинок, різних ярликів і наклейок, одягу. 1965 року запропоновану листову структуру матеріалу зареєстровано під торгівельною назвою Тувек® і у квітні 1967 року було почато його комерційне виробництво.

Матеріал Тайвек® утворюється з безперервних і дуже тонких ниток 100 % поліетилену високої щільності, які довільно розташовуються в усіх напрямках. Після формування розчину поліетиленових ниток вони укладаються на транспортер і надалі скріплюються разом під дією тепла й тиску без застосування зв'язних речовин або наповнювачів. Варіюванням швидкості укладання ниток й умов термоскріплення можна виробляти листовий матеріал з м'якою або твердою структурою для різних потреб ринку.

Ці поліетиленові матеріали вкриті захисною плівкою з герметиком. Матеріали Тайвек® з м'якою структурою було спеціально розроблено для виготовлення одягу, де пластичність має важливе значення. Такі матеріали застосовують для виготовлення захисного одягу разового і обмеженого терміну використання. Матеріали Тайвек® з твердою структурою можуть витиснути традиційний папір завдяки вищій міцності на розшарування і меншій вазі. Цей матеріал ідеальний для конвертів і графічних робіт.

Поліетилен виготовляють за низького тиску швидкісним методом спандбондинг. Ці матеріали надзвичайно міцні, легкі і зручні в обігу. Вони мають повну водонепроникність і водовідштовхувальні властивості. З них можна виготовляти герметичний одяг, вони не викликають неприємних відчуттів, що виникають під час користування прогумованим одягом. Матеріали Тайвек® непридатні для пожежогасіння, але вони відповідають мінімальним вимогам європейських стандартів щодо займистості одягу, який може використовуватися на хімічних, нафтопереробних та інших підприємствах для забезпечення захисту в шкідливих виробничих середовищах. Безумовною перевагою цих матеріалів є низька вартість і економічність у використанні.

Матеріал Тайвек К захищає від частинок дрібнодисперсного пилу (від 2 мкм), крапель води, олії і нафти, різних кислот і лугів (кислоти і луги з концентрацією до 40 %), а також від аналогічних аерозолів. Забезпечує надійний бар'єр від крові та бактерій. Не втрачає своїх властивостей у діапазоні температур мінус 73 °С до плюс 135 °С. Має гладку зовнішню поверхню, що запобігає накопичуванню частинок текстильних тканин, ворсу та інших матеріалів.

Параметри паро- та повітропроникності дають змогу зменшити теплове навантаження і забезпечити тепловий комфорт у роботі в захисному костюмі з цього матеріалу. Одяг, виготовлений з матеріалу Тайвек К, має незначну вагу (до 500 г), достатню механічну міцність, не створює забруднення – не утворює ворсу й пилу. У **табл. 3.4** наведено фізико-механічні характеристики матеріалу Тайвек К.

**Таблиця 3.4.** Фізико-механічні характеристики матеріалу Тайвек К

№ з/п	Найменування показника	Значення показників
1	2	3
1	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	41,0
2	Стійкість до проколювання, Н	10,8

Продовження табл. 3.4

1	2	3
3	Стійкість до стирання	100 циклів
4	Стійкість до розривання, кПа	108
5	Стійкість до трапецієподібного роздирання: вздовж/впоперек, Н	26,1/30,6
6	Повітропроникність, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	20
7	Проникність водяних парів, $\text{г}/\text{м}^2$	1700

**Тайкем С** – матеріал, який розроблено для використання в захисних костюмах з високим ступенем захисту. Структурно він складається з матеріалу Тайвек К як основи та полімерного покриття, що наноситься на поверхню. Це робить матеріал непроникним для частинок наддрібного пилу, порошків, хімічних аерозолів, концентрованих кислот і лугів, а також водяних сольових розчинів. Крім того, він захищає від крові та патогенів, що переносяться з кров'ю. Матеріал витримує тиск водного стовпа до 2 бар. Не втрачає своїх властивостей у діапазоні температур мінус 73 °С до плюс 98 °С. У **табл. 3.5** наведено фізико-механічні характеристики матеріалу Тайкем С.

Таблиця 3.5. Фізико-механічні характеристики матеріалу Тайкем С

№ з/п	Найменування показника	Значення показників
1	Поверхнева густина, $\text{г}/\text{м}^2$	83
2	Стійкість до трапецієподібного роздирання: вздовж/впоперек, Н	37,9/54,5
3	Стійкість до проколювання, Н	22,9
4	Стійкість до розривання, кПа	145
5	Проникність водяних парів, $\text{г}/\text{м}^2$	непроникна
6	Стійкість до стирання	2000 циклів

**Тайкем F** виготовляють ламінуванням матеріалу Тайвек К на бар'єрну плівку, що має полімерне покриття. Поєднання полімерної тканини з полімерним покриттям підвищує захисні властивості і механічну міцність. Матеріал витримує тиск водного стовпа до 5 бар. Тайкем F може застосовуватися для виготовлення захисних костюмів разового та багаторазового використання в умовах хімічного і біологічного забруднення.

Тайкем F забезпечує міцний і надійний бар'єр проти всіх відомих бойових отруйних речовин у рідкій, газоподібній або аерозольній формах упродовж тривалого часу.

Тайкем F пройшов випробування й сертифікацію в престижних "Лабораторіях TNO" у Нідерландах, витримавши всі стандартні випробування згідно з вимогами NATO на захист від хімічної зброї. Крім цього, Тайкем F пройшов випробування за відповідними національними стандартами в Україні. Результати, наведені в **табл. 3.6**, засвідчують, що Тайкем F є одним з найефективніших сучасних матеріалів для захисту від хімічної зброї.

Таблиця 3.6. Захисні властивості матеріалу Тайкем F

Виявлені отруйні речовини	Граничні параметри захисту	
	Час проникнення (год)	Температура
Іприт	>48	37 °С
Люїзит	1,25–1,75	37 °С
Люїзит	>24	30 °С
Vx-гази	>24	26 °С
Суміш (люїзит, іприт 2:1)	>24	37 °С
Зарин	>24	30 °С

Тайкем F забезпечує також повну непроникність для біологічно активних речовин. У **табл. 3.7** наведено фізико-механічні характеристики матеріалу Тайкем F.

Таблиця 3.7. Фізико-механічні характеристики матеріалу Тайкем F

№ з/п	Найменування показника	Значення показників
1	Поверхнева густина, $\text{г}/\text{м}^2$	106,0
2	Стійкість до розривання, кПа	227
3	Стійкість до проколювання, Н	30,9
4	Опір до трапецієподібного роздирання: вздовж/впоперек, Н	37,2/47,5
5	Проникність водяних парів, $\text{г}/\text{м}^2$	непроникна
6	Стійкість до стирання	2000 циклів

Матеріал є придатним для виготовлення захисних костюмів разового або багаторазового застосування в умовах хімічного та біологічного забруднення, мішків для поранених, систем колективного захисту. Костюмам для військового призначення водночас надають властивості захисту від бойових отруйних речовин, біологічної зброї і маскування. Тайкем F пофарбовано з одного боку в салатково-зелений, а з іншого – у білий колір. Тайкем F військового застосування є недорогим матеріалом, тому здебільшого після забруднення його можна піддати утилізації. У разі необхідності дезактивацію можна провести надзвичайно швидко і просто нанесенням стандартних емульсій для хімічної дезактивації. Після дезактивації бар'єрні властивості матеріалу не змінюються. Не рекомендується робити дезактивацію за високих температур, тому що покриття плавиться за температури 95 °C.

**Тайкем ТК** – багатошаровий матеріал, виготовлений під високим тиском із шарів поліетиленових плівок, розділених нетканим матеріалом з поліефірних волокон. Матеріал призначено для виготовлення герметичних захисних костюмів для захисту від газоподібних, рідких і аерозолів хімічних речовин.

### 3.4. Матеріали з полімерним покриттям

Під матеріалами з покриттям розуміють тканини чи неткані матеріали, вкриті (найчастіше з одного боку, рідше – з обох) плівками, що надають тканинам необхідні захисні властивості. Залежно від призначення як основу для матеріалів з покриттям застосовують бавовняні, вовняні, напіввовняні, штапельні, шовкові і синтетичні тканини, а останнім часом і деякі види нетканих матеріалів з бавовняних, штучних і синтетичних волокон. Як покриття використовують різні види гуми з натурального і синтетичного каучуку, ПВХ, поліетилен та інші речовини.

Основне призначення спецодягу з матеріалів з покриттям – захист від агресивних середовищ: кислот, лугів, отруйних речовин, масел, органічних розчинників, нафти, нафтопродуктів, отруйних парів, пилу та інших шкідливих речовин. Вимоги до матеріалів з покриттями визначаються стандартом ГОСТ 12.4.058. Матеріали з покриттям умовно можна поділити на матеріали з гумовим, полімерним і металізованим покриттям.

До матеріалів з покриттям, призначених для виготовлення захисного одягу, висувають різні вимоги. Основні фізико-механічні вимоги: міцність на розривання, опір до стирання, міцність адгезії (прилипання

лицьової плівки до базового матеріалу), відповідність виду і маси компонентів, що утворюють покриття. Крім того, для більшості матеріалів з покриттям лімітуються показники щодо водонепроникності, морозостійкості, теплозахисних властивостей, усадки після замочування та ін.

Паропроникність – одна з головних гігієнічних вимог, особливо до матеріалів з покриттям, тому що за відсутності паропроникності в умовах низьких температур на внутрішньому боці одягу утвориться крижана кірка і теплозахисні властивості такого одягу різко знизяться. Мінімальна паропроникність, за якої не відбувається конденсації пару на внутрішньому боці одягу, – 1,0 мг/(см<sup>2</sup>·год). Вадю матеріалів з покриттям, що практично не пропускають ні води, ні повітря, є також те, що вони не всмоктують і не пропускають водяних парів.

У проектуванні і виготовленні захисного одягу з матеріалів з покриттям потрібно враховувати температурні умови праці, ступінь фізичного навантаження. Регулювання теплообміну під час експлуатації захисного одягу з матеріалів з покриттям досягається через використання навісних кокеток, вентиляційних отворів і збільшення припусків на вільне облягання. Такі конструктивні особливості одягу дають змогу під час руху збільшити надходження холодного повітря під костюм і видалити з-під нього надлишок тепла.

Матеріали з гумовим покриттям, призначені для захисного одягу, використовують в основному для виготовлення плащів-накидок, спеціальних комбінезонів, фартухів. Як основу застосовують бавовняні, вовняні, напіввовняні та інші тканини зі штучних і синтетичних волокон, а для покриття – гумові суміші з натурального і синтетичного каучуку.

Залежно від призначення захисного одягу гумове покриття наносять з одного чи з обох боків. Для нанесення покриття в процесі виробництва використовують тканини і технології, які забезпечує рівномірне, неглибоке просочення гумовою сумішшю всієї поверхні тканини.

Для надання прогумованим тканинам кращих гігієнічних властивостей часто за основу використовують ворсові тканини, на які накладають гумову суміш таким чином, щоб ворс не був цілком закритий. Ці тканини називають ворситами.

Для підвищення стійкості матеріалу до стирання з лицьового боку накладають тонкий шар поліамідної смоли, що утворює захисну плівку. Якщо потрібне повніше просочення матеріалів, замість гумових клеїв використовують латекс.

Технічними вимогами для цієї групи тканин лімітуються: маса сухого залишку гумової плівки на 1 м<sup>2</sup> (110 ± 20 м для тканин зі штучних волокон і 150 ± 20 м для бавовняних тканин); ступінь вулканізації гумової плівки, що характеризується вмістом у ній вільної сірки (не більш як 0,6 %), а також твердість тканини після світлового впливу за температури 90 °С (показник старіння плівки).

Для виготовлення вогнезахисного одягу (для пожежників, робітників гарячих цехів і інших) нині широко використовують матеріали з металізованим покриттям. Це тканини або неткані матеріали, вкриті з одного боку (рідше з обох боків) тонким шаром металу. Як основу застосовують бавовняні, льняні чи вовняні тканини і тканини зі штучних і синтетичних волокон.

Для виготовлення одягу, що захищає від електромагнітного випромінювання та статичних електричних кіл, застосовують матеріали, вкриті сріблом або міддю. Металізований шар наноситься на матеріал-підкладку завтовшки до 0,6 мкм. Як матеріал-підкладку використовують тканини, трикотажні полотна і неткані матеріали з поліамідного волокна. Матеріал, металізований сріблом, має високу електричну провідність, екранізує електромагнітні хвилі з частотою до 200 кГц, надає одягу антибактеріальну дію. Матеріал не втрачає своїх властивостей навіть після 150 циклів прання.

Для захисту від впливу нафти, нафтопродуктів, масел і бензину використовувалася нафтостійка штучна шкіра. Це бавовняна тканина з одnobічним каучуковим покриттям і поліамідною обробкою з лицьового боку. Виготовляють ці матеріали з покриттям різного кольору (чорного, білого, сріблястого та ін.). Матеріали міцні, еластичні, стійкі до дії бруду і нафтопродуктів. Однак у використанні такого матеріалу захисні костюми мають велику вагу (до 4 кг), незадовільний тепловий режим, чималий електричний опір, що підвищує ризик виникнення іскрових розрядів.

Матеріали з ПВХ покриттям – це основа з тканини або нетканого матеріалу, вкрита з одного боку ПВХ пластикатом.

Як основу використовують бавовняні тканини, застосовують також тканини зі штучних і синтетичних волокон, а в деяких випадках навіть трикотажні полотна. Для високоміцних матеріалів з ПВХ покриттям часто використовують капронові тканини і тканини з інших синтетичних волокон, що мають високий опір до стирання і розривання.

Матеріали з ПВХ покриттям мають високу стійкість до впливу води, концентрованих кислот і лугів, масел, нафти і нафтопродуктів. По-

рівняно з прогумованими тканинами матеріали з ПВХ покриттям повільніше старіють, мають кращі фізико-механічні, теплові характеристики, меншу вагу.

Пластикати та матеріали з покриттям в Україні виготовляють на ВАТ "Слов'янський завод "ТОРЕЛАСТ" (Слов'янськ Донецької обл.) та НВП "Ікар" (Київ) (технічні умови – ТУ У 25.2-00300363-014-2003).

Для виготовлення покриття використовують суспензійну ПВХ смолу. Крім ПВХ смоли, пластикат містить пластифікатори, які надають пластикату високої еластичної властивості, м'якості, пружності, знижують точку плавлення і надають пластичність матеріалу за підвищених температур, які необхідно витримувати в процесі технологічної обробки.

У суміш додають наповнювач (поліуретан), що підвищує механічну міцність і хімічну стійкість. Для надання покриттю бажаного кольору додають пігменти, для більшої стійкості покриття до дії зовнішнього середовища в суміш додають стабілізатори (стеарати кальцію, свинцю, цинку) та антистатичні речовини, що знижують електричний поверхневий опір. Крім цих інгредієнтів, також додають пом'якшувачі, які підвищують морозостійкість. Хімічні реакції з кислотами, лугами й органічними розчинниками відбуваються на поверхні полімерного покриття, без проникнення вглиб матеріалу.

Матеріал виготовлено у вигляді двошарового матеріалу, основа з нетканого матеріалу (поліефір і бавовна) або тканого матеріалу та полімерного покриття завтовшки до 0,12–0,15 мм. Спосіб нанесення – вальцево-каландровий, який складається з трьох операцій.

**Перша операція** – полімер ПВХ з компонентами композиції (пластифікатор, стабілізатор, пігменти, змащувальні речовини, антистатик) у змішувачі перемішується впродовж 30–40 хвилин. Порядок додавання компонентів і температурні умови змішування визначаються рецептурою і швидкістю поглинання пластифікатора полімером.

**Друга операція** – за температури 155–185 °С відбувається обробка суміші на фрикційних вальцях, тобто каландрування (із суміші видаляється повітря).

**Третя операція** – на чотиривалковому Г-подібному каландрі, наприклад фірми REPIKE (Франція), відбувається желювання ПВХ суміші, калібрування за товщиною, дублювання з основою, ущільнення, охолодження та розбракування продукції за температури 160–180 °С. Матеріали виготовляють у рулонах, у вигляді полотна, завширшки 135,5 см, завтовшки 0,32 мм. Поверхнева густина 270 г/м<sup>2</sup>.

Штучна шкіра ПВХ (з домішками поліуретану на поліефірній основі) має цілу низку переваг:

- ✓ ПВХ покриття вирізняється повільним проникненням у нього агресивних речовин і тому хімічні реакції між ним і агресивним середовищем відбуваються тільки на поверхні і не викликають суттєвих змін механічних властивостей;
- ✓ завдяки підвищеним якісним показникам, що підтверджено аналізом на повітро- і паропроникність, час перебування в одязі з матеріалу збільшується;
- ✓ невисока питома вага та жорсткість матеріалу забезпечують високі ергономічні показники захисного одягу (вага захисного комплексу – 1200–1600 г);
- ✓ підвищення температури плавлення до 200 °С суттєво збільшує вогнестійкість захисного одягу.

Матеріали з ПВХ покриттям легко чистяться, нафта змивається звичайним мильним розчином. У **табл. 3.8** наведено фізико-механічні характеристики матеріалу з ПВХ покриттям, нормативна документація (НД) на методи випробування і випробувальне обладнання, яким оснащено сучасні сертифіковані випробувальні лабораторії.

**Таблиця 3.8.** Фізико-механічні характеристики матеріалу з ПВХ покриттям

№ з/п	Найменування показника	Фактичне значення показника	НД на метод випробування	Випробувальне обладнання, засіб виміральної техніки
1	2	3	4	5
1	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	270,0	ГОСТ 17073-71	ВЛР-1
2	Розривне навантаження, Н за довжиною за шириною	93,4 78,8	ГОСТ 17316-71	РТ-250М-2
3	Подовження під час розривання, % за довжиною за шириною	238,0 164,0	ГОСТ 17316-71	Те саме
4	Опір роздиранню, Н за довжиною за шириною	8,7 6,3	ГОСТ 17074-71 Метод А	РМ-30

Продовження **табл. 3.8**

1	2	3	4	5
5	Жорсткість, сН за довжиною за шириною	5,7 2,6	ГОСТ 8977-74	ПЖУ
6	Товщина, мм	0,356	ГОСТ 17073-71	
7	Міцність зв'язку плівки з армувальним нетканним матеріалом, Н/см	Не розшаровується	ГОСТ 17317-88	РТ-250М-2
8	Стійкість до багаторазового згинання	Ушкодження відсутні	Пульсатор ПВ-4, метод чистого двобічного згину (кут 120°), частота коливань 11,6 Гц (за аналогією з ГОСТ 8978-75, метод 3)	
9	Вогнестійкість, мм/с	Вогнебезпечний	ГОСТ 25076-81	Газовий пальник, камера, секундомір, металева лінійка
10	Паропроникність, мг/см <sup>2</sup> год	2,3	ГОСТ 229000-78, прискореним методом. Апаратура та матеріали за ГОСТ 22900-78; ВЛР-200	
11	Повітропроникність, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	17,0	ГОСТ 8973-77	FF-12
12	Зміна лінійних розмірів після намокання та висихання, % за довжиною за шириною	-0,2 -0,2	ГОСТ 8972-78	Лінійка металева
13	Водотривкість, мм вод. ст.	Упродовж 24 годин зразки матеріалу не промокли	ГОСТ 22944-72, п. 2 (метод кошелю)	
14	Морозостійкість	Ушкоджень немає	ГОСТ 15162-82	Апаратура за ГОСТ 15162-82
15	Стійкість до проколювання, Н	23,0	ГОСТ 12.4.184-97	ППТ

Продовження табл. 3.8

1	2	3	4	5
16	Питомий поверхневий електричний опір, Ом	$7,9 \cdot 10^{13}$	ГОСТ 19616-74	ІЕСТП-1, теарометр
17	Стійкість до дії агресивних речовин під час контакту з ними лицьової поверхні впродовж 1 години		ГОСТ 29151-91	Апаратура і реактиви за ГОСТ 29151-91
17.1	Проникність нафтопродуктів: – бензин – гас – мінеральне масло – нафта – вайт-спірит	Не проникає Не проникає Не проникає Не проникає Проникає		
17.2	Зміна розривних характеристик і зовнішнього вигляду після контакту з: – гасом  – мінеральним маслом – нафтою  – бензином – вайт-спіритом	Не змінюється Не змінюється Не змінюється Зміни незначні Стає жорсткішим		
18	Кислотозахисні властивості	Кислотозахисна, зміни зовнішнього вигляду відсутні	ГОСТ 11209-85	Апаратура і реактиви за ГОСТ 11209-85
19	Кислотопроникність	Кислотонепроникна, зміни зовнішнього вигляду відсутні	ГОСТ 16166-80	Апаратура і реактиви за ГОСТ 16166-80

Продовження табл. 3.8

1	2	3	4	5
20.	Кислотостійкість	Кислото-стійка	ГОСТ 16166-80	Апаратура і реактиви за ГОСТ 16166-80; РТ-250М-2
21.	Пилопроникність, г/м <sup>2</sup>	Відсутня	ГОСТ 17844-72	Апаратура та матеріали за ГОСТ 17804-72, установка роторного типу марки ППТ ВЛКТ-500
22. :	Відчищуваність від виробничих забруднень, бал – від пилу – від нафтопродуктів	5 3-4	Відчищуваність від виробничих забруднень оцінюється на пробах, що пройшли випробування на пилопроникність і після контакту з нафтопродуктами за шкалою сірих еталонів за ГОСТ 9733.0, виходячи з того, що чиста проба має оцінку 5 балів за цією шкалою	

Захисний одяг, виготовлений з розробленого матеріалу, відповідає таким вимогам: водонепроникний, тобто не пропускає воду під час тиску 100 мм вод. ст. за пенетрометром, має мале змочування, високу механічну міцність, еластичний, стійкий до знижених температур, забезпечує захист персоналу від впливу кислот, лугів і нафтопродуктів.

### 3.5. Неткані матеріали

Для виготовлення захисного одягу разового використання застосовують неткані матеріали з натуральних і полімерних волокон.

Неткані вироби чи неткані матеріали – текстильні вироби з волокон чи ниток, з'єднані між собою без застосування методів тkania. Неткані матеріали застосовують для виробництва захисного одягу, тому що вони мають низку переваг порівняно з тканими матеріалами, а саме: певні захисні властивості; раціональне використання різної сировини; низьку собівартість; високі експлуатаційні властивості; великий вибір; малу масу виробів; високі санітарно-гігієнічні властивості.

**Властивості нетканних матеріалів** залежать від технології виробництва, а також від природи сировини, яку використовують для їх виробництва. Неткані матеріали, що виготовляються методом терморбондінг,

виробляють із натуральної сировини (бавовна, льон і вовна), хімічної сировини (віскозні, поліефірні, поліамідні та поліпропіленові волокна), вторинної волокнистої сировини та з коротких залишків волокон текстильного виробництва. З хімічних волокон, що переробляються в неткані матеріали, переважають поліпропілен і поліефір.

Експериментальні дослідження в лабораторних умовах нетканних поліефірних матеріалів вітчизняного виробництва (Рівненський завод нетканних матеріалів), виготовлені методом терморбондінг, дали результати, які наведено в **табл. 3.9, 3.10.**

**Таблиця 3.9.** Результати вимірювань механічних характеристик

№ пор. зразка	Ширина, см	Поверхнева щільність, г/м <sup>2</sup>	Щільність прошивання		Розривне навантаження, Н/подовження, %		Товщина, мм
			за довжиною	за шириною	за довжиною	за шириною	
1	133,5	153,0	21	9	168/38	9,1/90	1,24
2	133,5	144,8	12	19	170/37	8,5/90	0,81
3	154	183	19	11	35/34	83/69	1,53

**Таблиця 3.10.** Результати вимірювання механічних характеристик

№ пор. зразка	Питома міцність під час розривання, Н•м/г		Опір роздиранню, Н	
	повздож рулону	впоперек рулону	повздож рулону	впоперек рулону
1	48,09	29,51	19,9	20,28
2	32,2	30,45	16,09	11,53
3	30,5	28,9	14,98	7,47

Неткані матеріали з поліпропілену виробляють підприємства "Хімволокно" у Могилеві, Гродно, Світлогорську (Білорусь). Нетканний матеріал з поліпропілену отримують методом спандбондінг з тонких безперервних волокон поліпропілену. Цей метод передбачає формування полотна з рідких розчинів полімеру надшвидкісним видавлюванням з екструдера і скріпленням волокон під впливом високих температур на каландрі. Як вихідну сировину використовують гранули поліпропілену, поліетилену та поліаміду. Поліпропілен з бункера надходить у циліндр

екструдера, захоплюється шнеком і транспортується до виходу. За рахунок зовнішнього обігрівання гранули плавляться, відтискається повітря і розплав гомогенізується. Розплав за температури 250–280 °С подається шнеком до дозувального насоса, а потім до фільт'єр, які мають отвори діаметром 0,25–0,50 мм. Струмки полімера можуть охолоджуватися в повітряній шахті або у ванні з водою. Готове полотно намотується на бобіну зі швидкістю до 1000 м/хв. Далі його піддають витяжці за температури 100–140 °С у повітряному середовищі, водяної пари або у ванні з водою. Витягнуте волокно термофіксують за температури 100–110 °С. Водночас зменшується усадка волокна і трохи підвищується його міцність. Таке поліпропіленове полотно має високу стійкість до згинання і стирання. Вада такого матеріалу – схильність до термоокислювальної деструкції, а також низька світлостійкість. Для зменшення цих вад до поліпропілену додають стабілізатори, такі як сажа, різні алкілфеноли або ароматичні аміни.

Технічні характеристики матеріалу з поліпропілену, виробництва підприємства "Хімволокно" у Світлогорську, наведено в **табл. 3.11.**

**Таблиця 3.11.** Фізико-механічні характеристики нетканого поліпропіленового матеріалу

Показники	Поверхнева густина (г/м <sup>2</sup> )				
	25	30	42	60	80
Розривне навантаження повздож, Н	30	30	60	80	80
Розривне навантаження впоперек, Н	20	20	40	60	60
Подовження під час розривання повздож, %	150	150	150	150	180
Подовження під час розривання впоперек, %	150	150	150	150	180
Діаметр волокна, текс	0,25–0,4	0,25–0,4	0,3	0,3	0,3
Стойкість до УФВ, %, після 500 годин	40	40	40	40	40
Повітропроникність, л/(дм <sup>2</sup> •хв)	2500	2000	1300	320	280
Поверхневий електричний опір, Ом	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>



Аналіз сучасних разових засобів індивідуального захисту іноземного виробництва виявляє, що найпрактичніші вироби фірм Dupont-Pro-Tech, Work-Star, Draeger і "ТехноАвіа" виготовлено за комбінованою технологією на основі поліпропіленового та віскозного нетканних матеріалів. Відомі розробки кислотозахисних нетканних матеріалів на основі комплексних ниток з вовняних, поліпропіленових і штапельних волокон. Такі неткані матеріали витримують сірчану кислоту з концентрацією до 93 % впродовж доби і довше, стійкі до дії соляної кислоти з концентрацією до 37 %, 10 % гідроксиду натрію з концентрацією до 40 %. Неткані матеріали мають також економічні переваги, тому що вони в кілька разів дешевші за матеріали, виготовлені традиційними методами.

Одяг, виготовлений з нетканних матеріалів, зручний у носінні, гігієнічний і забезпечує високий рівень захисту. Так, порівняно з розповсюдженим нині в Україні спецодягом з тканини він має меншу вагу. Питома вага тканин з бавовни – до 260 г/м<sup>3</sup>, матеріалів з покриттям – до 650 г/м<sup>3</sup>, а нетканних матеріалів – 30–60 г/м<sup>3</sup>.

### 3.6. Захисні просочення тканин

Захисні просочення використовують для оброблення тканин з натуральних і синтетичних волокон, що у первісному вигляді у виготовленні захисного одягу не застосовують через недостатню стійкість до більшості агресивних середовищ.

Для надання тканинам заздалегідь заданих захисних властивостей їх піддають спеціальному обробленню за допомогою просочення, хімічної модифікації чи нанесенням покриттів.

Просочення – це метод спеціального оброблення тканини, за якого наноситься відповідним чином просочувальний розчин, що закріплюється. Існують два типи просочень тканин. До першого типу належать просочення, що втримуються на тканині внаслідок прилипання необхідної просочувальної речовини до волокон тканини. Жодної хімічної взаємодії цієї речовини з волокнами тканини тут не відбувається. Такі просочення малостійкі і легко змиваються з тканини під час прання. До другого типу належать просочення речовинами, що, вступаючи в хімічну взаємодію з волокном тканини, утворюють нове з'єднання з новими властивостями. Зазвичай ці просочення стійкі до прання, хімічного очищення. Зараз широко використовують різноманітні захисні просочення – водозахисні, кислотозахисні, маслозахисні, комбіновані та ін.

Водовідштовхувальне просочення тканини засноване на обгортанні волокон гідрофобною плівкою таким чином, щоб вода не могла проникнути до волокон, а проникність повітря цілком збереглася. Це досягається нанесенням гідрофобних речовин, що огортають волокно, але не створюють суцільного покриття, або хімічною зміною поверхні волокна з утворенням гідрофобних з'єднань. Водовідштовхувальні речовини осаджуються на волокнах таким чином, щоб вони розподілялися тонким шаром. До таких речовин належать парафін і віск (у вигляді емульсій), солі алюмінію, алюмінієві мила, солі цирконію і цирконієві мила, хромстеаринхлорид, термопластичні смоли (вінілові похідні з вищими гідрофобними радикалами), силікони, органічні сполуки фтору та ін. Для надання тканинам водозахисних властивостей використовують в основному просочення на основі хромолану, парафіно-стеаринових емульсій і кремнійорганічних з'єднань. Найстійкіший гідрофобний ефект досягається обробкою кремнійорганічними сполуками волокон різної природи. Тканини, оброблені цими сполуками, майже цілком втрачають здатність змочуватися водою, не всмоктують її, не промокають і зберігають високі гігієнічні властивості: паро- і повітропроникність. Зовнішній вигляд водовідштовхувальних тканин також поліпшується: вони здобувають повноту, м'якість на дотик і стійкість проти різних забруднень. Тканини, оброблені кремнійорганічними сполуками, після прання швидко висихають, а їхні захисні властивості не знижуються після тривалого використання спецодягу в умовах різних атмосферних впливів.

Кислотозахисне просочення на основі парафіно-фталатної емульсії і латексів з кислотостійких сополімерів СВХ-1 нестійке до мильно-содових оброблень і хімчистки: захисний ефект зникає після одного-двох прань. Найкращий результат досягається за використання для кислотозахисного одягу тканин із синтетичних волокон (поліефірних, полівінілхлоридних, поліпропіленових), оброблених кремнійорганічним водовідштовхувальним просоченням.

Найпоширенішими гідрофобними препаратами є ГКЖ-94, ГКЖ-10, ГКЖ-11, смола Ф-9, ГКЖ-16, АМСР.

Силіконові просочення дають змогу отримувати малозминальні тканини з гарним грифом і гідрофобними властивостями. На поверхні волокон утворюється гладка еластична плівка.

Вогнезахисні просочення займистих текстильних матеріалів перешкоджають поширенню полум'я. Такі просочення використовують у виготовленні тканин для пожежних, рятувальних та інших робіт.

Комбіновані просочення застосовують для надання тканинам одночасно низки властивостей: водо- і масловідштовхувальних, кислотозахисних та ін. Комбіноване протигнільно-водовідштовхувальне просочення бавовняних тканин досягається нанесенням на тканину міднохроматанідного комплексу і парафіно-стеаринової емульсії з подальшим закріпленням солями алюмінію. Цей спосіб забезпечує отримання тканин з високими захисними властивостями і досить стійких до прання.

Для надання тканині водо- і масловідштовхувальних властивостей використовують похідні фтору у поєднанні з дисперсіями поліакрилатів. Оброблення фторосумісними полімерами надає тканинам стійкості до прання. Найкращі результати досягаються під час оброблення цими полімерами синтетичних волокон.

Для підвищення стійкості тканини до тертя використовують просочення термопластичними смолами, синтетичними латексами, фенопластами, поліамідними смолами, деякими неорганічними сполуками. Всі ці речовини збільшують міцність волокон та їхню стійкість до багаторазового згинання, тертя на 30–40 %.

### 3.7. Вуглецеві волокна і матеріали

Вуглецеві волокна (ВВ) та вуглецево-волокнисті (ВВМ) матеріали отримують за високотемпературного оброблення без доступу повітря (піроліз) вхідних волокон-прекурсорів з полімерів (полівінілхлориду, поліакрилонітрилу, полівінілспиртових, поліарамідних, поліаксозольних, фенолформальдегіду), гідратцелюлози, нафтових, рідкокристалічних або кам'яновугільних пеків. Залежно від характеристик і призначення ВВ та ВВМ можна умовно поділити на дві основні групи:

- ✓ ВВ і ВВМ загального призначення з відповідними термічними, фізико-механічними та хімічними властивостями;
- ✓ високоміцні та високомодульні ВВ і ВВМ з підвищеними механічними характеристиками.

Високоміцні ВВ і ВВМ виготовляють з високомодульних графітованих волокон на основі гідратцелюлози, поліакрилонітрилу (ПАН) та рідкокристалічних (мезофазних) пеків. Волокна загального призначення виготовляють з карбонізованих волокон на основі ПАН і графітованих волокон на основі нафтових або кам'яновугільних пеків.

Між вуглецевими волокнами з ПАН, гідратцелюлози та пеків існує суттєва різниця за структурою та механічними властивостями. Розглянемо властивості ВВ першої групи на основі двох видів прекур-

сорів – гідратцелюлози та ПАН штапельних волокон, які є достатньо доступними та перспективними для широкого використання як багатофункціональні матеріали.

Процес отримання ВВ на основі гідратцелюлози та ПАН волокон містить підготовчі операції обробки волокон і наступні послідовні стадії високотемпературного термічного оброблення. Підготовка та низькотемпературна обробка вхідних волокон-прекурсорів гідратцелюлози та ПАН волокон суттєво відрізняються, процес високотемпературної термічної обробки здійснюється практично однаково. Хімічні та структурні перетворення, що протікають під час цих оброблень, надзвичайно складні.

На першому етапі для збільшення виходу коксового залишку волокна гідратцелюлози просочують каталізаторами-антипіренами (фосфорно-азотні сполучення, солі перехідних металів, силани, хлорсилани та ін.), а після сушіння піддають термічному обробленню, поступово підвищуючи температуру до 400 °С. На підготовчій стадії упорядковується хімічна структура, додані каталізатори регулюють процеси піролізу та забезпечують максимальний вихід коксу. Водночас створюються міжмолекулярні зшивки, циклічні структури, що сприяють видаленню легких продуктів.

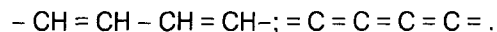
Термічне оброблення ПАН волокна в повітряному середовищі за температури 250–350 °С забезпечує процес термоокисного дегідрування та попередньої циклізації. Температурні і часові режими першої стадії вибирають умовою, щоб підвищена температура пом'якшення волокна залишалася вищою за температуру оброблення. За таких умов відбувається створення нових ланок і утворення нової надмолекулярної (фібрилярної) структури. Форма волокна змінюється до його повного переходу в структурний неплавкий і нерозм'яклий матеріал. Цей процес здійснюється для надання вогнестійкості волокнам з ПАН, а для пеківих волокон – для підвищення температури плавкості. У перебігу такого процесу відбувається часткове окислення вуглецевих волокон.

На наступному етапі окислені волокна піддають високотемпературному термічному обробленню. Процес прогрівання залежно від режиму може призвести до карбонізації або графітизації волокон. ВВ, отримані в процесі карбонізації, називають карбонізованими волокнами, в процесі графітизації – графітованими волокнами.

На стадіях високотемпературного термічного оброблення – карбонізації (800–1500 °С) та графітизації (1500–3000 °С) – завершується

процес піролізу, який супроводжується видаленням залишкового водню та гетероатомів у вигляді летких з'єднань, і виникає утворення вуглецевого полімера із заданим ступенем упорядкованості структури.

Молекулярна структура ВВ містить в основному ароматичні карбо-, гетерополіциклічні та в меншій кількості лінійні фрагменти з наявністю подвійних зв'язків:



У структурі ВВ містяться також гетероатоми кисню, кремнію, фосфору залежно від імпрегнованих домішок (каталізаторів), а на поверхні – різні функціональні групи, переважно кисневовмісні (гідроксильні, карбонільні, карбоксильні та ін.).

Надмолекулярна структура ВВ містить фібрилярні утворення, в яких чергуються аморфні та кристалічні ділянки. Останні складаються зі стрічкових або плоских ділянок графітоподібної структури. З підвищенням температури та тиску за високотемпературного термічного оброблення ступінь орієнтації та кристалічність ВВ збільшуються.

Хімічний склад і структура ВВ залежить від складу прекурсора й умов їх отримання. З підвищенням температури термообробки в інтервалі від 700 до 2000 °С вміст вуглецю збільшується від 80 до 99,5 %. За максимальною температурою обробки та елементним складом ВВ поділяють на три види (табл. 3.12).

Таблиця 3.12. Основні види ВВ залежно від умов їх отримання

Вид вуглецевих волокон	Температура термічного оброблення, °С	Вміст вуглецю, % (мас)
Частково карбонізовані	До 500	До 90
Карбонізовані (вугільні)	500–1500	91–99
Графітовані	>1500	>99

Процеси карбонізації та графітизації волокон проводяться в інертному середовищі під тиском або в нормальних атмосферних умовах. Залежно від температури, тиску та тривалості високотемпературного термічного оброблення утворюються ВВ з різними кристалічними структурами і фізико-механічними характеристиками. Здійснюючи обмежене витягування, особливо на стадії графітизації, можна підвищити міцність і модуль пружності ВВ. У деяких випадках, наприклад, для отримання волокон із заданими фізичними та фізико-хімічними

властивостями, можливе вилучення стадії графітизації, а для підвищення внутрішньої поверхні волокон додатково проводять процес активізації, а також утворення на поверхні функціональних груп, здатних до іонного обміну. Вихід ВВ у процесі карбонізації порівняно з вхідними волокнами (сухим прекурсором) для волокон на основі гідратцелюлози перебуває у межах 20–35 %, на основі ПАН прекурсора – 45–50 %. Вихід ВВ у процесі графітизації для волокон на основі гідратцелюлози – 25–30 %, для ПАН прекурсора – 40–50 %. На остаточній стадії процесу за потреби обробляють поверхню ВВ, після чого вони підлягають апретуванню або шліхтуванню. На рис. 3.3–3.5 наведено основні характеристики технологічних процесів виробництва ВВ.

Мікроструктура ВВ характеризується високою пористістю, створюючи велику внутрішню поверхню, яка досягає 50–100 м<sup>2</sup>/г (після спеціальної активації 1000–2000 м<sup>2</sup>/г).

Поперечний переріз ВВ зберігає форму перерізу вхідних волокон. Однак розмір перерізу ВВ у результаті втрат маси та усадки за піролізу та карбонізації суттєво менший, ніж у вхідних волокон, і міститься в інтервалі 6–12 мкм.

Залежно від прекурсора (віскозні та ПАН штапельні волокна) та методів отримання ВВ за властивостями поділяють на кілька типів. Їхні фізико-механічні характеристики наведено в табл. 3.13.

Таблиця 3.13. Фізико-механічні характеристики низько- та середньомодульних ВВ

Тип вуглецевих волокон	Щільність, г/см <sup>2</sup>	Модуль пружності, ГПа	Розривні показники		Питомий електричний опір, 10 <sup>-5</sup> , Ом/м
			Міцність, ГПа	Подовження, %	
Карбонізовані низькомодульні	1,5–1,6	30–40	0,4–1,0	2,0–2,5	30–50
Карбонізовані середньомодульні	1,5–1,7	80–100	1,0–1,5	1,5–2,0	12–25
Графітовані низькомодульні	1,4–1,6	40–60	0,6–1,0	1,5–2,0	5–10
Графітовані середньомодульні	1,4–1,7	70–100	1,0–2,5	1,2–1,5	3–7



Модифіковані ВВ отримують під час механічного або хімічного оброблення вихідних волокон або вже готових ВВМ. За часткового окислення з ПАН волокна отримують термостійкий і важкозаймистий матеріал.

У результаті високотемпературної активації у середовищі водяного пару або вуглекислого газу за 600–1000 °С отримують вуглецеві волокнисті адсорбенти з граничним об'ємом сорбувального простору 0,3–0,9 см<sup>3</sup>/г та активною поверхнею 500–2000 м<sup>2</sup>/г. Обробка адсорбентів концентрованими розчинами кислот (азотна, сірчана, фосфорна) дає змогу отримати ВВМ-катионообмінники. За нагрівання та оброблення в пару аміаку з попереднім хлоруванням або без нього отримують ВВМ-аніонообмінники.

Металовмісні ВВМ з високою каталітичною активністю отримують за додавання в початкові волокна або у вуглецево-волокнисті адсорбенти солей різних металів (платини, іридію, паладію, ванадію, срібла, марганцю, міді, кобальту, нікелю, заліза) з подальшим термічним обробленням.

Для підвищення термоокисної стійкості ВВ і ВВМ на їхній поверхні утворюють захисні шари або бар'єрні покриття з карбідів кремнію або тугоплавких металів, нітриту бору, фосфатного скла.

ВВ і ВВМ, які використовують як наповнювачі полімерних композитів, для підвищення адгезії підлягають поверхневим обробкам – окисленню (адгезія до полімерних матриць) або металізації (адгезія до металевих матриць).

Температура експлуатації ВВ і ВВМ назовні не перевищує 300–400 °С внаслідок протікання процесів окислення, а в інертному середовищі температура тривалої експлуатації становить 400–600 °С. В умовах короткотривалого нагрівання в інертному або відновленому середовищі вони витримують температури до 1500–2000 °С, а деякі типи ВВ навіть 2500–3000 °С. Залежно від умов отримання ВВ їхній кисневий індекс становить від 35 до 60 %, тому ці волокна належать до важкозаймистих.

На основі прекурсора гідратцелюлози отримано такі основні види ВВ і ВВМ: карбонізоване волокно UGLEN® і нетканий матеріал LIKRON®; графітоване волокно GRALEN®; активований матеріал АКТИЛЕН® і VAULEN®.

На основі ПАН прекурсора було створено два види ВВ: карбонізоване волокно EVLON®, графітоване волокно KONKOR®.

Таблиця 3.14. Фізико-механічні характеристики ВВ

Найменування показників	UGLEN®	GRALEN®	EVLON®	KONKOR®
Діаметр, мкм	7–12	6–10	12–14	11–13
Поверхнева щільність, г/см <sup>2</sup>	1,6	1,8	–	–
Стійкість до розривання, МПа	400–550	300–500	1500–2000	100–1500
Модуль пружності, ГПа	20–25	30–40	80–100	120–150
Подовження під час розривання, %	1,8–2,5	1,3–1,7	1,5–2,0	1,3–1,6
Питома поверхневість, м <sup>2</sup> /г	50–100	5–10	–	–

ВВ малогроскопічні, але внаслідок розвитку внутрішньої поверхні відбувається сорбування водяної пари до 0,2–2,0 % рівня вологості, що, однак, не впливає на їхні механічні властивості.

ВВ мають велику фотохімічну та атмосферну стійкість, високу стійкість до дії проникної радіації, хімічно стійкі до багатьох реагентів: концентрованих кислот, лугів, багатьох видів розчинників та окисників. На них впливають тільки сильні окисники під час нагрівання. ВВ біологічно стійкі та біологічно інертні.

Сфера використання ВВ і ВВМ на основі гідратцелюлози та ПАН прекурсорів дуже широка. На основі ВВ і ВВМ виготовляють нитки, джгути, стрічки, ткани та неткані матеріали. Високоякісні ВВ виробляють у вигляді ниток або джгутів, які складаються з 1000, 3000, 6000, 10 000 і більше безперервних волокон завдовжки 3–15 мм з лінійною густиною 10–20 г/м і більше. ВВ на основі звичайних пеків виготовляють як пучки з великою кількістю елементарних волокон завдовжки до 20–30 см і діаметром від частки мікрометра до кількох мікрометрів або у вигляді матеріалу з хаотичним розташуванням волокон. Неткані полотна отримують на основі ПАН волокон-прекурсорів завдовжки 30–60 мм (найчастіше 38–40 мм) з подальшою карбонізацією. ВВ і ВВМ використовують для армування композитів, отримання теплозахисних, електропровідних, хімічно та біологічно захисних матеріалів. Інформація про використання багатофункціональних ВВ і ВВМ наведено в **табл. 3.15**.

Таблиця 3.15. Основні сфери використання багатофункціональних ВВ і ВВМ

Тип матеріалу	Сфери використання
Різані волокна та неткані матеріали як наповнювачі для композитів і покриття	Конструкційні та хімічно стійкі композити й еластомери; хімічно стійкі полімерні покриття; фрикційні й антифрикційні композити
Термостійкі та хімічно стійкі волокнисті шари і неткані матеріали	Термічні ізоляції; фільтрація хімічних речовин
Електропровідний папір з вкладенням різаних волокон, неткані матеріали	Обігрівачі одягу та взуття
Різані волокна як антистатика	Антистатичні композити та полімерні покриття
Різані волокна як наповнювачі для електрофізичних цілей	Фільтри електромагнітних полів
Різані волокна та неткані матеріали з поверхневою активністю	Сорбція рідини та газів
Різані волокна та неткані матеріали медичного призначення	Фільтрація крові та гемосорбція; елементи захисного одягу для хірургів, стоматологів

ВВ і ВВМ використовують як наповнювачі у конструкційних композитах, що дає змогу отримати теплозахисні, хімічно стійкі, антистатичні, фільтрувальні матеріали. ВВ використовують для наповнення еластомерів (гуми) та різних видів полімерних покриттів. Різані ВВ усіх типів на основі ГЦ і ПАН прекурсорів додають до складу композиції в кількості від 5 до 30 % маси залежно від призначення.

ВВМ з високою термічною та хімічною стійкістю застосовують для високотемпературної теплоізоляції, а також для захисту від дії агресивного середовища. Волокнисті шари або неткані матеріали на основі ВВ застосовують як фільтрувальні перетинки для очищення від дисперсних домішок різних хімічних речовин (концентровані кислоти, луги) і газів. Внаслідок високої хімічної стійкості ВВ такі фільтрувальні шари експлуатують упродовж тривалого часу в разі незначних механічних впливів.

Переробка готових ВВ у текстильні матеріали пов'язана з великими технологічними складностями. ВВ мають високий модуль пружності

та малі подовження, тому вони не витримують багаторазових деформацій.

Прогрес у технології виробництва ВВ і техніці ткацтва дав змогу виготовляти з них ткани матеріали, тасьми та мати. Асортимент тканин дуже різноманітний; вони різняться щільністю розташування ниток у повздовжньому (по основі) та поперечному (по утоку) напрямках, числом елементарних волокон у пучку та іншими характеристиками. В односпрямованих тканинах практично немає перегинів у повздовжньому напрямку. Волокна добре орієнтовані, матеріал гладкий і приємний на дотик. Їх випускають у вигляді гібридних стрічок і полотна, для з'єднання елементів якого застосовують скловолокнисті або полімерні нитки. Не звита тканина, в якій немає згинів ВВ і їх ушкодження, має чималу міцність. Виготовляють спіральні тканини, в якій вуглецеві волокна розташовані по спіралі і зв'язані між собою у радіальному напрямку, тканини з орієнтацією ВВ під кутом 30 і 60 градусів, тривимірну тканину, в якій ВВ орієнтовані також і в напрямку товщини тканини, матеріали з хаотичним розташуванням ВВ.

Фірма-виробники випускають з ВВ текстильні матеріали, просочуючи тканини відповідними зв'язними речовинами, тасьми, мати, а також комбіновані тканини з одночасним додаванням в них ВВ.

Тасьма з ВВ у вигляді плетених рукавів характеризується більшою гнучкістю порівняно з тканинами на основі ВВ. Типи тасьм різняться кількістю ВВ у нитках, кутом орієнтації ниток у тасьмі, кількістю вхідних у тасьму ниток та іншими показниками. З тасьми можна отримати вироби складної конфігурації.

Мати – це рулони матеріалу з хаотично розташованих окремих ВВ, просочених поліефірними або іншими речовинами. Вироби на основі матів не мають високої міцності, але мають високу електропровідність. Їх використовують як антистатичні матеріали та основні елементи захисних фільтрів, що обмежують вплив дії електромагнітних полів.

### 3.8. Фільтрувальні матеріали

Нині широке розповсюдження для захисту шкіри від дії токсичних рідин, парів і газів дістали фільтрувальні матеріали. Провідним виробником фільтрувальних матеріалів на основі ВВ є фірма KÄRCHER (Німеччина). Фірма випускає фільтроламінантні неткані матеріали, які складаються з трьох шарових полотен. Внутрішній шар – неткане поліестерне полотно, середній – поліуретан з активованим вуглецем або ВВ, зовнішній

шар – трикотажне полотно, що сповільнює горіння, завтовшки 0,80–1,00 мм. Шар активованого вуглецю або ВВ використовують як фільтр, який призначено для поглинання токсичних речовин. Вогнестійкість забезпечена системою захисних просочень поліхлоропреном, масла та водовідштовхувальні властивості забезпечені обробкою верхнього шару фторхімікатами. У разі використання фільтрувальних матеріалів у вибухонебезпечних середовищах матеріали попередньо проходять електростатичне оброблення і мають на поверхні електричні заряди. У **табл. 3.16** наведено характеристики фільтрувальних матеріалів (ФЛМ1, ФЛМ2) виробництва фірми KÄRCHER.

**Таблиця 3.16.** Фізико-механічні характеристики фільтрувальних матеріалів

№ з/п	Найменування показників	Матеріал ФЛМ1	Матеріал ФЛМ2
1	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	308,0	547,0
2	Розривне навантаження, Н (вздвж/впоперек)	250,0/200,0	54,0/52,0
3	Подовження під час розривання, % (вздвж/впоперек)	40,0/134,0	17,2/34,6
4	Товщина (за 1 кПа), мм	1,36	1,82
5	Жорсткість, сН	12,0	16,6
6	Повітропроникність, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	283,0	60,3
7	Водотривкість, мм*вод*ст.	68,0	51,0
8	Паропроникність, мг/см <sup>2</sup> год	8,14	8,0
9	Стійкість до проколювання, Н	23,3	23,5
10	Питомий поверхневий електричний опір, Ом	1,6 · 10 <sup>8</sup>	2,4 · 10 <sup>9</sup>

Вадами таких матеріалів є висока вартість і недостатній захист від аерозолів.

### 3.9. Гідроізоляційні матеріали для гідрокостюмів

Специфіка всіх видів роботи пов'язана з різним терміном перебування людини під водою, тому особливо важливо вибрати матеріал, з якого виготовляють спецодяг, здатний захистити людину від захворювань.

Гідрокостюми (ГК) “мокрого” і “сухого” типу виготовляють із неопрену завтовшки від 3 до 9 мм. Неопрен – пориста низькомодульна гума на основі хлоропренового каучуку. В **табл. 3.17** наведено характеристики низки марок неопрену, який виготовляє компанія Namliong.

**Таблиця 3.17.** Фізико-механічні характеристики неопрену

Марка	LP	SS-1	W8	W7	F04	F05	DS
Питома вага, г/см <sup>3</sup>	0,16	0,20	0,18	0,18	0,20	0,23	0,30
Розривне зусилля, кг/см <sup>2</sup>	4,5	5,5	6,0	6,5	10,0	10,0	5,0
Розтягувальне зусилля, кг/см <sup>2</sup>	1,0	2,2	2,0	2,1	3,1	3,1	3,2
Відносне подовження під час розривання, %	350	700	450	500	450	200	300
Жорсткість, сН	1–3	2–3	3–5	5–7	9–11	20–26	15–20
Залишкова деформація (за 25 °С, 22 год), %	20	15	20	15	15	15	15
Водопоглинення, %	3	3	3	2	2	3	3

Теплопровідність води у 25 разів вища, ніж повітря, тому теплопередача в акваторії набагато інтенсивніша і переохолодження людини настає швидше, ніж у повітрі за однакових мікрокліматичних умов. Для забезпечення високої механічної міцності та інтенсивності процесу теплообміну між людиною в гідрокостюмі і навколишнім середовищем (водою) неопрен дублюють з одного або з обох боків трикотажним полотном, полімерними матеріалами або комбінованим плюшем. У **табл. 3.18** наведено інформацію про види дублювальних матеріалів.

**Таблиця 3.18.** Види матеріалів, що використовуються для дублювання неопрену компанією Namliong

Назва матеріалу	Основні властивості
1	2
Стандартний нейлон	Нейлоновий трикотаж має еластичну, гладку структуру, доступний у широкому діапазоні кольорів. Може бути виконаний як покриття для неопрену для виготовлення гідрокостюмів чи купальних костюмів, верхнього одягу, захисного одягу та аксесуарів

Продовження табл. 3.18

1	2
Поліестер	Трикотаж із поліестеру має надзвичайні ультрафіолетові захисні властивості. Може використовуватися у комбінації з неопреном
Лайка	Зручний, легкий, еластичний матеріал, доступний у широкій кольоровій гамі. Може використовуватися для спортивного одягу, для захисного одягу чи як покриття для неопрену
Полібавовна	Комфортний, м'який, текстурований матеріал, що є сумішшю бавовни та поліестеру. Ця суміш в змозі поглинати піт, що виділяє тіло. Використовується для медичної продукції та підкладки гідрокостюмів
Медичний плюш	Використовується для спортивних захисних аксесуарів і медичного обслуговування
Малоблискучий та дуже блискучий "террі"	Малоблискучий "террі" є тканиною, що складається з коротких зовнішніх петель і піддається "блискучий" обробці, що використовується для зчепленої поверхні тканини. Дуже блискучий "террі" має довгі петлі та м'яку блискучу поверхню. Обидві тканини мають пружні та теплозахисні властивості, можуть використовуватися для матеріалів медичного призначення, для гідрокостюмів "мокрого" типу як підкладки
Поліпропілен	Тканина має малу вагу, водовідштовхувальні властивості, антистатичні властивості, м'яка на дотик. Використовується для гідрокостюмів "мокрого" типу як підкладка
HL-900 Найфлекс TW Флокс	Це група різних високоеластичних тканин, що можуть використовуватися в комбінації з еластичним неопреном. Це м'які матеріали з плівковою обробкою, що розроблена для підвищеної гнучкості

Такий пакет гарантує не менш як 500 занурень до терміну, коли повітряні порожнини неопрену почнуть руйнуватися під впливом змінного гідростатичного тиску. Для глибоких занурень (до 40 метрів) краще використовувати матеріали завтовшки 6–9 мм, оскільки за підвищеного гідростатичного тиску погіршуються теплозахисні властивості неопрену. Крім того, сила тиску товщі води сплющує неопрен, тобто товщина неопрену 9 мм під час занурення на глибину 35 метрів становить 5 мм. За температури мінус 15 °С костюми утеплюють хутряню

прокладкою на основі трикотажного полотна. Досліджування неопрену завтовшки 3, 5, 7, 8, 9 мм виявили, що за належних теплозахисних властивостей найбільшу міцність мають матеріали завтовшки 5 мм, але на глибині 35–40 метрів тиск води може сплющити неопрен до 1,5–2 мм, що буде загрозою для життя людини. Тому для виготовлення гідрокостюмів для рятувальних робіт в екстремальних ситуаціях потрібно використовувати неопрен завтовшки 6–9 мм. Дублювання з обох боків суттєво підвищує теплозахисні властивості матеріалу, що відповідає вимогам, які висуваються до конструкцій гідрокостюмів. Властивості неопрену та їхні характеристики зумовлює особливі вимоги під час розробки конструкцій і застосування гідрокостюмів.

### Висновки

1. Для виготовлення ефективних і надійних ЗІЗ необхідно використовувати матеріали з відповідними захисними властивостями.
2. Сучасні матеріали, розроблені на основі полімерних волокон (поліпропілен, поліетилен, поліефір), з вуглецевими волокнами, з полімерним (ПВХ, поліуретан) та гумовим покриттям доцільно використовувати для виготовлення різних видів ЗІЗ – спеціального захисного одягу, засобів захисту рук, органів дихання, голови.
3. У виборі матеріалу, призначеного для виготовлення визначеного виду і типу ЗІЗ, необхідно враховувати значення фізико-механічних, температурних, вогнезахисних, електричних, гігієнічних характеристик, інформацію про стійкість до хімічних сполук та їхню концентрацію (луги, кислоти, органічні розчинники), аерозолів з вмістом хімічно і біологічно активних речовин, промислового пилу та радіонуклідів.

### Контрольні запитання до розділу 3

1. Вкажіть вимоги до матеріалів, які застосовують для виготовлення захисного спеціального одягу від хімічних речовин.
2. Охарактеризуйте матеріали з полімерних волокон – поліпропілену та поліетилену – для виготовлення захисного одягу разового використання.
3. Охарактеризуйте матеріали, виготовлені методом спандбондинг.



4. Вкажіть вимоги до матеріалів, які захищають виробничий персонал від  $\alpha$ -,  $\beta$ -випромінювання.
5. Назвіть хіміко-фізичні властивості полімерних матеріалів, виготовлених на основі ПВХ.
6. З якою метою застосовують захисні просочення матеріалів?
7. Охарактеризуйте фільтрувальні матеріали і поясніть їхні переваги.
8. У яких сферах застосовують вуглецево-волокнисті матеріали?
9. Охарактеризуйте види неопрену та їхні фізико-механічні властивості.
10. Які фізико-механічні характеристики неопрену дубльованого трикотажним полотном?
11. Як класифікують види неопрену та способи його обробки залежно від виробника.

## Розділ \_\_\_\_\_

4

# Види та конструкції спеціального захисного одягу

### Ключові терміни

*Одяг спеціальний захисний*

*Разовий одяг*

*Ізолювальні костюми*

*Одяг з обмеженим терміном використання*

*Герметичні ізолювальні костюми з примусовою вентиляцією*

*Одяг багаторазового використання*

*Негерметичні ізолювальні костюми*

*Метод зварювання СВЧ*

*Фільтрувальні костюми*

*Ультразвукове зварювання*

*Плащ-палатка*

*Сертифікація*

### 4.1. Вимоги до засобів індивідуального захисту

Аналіз стану травматизму і профзахворювань на вітчизняних виробництвах виявив, що одна з основних причин травматизму і профзахворювань – недосконалість, низька ефективність, а в низці випадків – відсутність або невикористання персоналом ЗІЗ. Отже, належне забезпечення такими засобами поліпшить безпеку праці, що допоможе зберегти здоров'я, а інколи і життя працівників.

Ефективність використання ЗІЗ залежить від правильності їх вибору й експлуатації. Працедавець повинен попередньо визначити оцінку ризику там, де є шкідливі і небезпечні речовини, або там, де небезпека для здоров'я й життя людей передбачувана. Оцінюючи ризик, необхідно взяти до уваги основні параметри впливу: характер агресивного середовища, основні джерела небезпеки, ступінь впливу шкідливих факторів, стан виробничого середовища, характер роботи й особливості людей, які виконують роботу, ефективність вжитих або передбачуваних захисних заходів і можливі наслідки у разі неефективної їх роботи. Якщо всі механізми захисту не можуть забезпечити безпеку, тоді необхідно вдаватися до використання відповідних ЗІЗ.

У виборі ЗІЗ потрібно враховувати конкретні умови праці, види шкідливих і небезпечних факторів, мікроклімат на робочому місці, а також індивідуальні антропометричні та фізіологічні особливості працівників. Тільки правильний вибір, щоденне використання відповідно до рівня забруднення, правильні умови зберігання та очищення ЗІЗ дають змогу забезпечити їхній максимальний захисний ефект.

ЗІЗ класифікуються за низкою ознак: призначенням, конструкцією, термінами використання та ін. Залежно від призначення ЗІЗ поділяють на 12 класів, залежно від конструкції класи поділяють на види та типи. ЗІЗ згідно з ГОСТ 12.4.011 мають таку структуру: ізолювальні і герметичні костюми; одяг спеціальний захисний; засоби захисту: органів дихання, ніг, рук, голови, очей, обличчя, від падіння, дерматологічні.

Вироби індивідуального захисту тривалий час не зазнавали змін, не використовувалися сучасні розробки, тому що у їх виготовленні не враховувалися наявні нові види матеріалів. Щороку зростають вимоги до ЗІЗ, а саме до забезпечення фізико-ергономічної сумісності за рахунок підвищення якості матеріалів, фурнітури, конструктивних рішень, гігієнічних умов використання та відповідних

показників економічності виробів. Це можливо здійснити, застосовуючи напрацювання вітчизняних та іноземних підприємств.

Державна система сертифікації контролює основні показники якості виробів і промислового обладнання, що за певної недооцінки соціальних проблем охорони праці є необхідною та актуальною діяльністю. Це підтверджується обов'язковою сертифікацією ЗІЗ, головна мета якої – забезпечення якості продукції, що дає змогу звести до прийняттого рівня ризик, пов'язаний з можливістю спричинення шкоди здоров'ю працівників, а також створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародній економічній, науково-технічній співпраці і міжнародній торгівлі. Розвиток сертифікації ЗІЗ у нашій країні зумовлює активізацію діяльності у сфері їх випробувань для визначення показників безпеки обладнання, що застосовується, технологічних процесів і методів вимірювання показників якості. Нині сертифікація відбувається з використанням і старих радянських стандартів, і сучасних стандартів, розроблених шляхом гармонізації з європейськими стандартами. Такий підхід створює певні складності для виробників і експортерів нових видів ЗІЗ. Таким чином, забезпечення сучасним метрологічним обладнанням, впровадження і розробка ефективних методів для досліджень характеристик виробів на муляжах є важливим державним завданням.

Обов'язковій сертифікації підлягають такі види ЗІЗ:

#### 1. Засоби захисту голови

Каски захисні сертифікуються відповідно до нормативних документів:

- ДСТУ 3728-98
- ДСТУ EN 397
- ГОСТ 12.4.091-80
- ГОСТ 12.4.128-83

#### 2. Засоби захисту очей

Окуляри захисні сертифікуються відповідно до нормативних документів:

- ГОСТ 12.4.013-85; ДСТУ EN 168
- ДСТУ EN 169; ДСТУ EN 170
- ДСТУ EN 171; ДСТУ EN 175
- ГОСТ 18491-90; ДСТУ EN 1731
- ГОСТ 21306-75

**3. Засоби захисту обличчя**

Щитки захисні лицьові сертифікуються відповідно до нормативних документів:

- ГОСТ 12.4.023-84
- ГОСТ 12.4.035-84

**4. Засоби захисту органів дихання**

Респиратори фільтрувальні, протипилові, протигазові, ізолювальні, регенеративні, газопилозахисні сертифікуються відповідно до нормативних документів:

- ДСТУ 2053-92; ДСТУ EN 136
- ГОСТ 12.4.004-74; ДСТУ EN 371
- ДСТУ EN 139; ДСТУ EN 141
- ДСТУ EN 143; ДСТУ EN 372
- ГОСТ 12.4.028-76; ДСТУ EN 402
- ДСТУ EN 405
- ГОСТ 12.4.041-89
- ГОСТ 12.4.121-83
- ГОСТ 12.4.122-83
- ГОСТ 12.43.247-83

Апарати для дихання на стисненому повітрі сертифікуються відповідно до нормативних документів:

- ДСТУ 2053-92; ДСТУ EN 145
- ДСТУ EN 138; ДСТУ EN 210
- ДСТУ EN 271
- ДСТУ EN 269
- ТУ 12.43.29-78

Саморятівники шахтні ізолювальні сертифікуються відповідно до нормативних документів:

- ДСТУ 2053-92; ДСТУ EN 403
- ДСТУ EN 404

**5. Засоби захисту органів слуху**

- Протишумні навушники – ГОСТ 12.4.051-87; ДСТУ EN 352-1
- Протишумні шоломи – ГОСТ 12.4.051-87; ДСТУ EN 352-3
- Протишумні вкладиші – ГОСТ 12.4.051-87; ДСТУ EN 352-2

**6. Засоби захисту рук**

Рукавиці та рукавички для захисту:

- від механічного впливу – ГОСТ 12.4.010-75
- від підвищених температур – ГОСТ 12.4.002-74
- від кислот і лугів
- від нафти та нафтопродуктів
- від вібрацій – ДСТУ EN 28041
- від електричної напруги

**7. Одяг спеціальний захисний**

Костюми ізолювальні ГОСТ 12.4.064-84

Костюми від знижених температур – ГОСТ 29335-92; ГОСТ 29338-95; ДСТУ EN 342; ДСТУ EN 343

Костюми від підвищених температур – ГОСТ 12.4.044-87; ГОСТ 12.4.045-87; ДСТУ EN 366; ДСТУ EN 342; ДСТУ EN 863

Костюми шахтарські для захисту від механічного впливу та загального виробничого забруднення – ГОСТ 12.4.110-82; ДСТУ EN 530

Костюми газотеплозахисні шахтні – ГОСТ 12.43.01-86

Костюми для захисту від нетоксичного пилу – ГОСТ 29057-91; ГОСТ 29058-91

Костюми для захисту від механічного впливу, води і лугів – ГОСТ 27651-88; ГОСТ 27653-88; ДСТУ EN 369

Костюми для захисту від кислот – ГОСТ 27652-88; ГОСТ 27654-88; ДСТУ EN 368

Костюми для захисту від води – ГОСТ 27643-88; ГОСТ 12.4.134-88

Костюми для захисту від нафти та нафтопродуктів – ГОСТ 12.4.111-82; ГОСТ 12.4.112-82

Фартухи спеціальні для захисту від підвищених температур – ГОСТ 12.4.029-76

Фартухи спеціальні для захисту від води та розчинів нетоксичних речовин – ГОСТ 12.4.029-76

Фартухи спеціальні для захисту від кислоти – ГОСТ 12.4.029-76

Фартухи спеціальні для захисту від нафти, нафтопродуктів, мастил і жирів – ГОСТ 12.4.029-76

Фартухи спеціальні для захисту від лугів – ГОСТ 12.4.029-76

Рятувальні жилети – ГОСТ 22336-77

**8. Засоби захисту ніг**

Взуття спеціальне шкіряне – ГОСТ 12.4.137-84; ГОСТ 2771-94; ГОСТ 2772-94; ГОСТ 28507-90

Взуття спеціальне гумове – ГОСТ 12.4.072-79; ГОСТ 5375-79; ГОСТ 12265-78; ДСТУ ISO 2023; ДСТУ ISO 2024; ДСТУ ISO 2025; ДСТУ ISO 2551

Взуття спеціальне з полімерних матеріалів – ГОСТ 12.4.162-85; ДСТУ ISO 4643; ДСТУ ISO 5423; ДСТУ ISO 6110

Взуття діелектричне – ГОСТ 12.4.162-85

**9. Засоби дерматологічні захисні сертифікуються відповідно до нормативних документів: ГОСТ 12.4.068-79****4.2. Спеціальний захисний одяг для промисловості**

Спеціальний захисний одяг є головним видом ЗІЗ, який використовується практично в усіх виробничих галузях, забезпечує захист персоналу під час виконання щоденних, регламентних робіт, а також у разі аварійних і післяаварійних робіт. Розглянемо основні види спеціального захисного одягу. Класифікацію захисного спеціального одягу здійснюють за низкою ознак. У **табл. 4.1** наведено класифікацію спецодягу за захисними властивостями, в **табл. 4.2** – класифікацію за конструкторським виконанням.

**Таблиця 4.1.** Класифікація спецодягу за захисними властивостями

Умовне позначення групи	Захисні властивості групи одягу	Захисні властивості підгрупи одягу
1	2	3
М	Від механічного впливу	Від проколів, порізів Від стирання
З	Від загальних виробничих забруднень	Від нетоксичного пилу
Т	Від підвищених температур	Від конверторного тепла Від теплового випромінювання Від іскри, бризків розпеченого металу, окалини Від відкритого полум'я
Т	Від низьких температур	Від температури повітря менш як мінус 20 °С

Продовження **табл. 4.1**

1	2	3
Р	Від радіонуклідних речовин і рентгенівського випромінювання	Від радіонуклідних забруднень Від рентгенівського випромінювання
Э	Від електричного струму, електричних зарядів, електричних полів і електромагнітних полів	Від електростатичних зарядів, полів Від електричних полів Від електромагнітних полів
П	Від пилу	Від пилу скловолкна і азбесту
Я	Від токсичних речовин	Від рідких токсичних речовин Від аерозолів
В	Від води і розчинів нетоксичних речовин	Водонепроникна Від розчинів поверхнево-активних речовин
К	Від кислот	Від кислот концентрацією >80 % Від кислот концентрацією 50+80 % Від кислот концентрацією 20+50 % Від кислот концентрацією <20 %
Щ	Від лугів	Від лугів концентрацією >20 % Від лугів концентрацією <20 %
О	Від органічних розчинників	Від рідких і аерозольних речовин
Н	Від нафти, нафтопродуктів, масел, жирів	Від сирової нафти Від продуктів легкої фракції нафти Від нафтових масел тяжких фракцій
Б	Від шкідливих біологічних факторів	Від мікроорганізмів Від комах

**Таблиця 4.2.** Класифікація захисного одягу за типами конструктивного виконання

Конструкція одягу	Призначення	Використання	Комплекти-ність
1	2	3	4
Герметичний з примусовою вентиляцією	Для повної ізоляції від дії агресивного середовища	В аварійних умовах у разі невідомих шкідливих речовин	Дихальний апарат

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4
Герметичний без примусової вентиляції	Для ізоляції від дії агресивного середовища та температурного впливу	В умовах забруднення аміаком, хлором, кислотами високої концентрації (до 80 %)	Протигазова маска, засоби захисту рук і ніг
Ізолювальний	Для захисту від потрапляння на шкіру рідких шкідливих хімічних, радіонуклідних речовин	На виробництвах під час роботи з рідкими розчинами лугів, кислот, органічних розчинників, нафтопродуктів середньої концентрації	Респіратор, засоби захисту рук, голови і ніг
Фільтрувальний	Для захисту від потрапляння на шкіру аерозолів біологічних, хімічних, радіонуклідних речовин	Очищення в умовах забруднення ОР	Респіратор, засоби захисту рук і ніг
Технологічний	Для захисту від зовнішніх і внутрішніх часток	Для роботи в технологічно чистих приміщеннях	Засоби захисту рук
Спеціальний захисний, негерметичний	Для захисту від промислового пилу, електромагнітного випромінювання, інше	Для роботи з відповідними небезпечними факторами	Респіратор, засоби захисту рук і ніг, голови, очей

Захисний одяг розрізняють за терміном експлуатації: разовий, з обмеженим терміном використання та багаторазовим використанням (табл. 4.3). Разовим називають такий одяг, який використовують до першого механічного ушкодження, не підлягає ремонту й очищенню. Разовий одяг використовують у контакті з агресивними речовинами низької та середньої концентрації. До одягу з обмеженим терміном використання належить такий, який може втрачати свої захисні властивості через деякий час експлуатації, наприклад, промокнути під дією води або водного розчину хімічної речовини, і допускає 1–2 цикли очищення (дегазація, дезактивація, прання). Такий одяг використовують для захисту від біологічно активних речовин, води та рідких розчинів хімічних речовин. Багаторазово використовується одяг, що

має тривалий період експлуатації в умовах контакту з агресивними речовинами середньої та високої концентрації, радіонуклідним пилом, нафтою та нафтопродуктами. Такий одяг підлягає багаторазовому очищенню, передбачається також можливість поточного ремонту в разі незначних механічних ушкоджень.

Таблиця 4.3. Класифікація захисного одягу за термінами використання

Призначення	Термін експлуатації	Умови праці	Тип виконання
Одяг багаторазового використання	Тривалий період	В умовах контакту з агресивними речовинами середньої та високої концентрації	Герметичний, ізолювальний, фільтрувальний
Одяг з обмеженим терміном використання	2–5 робочих змін	Використовується для захисту від біологічно активних речовин, води та рідких розчинів хімічних речовин	Спеціальний захисний, негерметичний
Одяг разового використання	Робоча зміна	Використовується в разі контакту з агресивними речовинами низької та середньої концентрації	Технологічний, спеціальний захисний

Основна частина спеціального одягу – захисний костюм, що вдягається зверху особистого одягу. Відповідно до Європейських стандартів EN 340, EN 943, захисний костюм і його складники повинні задовольняти таким вимогам:

- ✓ матеріал і складники костюма повинні бути зручні в носінні;
- ✓ забезпечувати необхідний рівень захисту;
- ✓ деталі костюма, що перебувають у контакті з тілом, не повинні мати гострих країв і виступів, що можуть викликати подразнення;
- ✓ конструкція повинна забезпечувати правильне розміщення одягу під час носіння з урахуванням навколишніх умов і специфіки рухів під час роботи;
- ✓ забезпечувати необхідну міцність й ефективний захист за мінімізації ваги костюма;
- ✓ одяг повинен бути водо- і паронепроникний.

Конструктивно одяг може бути виконаний у вигляді: курток, штанів, напівкомбінезонів, комбінезонів, жилетів, халатів, костюмів, блуз та ін. Існує велика кількість моделей асортименту виробів спецодягу (табл. 4.4.), які залежно від конкретних виробничих умов можуть бути рекомендовані як ЗІЗ. Ці види одягу можуть застосовуватися і окремо, і в комплекті залежно від умов праці конкретного виробництва.

Таблиця 4.4. Види моделей захисного спецодягу

Вид моделі	Ділянки тіла, які захищаються спецодягом	Сезон експлуатації
1	2	3
Куртка	Тулуб, руки (крім кисті)	Зимовий, літній, усі сезони
Блузони, блузи, верхня сорочка	Тулуб, руки (крім кисті)	Літній, усі сезони
Туніки	Тулуб, руки (крім кисті)	Літній, усі сезони
Брюки	Нижня частина тулуба та ноги (крім стоп)	Зимовий, літній, усі сезони
Комбінезони	Тулуб, руки (крім кисті) та ноги (крім стоп)	Зимовий, літній, усі сезони
Напівкомбінезони	Частина тулуба, руки (крім кисті) та ноги (крім стоп)	Зимовий, літній, усі сезони
Халати	Тулуб, руки (крім кисті)	Літній, усі сезони
Плащ	Тулуб і ноги	Усі сезони
Жилет	Тулуб	Зимовий, усі сезони
Спідниця	Нижня частина тулуба та ноги (крім частин гомілок і стоп)	Літній, усі сезони
Фартух	Тулуб і передня поверхня ніг	Усі сезони
Нижня білизна	Тулуб	Усі сезони
Шапочки	Тім'яна та потилична частини голови	Усі сезони
Маски	Частина обличчя	Усі сезони
Шоломи	Голова (крім обличчя)	Зимовий, літній, усі сезони
Пілотки	Тім'яна та потилична частини голови	Літній, усі сезони
Рукавички	Кисті	Зимовий, усі сезони

Продовження табл. 4.4

1	2	3
Рукавиці	Кисті	Зимовий, усі сезони
Шкарпетки	Гомілки та стопи	Усі сезони
Бахіли (на твердій підшві й типу панчохи)	Гомілки та стопи	Усі сезони
Гамаші	Гомілки	Усі сезони
Нарукавники	Нижня частина плечей і передпліччя	Усі сезони
Наплічник	Плечовий пояс	Усі сезони
Наколінники	Коліна, верхня частина гомілок	Усі сезони
Кожух	Тулуб, ноги та руки (крім стоп і кисті)	Зимовий
Напівкожух	Тулуб, верхня частина стегон, руки (крім кисті)	Зимовий

Застосування нових матеріалів, сучасних технологій проектування і виготовлення дає змогу створити комплекти ЗІЗ, що забезпечують високу надійність, комфортність під час експлуатації і мають невисоку вартість.

Розмір спецодягу позначають величинами контрольних розмірних ознак для типової постаті в такій послідовності: зріст, обхват грудей, далі роблять додаткові виміри, якщо це необхідно. У визначенні розміру окремі виміри відокремлюють комами, контрольні розмірні ознаки відокремлюють дефісом. Допускається встановлювати інтервали вимірів. Розмір спецодягу вказують на стандартній піктограмі відповідно до ДСТУ EN 465. На спецодяг розроблено велику кількість ТУ і ДСТУ, і зараз триває активний процес гармонізації цих нормативів з європейськими. З'являються ДСТУ, яких раніше не існувало, наприклад, ДСТУ EN 468. Найпоширеніший тип спецодягу, який знаходить застосування на будь-якому виробництві, – одяг від загальних виробничих забруднень. Його виготовляють з легких сумішей бавовняних тканин, а також тканин зі штучним волокном. Конструктивно виконується у вигляді: комбінезонів, костюмів, халатів, фартухів, блуз.

Спецодяг для захисту від механічних впливів захищає шкірні покриви й одяг, що прилягає до шкірних покривів, від проколів і порізів. Відмінна риса спецодягу для захисту від механічних впливів – наявність

підсилювальних накладок у ділянці ліктів, колін і сидіння, внутрішніх кишень у ділянці ліктів і колін для вкладання амортизаційних прокладок.

Спецодяг і його елементи для захисту **від підвищених температур** повинні мати такі властивості :

- ✓ забезпечувати ефективний захист від впливу іскор і бризків розплавленого металу;
- ✓ конструкція одягу зручна в експлуатації;
- ✓ місце розташування і вид застібки вибирають для максимального захисту від потрапляння іскор і бризків розплавленого металу в підодяговий простір, забезпечують зручність під час надягання і зняття спецодягу;
- ✓ комір куртки і глибину горловини вибирають з урахуванням необхідності захисту шкіри шиї від натирання;
- ✓ конструкція рукавів забезпечує свободу рухів, під час згинання руки в лікті – мінімальне утворення поперечних складок;
- ✓ конструкція одягу повинна містити елементи, що сприяють забезпеченню нормального мікроклімату підодягового простору: вентиляційні отвори в місцях підвищеного потовиділення; елементи захисту від влучення іскор і бризків розплавленого металу через низ рукавів і штанів;
- ✓ головний убір забезпечує захист волоссяного покриву голови і шкірного покриву обличчя і шиї, не ускладнює повороти і нахили голови під час роботи;
- ✓ конструкція рукавиць захищає руки від іскор і бризків розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями, влучення іскор і бризків всередину рукавів.

Створення одягу для захисту знижених температур є складним науковим і практичним завданням, тому що одяг повинен вдовольняти комплекс вимог, часто несумісних одна з одною. Він повинен захищати від зовнішньої вологи й не перешкоджати видаленню вологи з поверхні тіла. Одяг також повинен захищати людину від охолодження в стані спокою і не створювати відчуття перегрівання під час виконання інтенсивної фізичної роботи. Тому необхідно розглядати комплект одягу для захисту від холоду як єдине ціле, оскільки охолодження будь-якої ділянки тіла може бути причиною холодого дискомфорту або осередком ураження за достатнього і навіть надмірного утеплення іншої поверхні.

Для розрахунку теплоізоляції комплексу ЗІЗ, потрібної для належного захисту працівника від охолодження в конкретних умовах його трудової діяльності, розроблено методичні рекомендації № 11-0/279-09. Ці рекомендації дають змогу визначити необхідну величину теплоізоляції комплексу ЗІЗ з урахуванням припустимого ступеня охолодження працівника, тривалості безперервного перебування на холоді, рівня енерговитрат, температури повітря й швидкості вітру, повітропроникності зовнішнього шару спецодягу, раціонального утеплення різних частин тіла з урахуванням голови, стоп, кистей. Крім того, в документі наведено вимоги до теплоізоляції комплексу ЗІЗ, який використовується в різних кліматичних регіонах, що характеризуються різними діапазонами температури повітря в зимові місяці і найбільш імовірної швидкості вітру.

Спецодяг для захисту від **нафти і нафтопродуктів** обов'язково повинен мати додаткові накладки з матеріалів, стійких до дії нафти і нафтопродуктів, масел і жирів, наприклад з матеріалів з ПВХ покриттям. Крім цього, зовнішні кишені обов'язково мають захисні клапани, а сам одяг обладнується потаємними застібками для забезпечення ізоляції.

Спецодяг для захисту від **кислот і лугів** призначений для захисту від пари, аерозолів і рідкої фази розчинів кислот і лугів. Зазвичай такий одяг проектується як невентильований костюм фільтрувального або ізолювального типу. Спецодяг для захисту **від води й розчинів нетоксичних речовин** призначено для роботи в умовах атмосферних опадів, вітру, розчинів поверхнево активних речовин. Він може виготовлятися з прогумованого матеріалу, водостійкої тканини або тканини з водовідштовхувальним просоченням. Одяг обов'язково забезпечується каптуром і максимальною герметизацією по лінії обтюраторів.

Спецодяг **від шкідливих біологічно активних речовин і факторів** призначений для захисту від мікроорганізмів, бактерій і укусів комах. Такий одяг є необхідним для тих, хто працює в фармакологічній галузі, медичних закладах, в сільському господарстві, лісовій, деревообробній галузях під час здійснення аварійних робіт. Рекомендовано виготовляти разовий одяг з використанням полімерних матеріалів. Так само, як і спецодяг для захисту від води, конструктивно доповнюється каптуром, але на відміну від водозахисного каптура доповнюється ще й протимоскітною сіткою. Низ рукавів і штанів завжди має обтюраторію. Обтюраторія забезпечується використанням гумок, тасьми, шви виробу проклеюють або проварюють герметичною стрічкою.

Спецодяг для захисту **від токсичних речовин** охороняє від отруйних речовин у вигляді газу, пари, аерозолів, крапель, рідини і твердих часток. У зв'язку з тим, що такий одяг виготовляється без вентиляції у вигляді фільтрувальних або ізолювальних костюмів, необхідно докладно визначати граничний час роботи.

**Сигнальний одяг підвищеної видимості.** Шляховики, будівельники, рятувальники, залізничники – це лише неповний перелік професій, де застосування сигнального одягу є життєвою необхідністю. Часто такі працівники виконують виробничі обов'язки в умовах недостатньої видимості. Тому правильний вибір сигнального одягу – необхідна умова безпеки працівника.

В Україні з 1.07.2003 діє стандарт ДСТУ EN 471 на одяг застережливий, далеко помітний, підвищеної видимості. На розвиток цього стандарту розроблено методику оцінки ризиків, що дає змогу до кожного конкретного виду діяльності працівників приписати сигнальний одяг певного класу. Такий підхід уможливорює зниження кількості нещасних випадків через недостатню видимість у темну пору доби і на робочих місцях з підвищеним рівнем небезпеки.

Цей стандарт регламентує вимоги до експлуатаційних характеристик фонових і світловідбивних матеріалів, площі розташування сигнальних елементів на спецодязі. Крім того, на маркованих виробках повинні бути зазначені клас світловідбивного матеріалу і клас сигнального одягу. Що вищий клас світловідбивного матеріалу, то більший термін використання і то яскравіше матеріал світлитиметься в темноті під час спрямування на нього світла. Відповідно, що небезпечніше робоче місце, то вищим повинен бути клас виробу загалом. Смуги світловідбивного матеріалу повинні бути завширшки не менш як 50 мм.

Для виготовлення одягу вибирають світловідбивні елементи, передусім оцінюють їхній зовнішній вигляд. Поверхня матеріалу, з якого вони зроблені, повинна бути рівною та однорідною, без тріщин і подряпин. Якісна світловідбивна стрічка має тільки ткану основу. Якісні світловідбивні матеріали, що відповідають вимогам стандарту, повинні витримувати не менш як 30 циклів прання. Заощаджуючи кошти і закупаючи недоброякісний сигнальний одяг, працедавець прирікає працівника на незахищеність в умовах недостатньої видимості.

Спеціальний одяг тривалого використання необхідно чистити мірою забруднення. Залежно від виду матеріалу і типу забруднювальних речовин застосовують такі види очищення, як прання, дегазація,

дезактивація. Найпоширенішим видом догляду за спецодягом є прання, яке становить комбінований вплив різних факторів (температури, мийних засобів, води, механічного впливу і часу). Основна робоча температура прання в промислових пральнях становить 60–95 °С. Варто звертати увагу на температуру, що рекомендується для кожного виду тканини та матеріалу, яка вказується в інструкціях з очищення або на вшивних етикетках.

Ремонт або заміна виробів разового використання або з обмеженим терміном використання, виготовлених із захисних матеріалів, необхідні у разі виявлення після закінчення зміни ушкоджених під час роботи ділянок тканини. Невелике за площею ушкодження або розрив матеріалу спецодягу безумовно підлягає ремонту. До захисного виробу необхідно додавати інструкцію щодо умов очищення від виробничих забруднень, догляду відповідно до властивостей використаних матеріалів, умов експлуатації. У ній вказується інформація для споживача з переліком додаткових хімічних сполучень і їхньої концентрації (для хімічно небезпечних робочих місць), захист від яких забезпечує одяг; вказується гарантійний термін зберігання одягу, після закінчення якого можуть з'явитися ознаки старіння матеріалу. Кількість циклів очищення повинна відповідати зазначеним у стандартах і технічних умовах для конкретного виду одягу. Маркування способів догляду за текстильним захисним одягом виконується за ГОСТ 16958, символи з догляду за виробом – за ГОСТ 3758. Розглянемо докладніше види захисного одягу для хімічної, нафтопереробної, машинобудівної, гірничовидобувної галузей, для здійснення післяаварійних робіт на забруднених територіях і акваторії.

### 4.3. Ергономічні показники захисного одягу

Розмірну типологію дорослого населення розроблено на основі вимірів чоловіків і жінок у статичній позі. У результаті робочої діяльності виникає зміна деяких фізичних розмірів людини, що характеризується динамічними приростами величин окремих розмірних ознак, які впливають на конструкцію виробу. У проектуванні спецодягу, протигазових масок, респіраторів, рукавичок та інших засобів необхідно враховувати утилітарні потреби, які забезпечують відповідність виробу умовам праці. Одяг повинен забезпечити не тільки захист від шкідливих виробничих факторів, а й свободу рухів і дихання людини та бути зручним в експлуатації. Це необхідно враховувати в проектуванні, конструюванні та виготовленні ЗІЗ.



### 4.3.1. Основні рухи працівників на суші і в акваторії

Взаємодія елементів одягу з тілом людини залежить від рухів, які виконуються в процесі професійної діяльності. Запропоновано поділ постаті людини на 18 типових модулів (9 передніх і 9 задніх), які відповідають топографічним ділянкам одягу (рис. 4.1). Усі рухи за їхньою траєкторією можна поділити на: горизонтальні, вертикальні, нахили і повороти. Крім того, можливі класифікації рухів різних частин тіла і різних траєкторій.

Проаналізувавши рухи, які можуть здійснювати працівники щоденно та на складних завданнях у разі аварій на АЕС, шахтах, нафтопереробних підприємствах, військовики під час виконання бойових завдань в умовах хімічного, біологічного або радіонуклідного забруднення на суші та в акваторії, не можемо визначити всі рухи, тому що існують певні не передбачені обставини, проте можемо акцентувати на їхніх основних позах, відмінних від антропометричних.

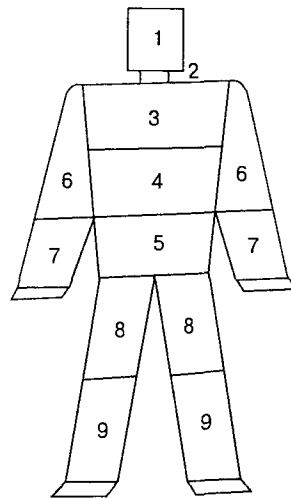


Рис. 4.1. Топографічні ділянки одягу

Кожні умови праці визначають певну кількість найбільш поширених одноманітних рухів, але виконання конкретних професійних обов'язків на робочому місці зумовлює специфічні для таких видів діяльності пози. На рис. 4.2 зображено основні статичні і динамічні пози під час виконання робіт на суші.

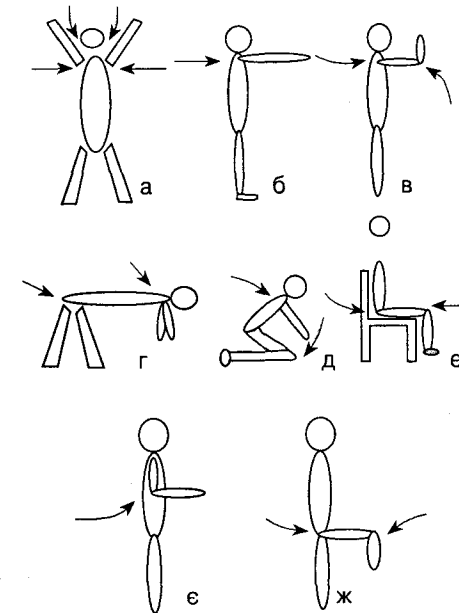
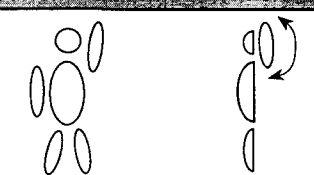
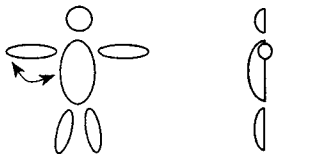
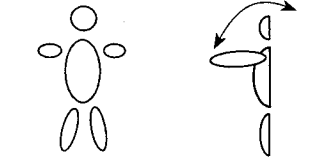
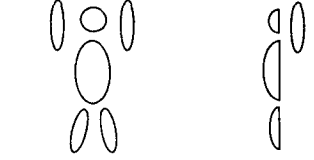


Рис. 4.2. Основні статичні і динамічні пози: а – руки підняті вертикально вгору; б – руки горизонтально витягнуті вперед; в – рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом  $90^\circ$  та розташована у горизонтальній площині; г – повний нахил тулуба вперед; д – стоячи на колінах; е – положення сидячи; е – рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом  $90^\circ$ ; ж – нога зігнута під кутом  $90^\circ$  у тазостегновому та колінному суглобах

Окремо вивчаються основні рухи людини, яка перебуває та працює у воді. Аналіз елементарних рухів щодо водних і підводних робіт дав змогу визначити їхні чотири комбінації, наведені в табл. 4.5. Рух кінцівок рук залежить не тільки від рухливості плечових суглобів, а й від рухливості плечового пояса і хребта, грудного і відділів попереку. Недостатня рухливість плечового пояса рятівника, який плаває способом батерфляй і дельфін, змушує його піднімати верхню частину тулуба з води для підготовчих рухів кінцівками рук. За поганої рухливості шийного відділу хребта в плаванні кролем рятівник не тільки повертає голову для вдиху, а й піднімає її вгору. Це порушує загальну структуру і узгодженість рухів. У результаті виникають зайві коливання тулуба і змінюється положення тіла. Тому комплекс рухів складено з урахуванням участі рук і корпусу.

Таблиця 4.5. Опис рухів рятівників у акваторії

№ з/п	Графічне зображення рухів	Опис рухів
1		Фаза гребка. Гребок рукою виконується в напрямку вниз – назад і вверх. Стиль плавання – кроль на грудях
2		Руки піднімаються зводи, виконують підготовчі рухи над водою. Стиль плавання – дельфін
3		Руки описують дугу 170–165°. Гребок виконується майже прямими руками або зігнутими в ліктьових суглобах. Стиль плавання – брас на спині
4		Руки витягнуті в горизонтальному положенні в напрямку руху. Стиль плавання – одноударний дельфін

Окремо визначалися основні рухи, характерні для виконання аварійних і післяаварійних робіт в умовах хімічного, біологічного і радіонуклідного забруднення території. Приблизний перелік основних поз і рухів складається з таких:

- ✓ робочі положення: стоячи, сидячи, присівши, лежачи, лежачи на боці;
- ✓ специфічні робочі пози: фіксована поза, рух щодо застосованих механічних засобів;
- ✓ специфічна діяльність за ступеня зайнятості кінцівок: руки, ноги, кисть, стопи, коліна. Зайнятість рук: постійна (права, ліва, обидві); періодична (права, ліва, обидві). Зайнятість ніг: постійна (права, ліва, обидві);
- ✓ кут нахилу тулуба під час виконання рухів: прямий, нахил вперед, назад, ліворуч, праворуч, під кутом;

- ✓ кут нахилу голови під час виконання дій: прямий, нахил вперед, назад, ліворуч, праворуч, під кутом;
- ✓ кут нахилу ноги: прямий, назад, ліворуч, праворуч, під кутом.

Кожні виробничі та технологічні операції супроводжуються певними статичними та динамічними позами. Тому на першому етапі розробки конструкції одягу визначають перелік основних поз і рухів.

За певних рухів відбуваються зміни окремих розмірних ознак спеціального одягу. Ці зміни величин необхідно враховувати у визначенні припуску на вільне облягання і конструкції загалом, і окремих її ділянок.

#### 4.3.2. Основні рухи персоналу під час виготовлення ЗІЗ

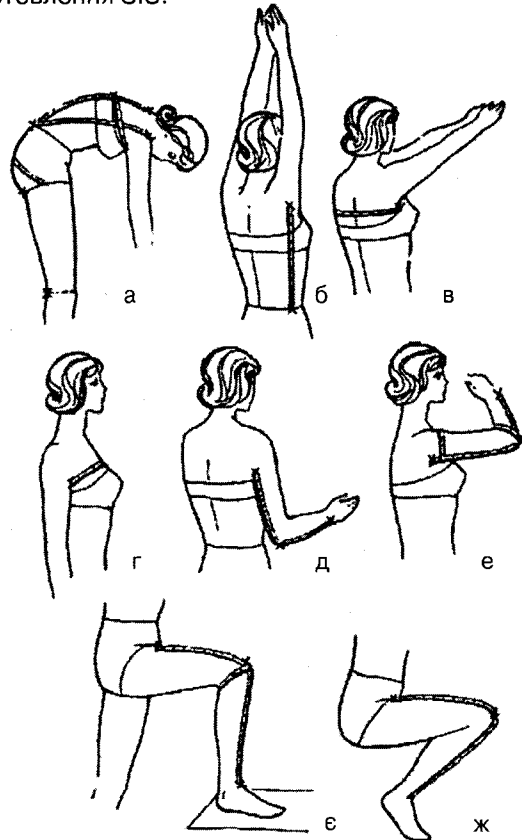
Рациональна організація виробничого процесу дає змогу підвищити ефективність праці, зменшити рівень захворювань і таким чином забезпечити зниження собівартості виробів та їхню економічність. Один з важливих напрямів в організації трудового процесу – вивчення ергономічних характеристик робочої пози, яка зумовлює низку суттєвих вимог до опорно-рухового апарату працівника. Відомо, що формування в процесі праці фізіологічно раціональної робочої пози має суттєве значення для послідовного утворення динамічного стереотипу, гармонізації відношення в рамках моделі людина – виробниче середовище – самопочуття, зниження ступеня функціонального напруження, попередження втомлюваності та профілактики професійних захворювань.

Робочі рухи персоналу виробництва з виготовлення ЗІЗ і швейної промисловості залежать від характеру виробничих операцій, що виконуються, і відрізняються за частотою, швидкістю, амплітудою, напрямком, видом технологічної операції. Вони мають певні кількісні та якісні особливості у персоналу різних виробничих циклів – підготовчого, експериментального, розкрійного, зварювального, швейного.

Найпоширеніші типи робочих поз:

- ✓ згинання рук у ліктьовому суглобі;
- ✓ розгинання рук у ліктьовому суглобі;
- ✓ відведення рук;
- ✓ нахили і повороти тулуба;
- ✓ повороти голови;
- ✓ згинання колін.

На **рис. 4.3** наведено основні статичні та динамічні пози персоналу під час виготовлення ЗІЗ.

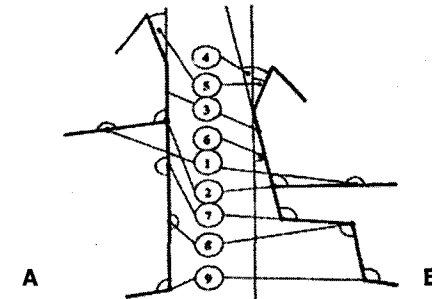


**Рис. 4.3.** Статичні та динамічні пози:

а – повний нахил тулуба вперед; б – руки підняті вертикально догори; в – руки горизонтально витягнуто вперед; г – лопатки максимально зближено при опущених руках; д – рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом  $90^\circ$ ; е – рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом  $90^\circ$  та розташована у горизонтальній площині; ж – нога зігнута під кутом  $90^\circ$  у тазостегновому та колінному суглобах; з – положення сидячи

Розроблено оптимальні робочі пози стоячи та сидячи, які не спричиняють виникнення втомлюваності впродовж тривалого періоду часу. На **рис. 4.4** наведено епюри оптимальних поз. У реальному виробничому процесі цього досягти дуже важко і реальні пози відрізняються від

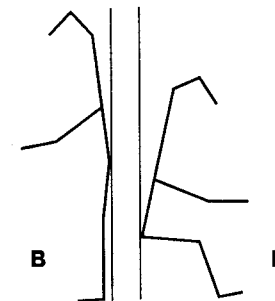
оптимальних (**рис. 4.5**). Наприклад, робоча поза робітниці, яка працює на зварювальному обладнанні (герметизація швів), близька до оптимальної. Однак у такій робочій позі спостерігаються деякі збільшення кутів у ліктьовому суглобі, які сягають до  $139^\circ$ , та відхилення плеча від тулуба, що не відповідає оптимальній позі стоячи. Трохи відрізняється від оптимального нахил голови щодо корпусу ( $41^\circ$ ) та вертикалі ( $36^\circ$ ). Така робоча поза викликає певне статичне навантаження м'язів шії, плечового пояса або тулуба.



**Рис. 4.4.** Епюри оптимальних робочих поз стоячи та сидячи

Умовні позначення суглобних кутів і зчленувань тіла:

1 – кисть–передпліччя ( $180^\circ$ ); 2 – ліктьовий суглоб ( $95^\circ$ ); 3 – відхилення плеча від тулуба ( $0^\circ$ ); 4 – нахил голови щодо корпусу ( $25^\circ$ ); 5 – нахил голови щодо вертикалі (А- $25^\circ$ ; Б- $35^\circ$ ); 6 – нахил тулуба щодо вертикалі (А- $0^\circ$ ; Б- $10^\circ$ ); 7 – тазостегновий суглоб (А- $180^\circ$ ; Б- $115^\circ$ ); 8 – колінний суглоб (А- $180^\circ$ ; Б- $115^\circ$ ); 9 – гомілковостопний суглоб ( $118^\circ$ )



**Рис. 4.5.** Епюри робочих поз стоячи та сидячи

Для швеї у положенні сидячи (Г) спостерігаються відхилення у ліктьових суглобах ( $29^\circ$ ), відхилення плеча від тулуба ( $11^\circ$ ), нахилі голови щодо вертикалі ( $19^\circ$ ) та корпусу ( $20^\circ$ ). Звертає на себе увагу нахил тулуба

щодо вертикалі, який відрізняється на  $10^{\circ}$  від оптимального значення за рахунок нахилу тулуба вперед. Крім того, у такій позі швеї зменшено кути у тазостегновому та колінних суглобах. У **табл. 4.6** наведено статистичну інформацію про відповідність реальних умов праці оптимальним.

**Таблиця 4.6.** Середні значення, які характеризують основні робочі пози персоналу та порівняння їх з оптимальними

№ точки	Найменування суглобних кутів і зчленувань (основні робочі пози)	Середні величини, град°		Оптимальні величини А/Б, град°	Відхилення В/Г, град°
		В	Г		
1	2	3	4	5	6
1	Кисть-передпліччя: права рука ліва рука	187 187	179 179	180 180	+7/-1
2	Ліктьовий суглоб: права рука ліва рука	139 139	66 66	95 95	+44/29
3	Відхилення плеча від тулуба права рука ліва рука	40 40	11 11	0 0	+40/+11
4	Нахил голови щодо корпусу	41	45	25	+16/+20
5	Нахил голови щодо вертикалі	36	54	25/35	+11/+19
6	Нахил тулуба щодо вертикалі	6	20	0/10	+6/+10
7	Тазостегновий суглоб права нога ліва нога	184 184	89 89	180/115 180/115	+4/-26
8	Колінний суглоб права нога ліва нога	178 178	92 92	180/115 180/115	-2/-23
9	Гомілковостопний суглоб права нога ліва нога	106 106	108 108	118 118	-12/-10

Правильність робочої пози залежить від правильної організації робочого місця, яке повинно бути узгоджене з ергономічними вимогами. У **табл. 4.7** наведено основні антропометричні показники, які необхідно враховувати під час планування кожного робочого місця (висота стільця та машини, розміщення предметів праці, освітлення та ін.).

**Таблиця 4.7.** Основні антропометричні показники робітниць

№ з/п	Величина, що вимірюється	Середній показник, мм	Середньоквадратичне відхилення, мм	Мінімум, мм	Максимум, мм
1	2	3	4	5	6
1	Зріст (довжина тіла), мм	1567	57	1470	1660
2	Зона вертикальної досяжності	1981	76	1860	2110
3	Довжина руки, витягнутої вбік	600	30	510	711
4	Зона бокової досяжності (від плечової точки)	835	26	525	610
5	Довжина ноги у позі стоячи	226	41	765	900
6	Ширина колін	349	18	200	256
7	Ширина плечей	302	16	323	375
8	Довжина плечей	726	16	276	3360
9	Ширина розташування ніг	1458	72	600	846
10	Висота очей (у позі стоячи)	12	55	1348	1548
11	Висота плечової точки (у позі стоячи)	1281	52	1200	1365
12	Висота пальцевої точки	584	36	524	644
13	Довжина руки	697	31	646	748
14	Висота верхньої грудної точки	1271	50	1190	1350
15	Висота соскової точки	1168	55	1118	1223
16	Висота лінії талії	976	43	906	1046
17	Довжина руки, витягнутої вперед	686	31	635	737
18	Найбільший сагітальний діаметр	300	-	-	-
19	Зріст у позі сидячи	1211	45	1136	1286

Продовження табл. 4.7

1	2	3	4	5	6
20	Висота очей у позі сидючи	1100	42	1030	1170
21	Ліктюва ширина	452	44	380	525
22	Найбільший діаметр стегон	388	31	337	439
23	Висота стільця	370	22	334	406
24	Висота очей над стільцем	725	28	680	770
25	Висота плеча над підлогою	930	41	863	1010
26	Висота ліктя над підлогою	605	35	550	663
27	Висота лопаток над стільцем	426	23	384	464
28	Висота плеча над стільцем	560	27	515	605
29	Висота ліктя над стільцем	235	25	195	276
30	Висота коліна над стільцем	467	24	427	507
31	Довжина передпліччя та кисті	427	18	395	457
32	Довжина стегна редукована	472	22	436	508
33	Довжина стегна	568	28	522	614
34	Довжина витягнутої ноги у позі сидючи	983	47	905	1060
35	Діаметр стегна	143	13	122	164
36	Поясний діаметр	255	40	188	332

У процесі експлуатації захисного одягу працівники виконують рухи, пов'язані з технологією та вимогами трудового процесу, тому велике значення під час проектування мають виміри розмірів тіла у динаміці.

За статистичних досліджень антропологічних вимірів працівників виявлено зміни деяких розмірних ознак постаті у характерних робочих позах. Їхні значення залежать від статі, віку, зросту людини. Ці виміри повинні бути враховані в конструюванні модельного асортименту. Динамічні прирости антропометричних ознак враховуються у прибавках під час проектування виробу (рис. 4.6).

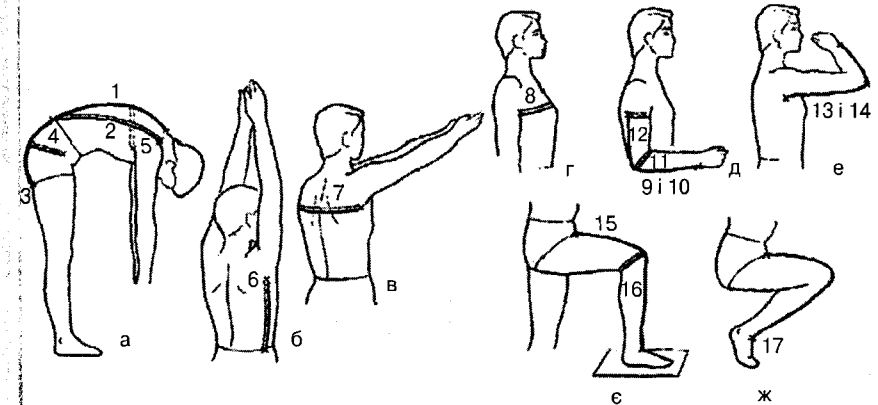


Рис. 4.6. Динамічні прибавки одягу з урахуванням основних рухів працівників

У табл. 4.8 наведено середні величини динамічних приростів окремих ознак постаті чоловіків. У табл. 4.9 наведено зміни постаті людини під час виконання рухів.

Таблиця 4.8. Середні величини динамічних приростів антропометричних ознак постаті

Характеристика рухів	Виміри постаті	Динамічний приріст, см
1	2	3
Повний нахил тулуба вперед (голова нахилена вперед, підборіддя торкається грудей, ноги прямі у колінних суглобах, руки опущені вниз (рис. а))	Довжина спинки до талії (1)	8,6
	Висота плеча (2)	8,2
	Відстань від лінії талії до підсідничної складки (3)	8,8
	Задня поперекова дуга сідничної ділянки (4)	1,8

Продовження табл. 4.8

1	2	3
Повний нахил тулуба вперед (голова нахилена вперед, підборіддя торкається грудей, ноги прямі у колінних суглобах, руки зі стисненими долонями опущені вниз)	Ширина спини (5)	15,8
Руки зі стисненими долонями піднято догори (рис. б)	Відстань від лінії талії до заднього кута пахвової впадини (6)	8,8
Руки горизонтально витягнені вперед зі стисненими долонями (рис. в)	Ширина спини (7)	12,2
Лопатки максимально стиснені при опущених руках (рис. г)	Ширина грудей (8)	8,6
Руки зігнуті у ліктьовому суглобі під кутом 90°, передпліччя і кисть руки направлені горизонтально вперед (рис. д)	Відстань від заднього кута пахвової впадини до ліктя (9)	2,6
	Відстань від заднього кута пахвової впадини до кисті (10)	4,2
	Обхват руки у ліктьовому суглобі (11)	5,5
Обхват плеча (12)		2,7
	Руки зігнуті у ліктьовому суглобі під кутом 90° і розташовані у горизонтальній площині (рис. е)	Відстань пахвової впадини до кисті (13)
Нога зігнута під прямим кутом у тазостегновому та колінному суглобах (рис. е)	Відстань від пахвової впадини до ліктя (14)	12,8
	Довжина ноги (15)	5,5
Положення сидячи навприсядки (рис. ж):	Обхват коліна (16)	3,3
	Довжина ноги (17)	8,7

Таблиця 4.9. Зміни розмірних ознак в динамічних позах

Динамічна поза	Найменування розмірної ознаки	Значення розмірної ознаки, см	Зміна розмірної ознаки (динамічний приріст), см
Відхилення корпусу назад	Довжина до талії спереду	54,0	3,6
Повний нахил корпусу вперед, ноги прямі, руки опущені вниз	Довжина спини до талії	43,3	6,4
Руки горизонтально випрямлені вперед	Ширина спини	19,6	9,4
Лопатки максимально зближені за опущених рук	Ширина грудей	19,0	5,3
Нога зігнута під прямим кутом у тазостегновому та колінному суглобах	Відстань від лінії обхвату талії до рівня підсідничної складки (по дузі)		4,1

Як видно з **табл. 4.9**, найбільшого напруження під час рухів зазнають такі розмірні ознаки, як ширина спинки, довжина спини до талії, відстань пахвової впадини до кисті та ліктя. Тому найслабкішим місцем конструкцій одягу є середній шов спинки, шви рукавів, штанів.

Отже, в результаті досліджень було встановлено, які фактори впливають на характер робочої пози. Робоча поза безпосередньо впливає на ступінь і тривалість напруження окремих груп м'язів, що забезпечують виконання конкретної трудової діяльності. Функціональні зміни в організмі у процесі праці зумовлені роботою, що виконується. Різноманітність форм трудової діяльності зумовлює відповідно різні вимоги до фізіологічних функцій організму і визначає кількість затраченої енергії та важкість різних видів робіт.

#### 4.4. Види захисного одягу для роботи в умовах дії полів іонізуючого випромінювання

Відповідно до ДСТУ ISO 8194 "Одяг для захисту від радіонуклідного забруднення" на АЕС ЗІЗ поділяють на два види одягу: одяг герметичний з примусовою вентиляцією; одяг негерметичний без примусової вентиляції.

Матеріали, з яких виготовляють захисний одяг, повинні бути непроникні для пилу, рідини й аерозолів з радіонуклідними забруднювальними речовинами. Попередні дослідження виявили (розділ 3), що такі властивості мають полімерні матеріали, створені з поліпропіленових, поліетиленових і поліуретанових волокон та ПВХ.

Необхідно розглядати комплект одягу для захисту від радіаційного впливу як єдине ціле, оскільки забруднення або опромінювання будь-якої ділянки тіла призводить до ураження людини.

Конструкція костюма повинна відповідати таким вимогам: не мати виступних деталей; не мати жодних кишень або схожих елементів; одяг може складатися з однієї або двох частин; предмети одягу можна легко одягати та скидати з мінімальним ризиком забруднення користувача; конструкція будь-якого елемента, що герметизує одяг, повинна захищати тіло від забруднень під час його знімання.

Для одягу спеціального призначення дуже важливо враховувати експлуатаційні потреби, спрямовані на забезпечення відповідності виробу умовам праці. Одяг повинен забезпечувати вільність рухів і дихання, а також бути зручним у носінні. У моделюванні захисних комплектів необхідно виявляти місця найбільшого зношення одягу і створювати раціональну конструкцію, що забезпечить ефективний захист і підвищений рівень надійності виробів. На кожен виріб впливає низка факторів (ультрафіолетові промені, багатократна дезактивація, механічні навантаження, хімічні речовини), які провокують підвищене зношення і зменшують термін використання. Усі ділянки одягу підлягають зношенню по-різному. Властивості захисних комплектів для роботи в умовах імовірного впливу полів іонізуючого випромінювання повинні забезпечувати такі обов'язкові показники захисної ефективності:

- ✓ повний захист від  $\alpha$ -,  $\beta$ -випромінювання та частково від  $\gamma$ -випромінювання;
- ✓ захист від пилу та аерозолів з радіонуклідами;
- ✓ від механічних ушкоджень і загальних забруднень;
- ✓ водо- та маслостійкість.

Такі властивості досягаються з допомогою правильно обраних матеріалів, науково розроблених конструкцій і методів обробки.

Вплив зовнішнього іонізуючого випромінювання визначається загальною поглиненою дозою. Дози радіонуклідності, що накопичуються в організмі, нерівномірно розподіляються та неоднаково впливають на

органи. Тому у проектуванні захисного одягу визначають ділянки, які потребують підвищеного захисту. Топографію таких ділянок наведено на рис. 4.7.

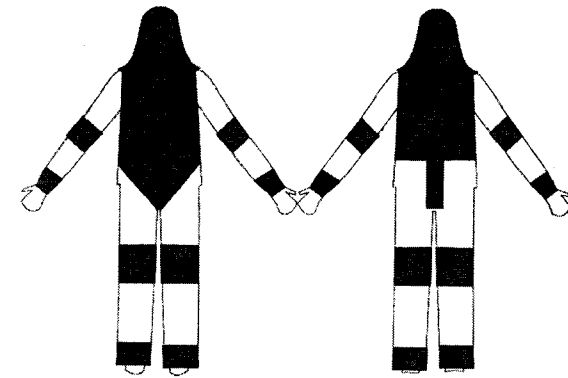


Рис. 4.7. Топографія ділянок, які потребують підвищеного рівня захисту:  
а – вигляд спереду, б – вигляд ззаду

#### 4.4.1. Конструкція одягу

На різних ділянках АЕС спостерігаються різні величини радіаційного впливу і тому створюють багатоступеневу систему універсального захисту. До основного комплекту ЗІЗ персоналу АЕС входять: костюм (або комбінезон під час роботи на устаткуванні 1 контура); шапочка; натільна білизна; шкарпетки; черевики; рукавички; фільтрувальна маска 4 типу (відповідно до ДСТУ EN 149); носові хустки разового використання. У додатковий комплект ЗІЗ входять: одяг з ПВХ-пластикату (нарукавники, фартухи, напівхалати, напівкомбінезони, костюми); спеціальне взуття; засоби для захисту органів дихання (протигази); ЗІЗ очей. Основний комплект і додаткові ЗІЗ нині не захищають від  $\gamma$ -випромінювання. Проте під час ремонтних, демонтажних і аварійно-відновлювальних робіт, а також утилізації радіонуклідних відходів на АЕС виникає необхідність перебування персоналу в зонах дії іонізуючого випромінювання (ІВ) з енергіями в інтервалі від 0,1 до 2 МеВ.

Основний комплект і додаткові ЗІЗ використовують не для захисту від дії ІВ, а для захисту від потрапляння радіонуклідних речовин всередину організму. Частина радіонуклідних речовин, що потрапили на шкіру, проникають усередину через пори. Якщо на шкіру потрапляє рідка

радіонуклідна речовина, процес проникання підсилюється. Тому під час робіт, де можливий контакт із радіонуклідними рідинами, необхідно застосовувати додаткові пластикові ЗІЗ. Крім радіонуклідного пилу і аерозолів, на працівника може впливати зовнішнє іонізуюче випромінювання.

Одяг негерметичний поділяється на кілька видів: фільтрувальний для щоденного застосування за нормальних режимів роботи в приміщеннях категорії В; ізолювальний, виготовлений з полімерних матеріалів для роботи в приміщеннях категорії Б. Обидва типи одягу захищають від проникнення радіонуклідних забруднювальних речовин, призначені для багаторазового використання і витримують багаторазові дезактивації без зміни захисних властивостей.

Захисний одяг щоденного використання обов'язковий для всього персоналу, що перебуває в контрольованих зонах. Для виготовлення такого виду одягу використовують матеріали, виконані з 100 % бавовняних ниток зі щільністю не менш як 271 г/м<sup>2</sup>, попередньо усаджені. Матеріал з бавовни забезпечує захист організму від забруднень твердими частками або аерозолями слабкої концентрації.

Обов'язкові вимоги до застосування спецодягу повсякденного використання:

- ✓ спецодяг за розмірами повинен пасувати працівнику, забезпечувати свободу руху;
- ✓ спецодяг повинен бути застебнутий на всі ґудзики чи зав'язаний на всі тасьми, не мати виступних деталей;
- ✓ шапочка (чепчик) повинна цілком одягатися на голову, волосся заправляють під неї;
- ✓ забороняється закривати рукави костюма та комбінезона;
- ✓ спецодяг виготовляють зазвичай білого кольору. Можна використовувати одяг іншого кольору за умов узгодження зі службою радіаційної безпеки і наявності на ньому виразного маркування;
- ✓ спецодяг і натільну білизну направляють на дезактивацію мірою їх забруднення.

Перспективним напрямом у виробництві повсякденного одягу є використання нетканих матеріалів із поліпропіленових і поліетиленових волокон. Характеристики матеріалів наведено в *табл. 3.4–3.7*. Невисока собівартість матеріалів дає змогу використовувати такі костюми як разові. Особливістю одягу з таких матеріалів є непроникнення

через структуру матеріалу повітря і води. Вид діяльності – проведення технологічних робіт без порушення технологічного обладнання. Тому для забезпечення персоналу комфортністю у виконанні робіт необхідно передбачити таку конструкцію одягу, яка забезпечувала б віддачу тепла конвекцією. Новий асортиментний ряд розробляється на такий габітус: чоловік 25–45 років, який працює в агресивному та шкідливому середовищі, дві повні групи, зріст – 167–188 см, обхват грудей – 96–108 см, з нормальним типом постави, мезоморфним типом тілобудови, нормальним ступенем жировідкладень, нормальними системами виділення і терморегуляції.

Спроектовано і запропоновано кілька варіантів виконання таких костюмів.

#### **Модель № 1**

Куртка прямого силуету завдовжки нижче стегон, пілочка та спинка куртки суцільнокроєні, на пілочці накладні кишені. Низ рукава та каптур оброблено еластичною тасьмою. Застібка-блискавка рознімна. Штани прямі, довгі. Низ штанів і пояс на еластичній тасьмі. Верхня частина куртки, суцільнокроєна стійка каптура, передня частина штанів, низ задніх частин штанів і планка посилені подвійним шаром матеріалу.

#### **Модель № 2**

Комбінезон чоловічий разового використання з поліпропіленового нетканого матеріалу. Комбінезон прямого силуету із суцільнокроєним довгим рукавом і середнім швом на лінії спинки. Низ рукава оброблено еластичною тасьмою. Застібка-блискавка. Низ штанів комбінезона стягнуто еластичною тасьмою. На *рис. 4.8* наведено варіант комбінезона з методами обробки виробу.

#### **Модель № 3**

Комбінезон чоловічий разового використання з поліпропіленового нетканого матеріалу. Комбінезон прямого силуету з коміром-стійкою, з вшивним довгим рукавом і середнім швом на лінії спинки. Низ рукава оброблено еластичною тасьмою. На пілочці накладна кишеня. Застібка-блискавка. Низ штанів комбінезона стягнуто еластичною тасьмою.

#### **Модель № 4**

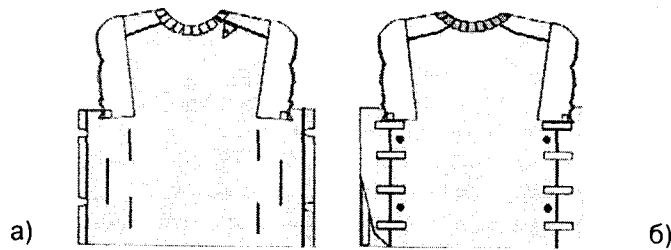
Модель у вигляді куртки і штанів. Куртка комбінезона з каптуром. Комбінезон відрізний на лінії талії з відкидними задніми половинками





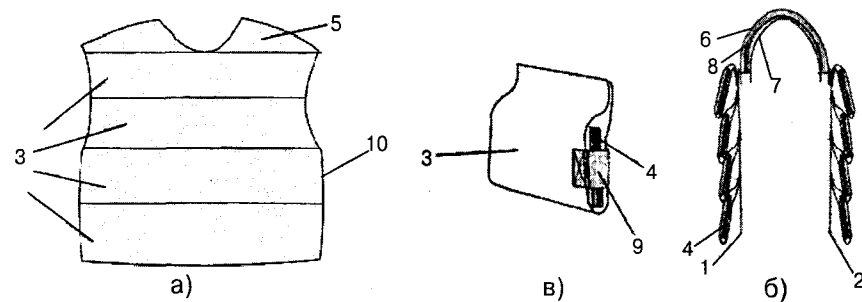
особливості матеріалу, закласти виточки у плечовий шов кокетки і зменшити частину зварного шва;

- ✓ горловину зменшено до мінімально необхідної величини. За рахунок використання еластичної тасьми та текстильної застібки біля горловини збільшено легкість одягання. Для найкращого захисту від радіонуклідного впливу та механічних навантажень на ділянках, які потребують підвищеного рівня захисту, запроєктовано додаткові підсилювальні накладки. Для кращої ізоляції пройми оброблено захисним шаром поліетилену. Модель 1 жилета наведено на **рис. 4.9**.



**Рис. 4.9.** Загальний вигляд жилета моделі 1: а) спереду; б) ззаду

**Модель 2.** Захисний жилет, що складається із з'єднаних між собою пілочки та спинки з ПВХ пластикату. На пілочці та спинці розташовано двошарову кокетку з додатковими захисними елементами, встановленими між її шарами. Ряди кишень розташовані із зовнішнього боку пілочки та спинки, прикріплені своїми верхніми краями до них внакладку, а входи кишень оснащені застібками (**рис. 4.10**).



**Рис. 4.10.** Загальний вигляд жилета моделі 2: а – вигляд спереду; б – повздовжній переріз; в – кишеня

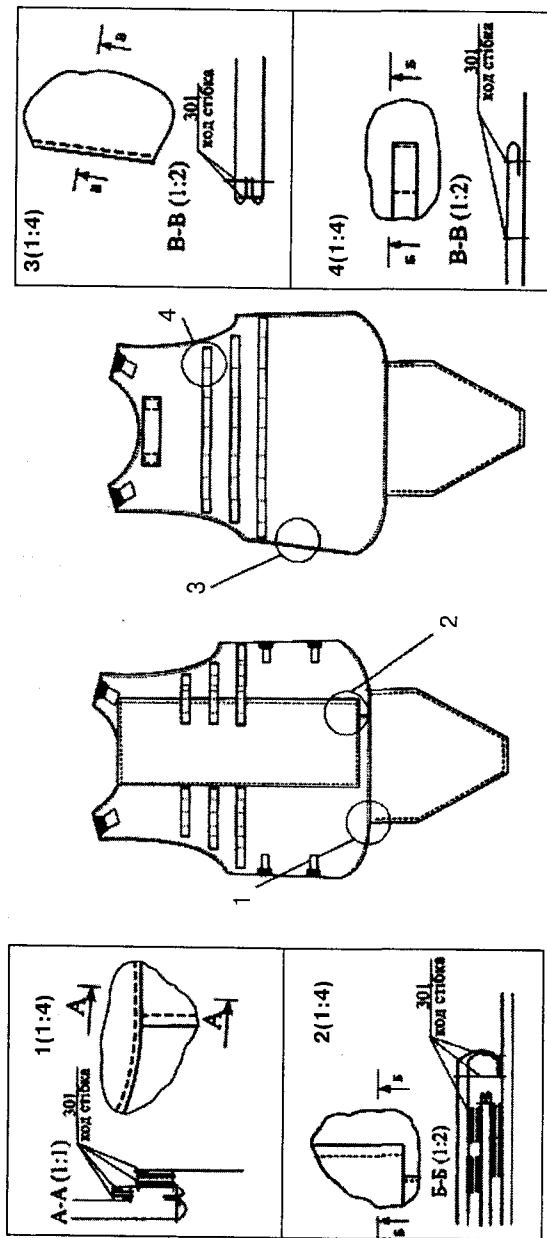
Захисний жилет моделі 2, що має пілочку 1 та спинку 2 (**рис. 4.10 б**) з кишнями 3 (**рис. 4.10 а**), в які вставляються захисні елементи 4, містить двошарову кокетку 5 (**рис. 1 а**), між шарами 6, 7 якої встановлюються захисні елементи 8, кишні розташовані із зовнішнього боку, виконані вздовж усієї ширини пілочки 1 та спинки 2, входи кишень оснащені застібками 9 (**рис. 4.10 в**), один бік кожної кишні з'єднаний із жилетом, а другий – частково перекриває наступну, пілочка та спинка з'єднані між собою застібкою в боковому шві 10.

Оснащення жилета двошаровою кокеткою, між шарами якої вставлено захисні елементи, дасть змогу захистити плечі людини. Кишені розташовані із зовнішнього боку для забезпечення зручності у використанні, наприклад, під час заміни захисних елементів. Кишені виконано вздовж ширини пілочки та спинки для забезпечення захисту всієї поверхні переду та спини людини. Входи кишень оснащені застібками для забезпечення нерухомості захисних елементів уздовж кишні. Один бік кожної кишні з'єднаний із жилетом, а другий частково перекриває наступну для уникнення незахищених ділянок. Така конструкція виробу дає змогу не створювати перешкод для рухів людини.

Зменшення механічного впливу на окремі органи працівника можна досягти використанням додаткового пояса (**рис. 4.12**). Конструкція пояса містить гнучкі елементи, між якими розташовано дві пари зв'язаних за допомогою паза та крючка жорстких пластин. Жорсткі пластини виконано вигнутими, паз розташовано на одній з них. Це створює можливість горизонтального переміщення крючка другої пластини, яка в поперечному перерізі має U-подібну форму, загнуту з одного боку всередину, і утворює затискач.

Комбінований пояс містить гнучкі елементи 7, між якими розташовано дві пари зв'язаних за допомогою паза 3 та крючка 4 жорстких пластин 1, 2. Жорсткі пластини 1, 2 виконано вигнутими, паз 3 розташовано на одній з них з можливістю горизонтального переміщення крючка 4 другої пластини, яка в поперечному перерізі має U-подібну форму, загнуту з одного боку всередину, що утворює затискач 5. Для введення крючка в паз використовується отвір 6. U-подібна, з затискачем, у поперечному перерізі форма другої пластини дає змогу вкласти та затиснути в ній низ виробу будь-якої форми.

Нижче наведено вимоги до технології виготовлення ЗІЗ з ПВХ пластикату.



Умовні позначення	Назва	Технічна характеристика з'єднань
—	Ниткове з'єднання	4–5 стібків на 10 мм строчки
—	Ниткове з'єднання	4–5 стібків на 10 мм строчки

Умовні позначення	Назва
—	Тканина верху
—	Підкладкова тканина
—	Текстильна застібка

Рис. 4.11. Загальний вигляд жилета моделі 3 з методами обробки

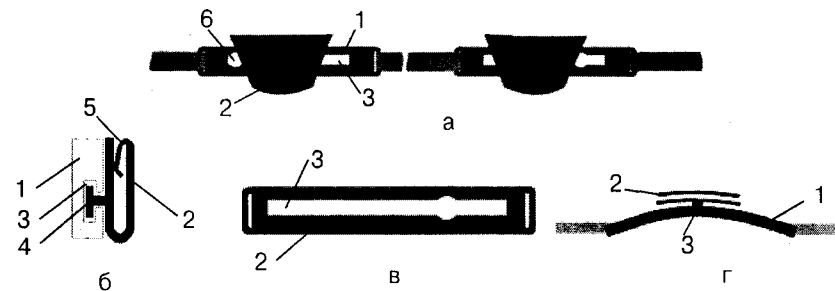


Рис. 4.12. Загальний вигляд комбінованого пояса: а – вигляд спереду; б – поперечний переріз; в – перша пластина; г – вигляд зверху обох пластин

#### 4.4.2. Технологія виготовлення одягу

Особливе значення у виготовленні захисного одягу має технологія з'єднання швів, яку вибирають залежно від призначення, конструкції і матеріалу, з якого виробляється цей одяг. У виготовленні захисних комплектів на основі ПВХ використовують метод СВЧ зварювання. Зварюванням називається процес щільного з'єднання двох або багатьох деталей під дією тепла і тиску або без застосування тиску. Зварний шов отримують без застосування будь-якої побічної речовини. Високочастотне (діелектричне) нагрівання застосовують для зварювання полімерних матеріалів з високим коефіцієнтом електричних втрат ( $\text{tg} \delta > 0,01$ ).

Цей метод полягає в тому, що під час нагрівання матеріалів до певної температури вони переходять з високоеластичного до в'язкотягучого стану. Внаслідок цього під час з'єднання термопластичних матеріалів у в'язкотягучому стані за відповідного тиску після охолодження утворюється міцний зварний шов.

У разі СВЧ зварювання термопластичний матеріал розміщують між двома металевими пластинами (електродами), до яких подається електричний струм високої частоти від високочастотного генератора. Під дією електричного поля заряджені частинки, які утворюють молекули пластичної маси, поляризуються внаслідок їх зміщення в напрямку електричного поля. За рахунок тепла, яке виділяється всередині матеріалу, відбувається зварювання матеріалів. Під час зварювання деталі торкаються холодної поверхні електродів і не прилипають до них. Конфігурація виробів визначається матрицями, які виготовляються згідно з лекалами. Водночас необхідно мати на увазі,

що спільна довжина шва за середньої ширини зварювального електрода 2 мм не повинна перевищувати 2,5 м.

Для забезпечення необхідного рівня надійності у розробленні технології зварювання швів необхідно досягти міцності з'єднання швів не менше міцності матеріалу. Вимоги до швів застосовують до одягу загалом і класифіковані так, як і матеріал. Міцність швів повинна відповідати вимогам стандарту ДСТУ EN 943-1. Герметичність швів повинна бути також не менше проникливості матеріалу до пилу і води. У виготовленні спецодягу методом СВЧ зварювання використано різні зварні шви – стачні з відкритими зрізами, накладні з відкритими зрізами та впідгин. Зварні шви виконують однією лінією завширшки 2–3 мм. У **табл. 4.11** наведено види зварних швів, які використовують для виготовлення одягу з ПВХ пластикату.

**Таблиця 4.11.** Види зварних швів

Найменування шва	Призначення шва	Ширина шва, мм	Ширина зварювання, мм
Зварний типу стачного	З'єднання плечових і бокових зрізів виробу, деталей рукавів, бокових, крокових і середнього зрізів напівкомбінезона	10	2
Зварний типу накладного з відкритими зрізами	Вшивання рукавів у пройму; з'єднання дрібних деталей з основними	10	2–3
Зварний впідгин	Обробка низу виробу, рукавів і зрізів інших деталей	10–20	2–3

Для виготовлення захисного одягу здійснюють попередні лабораторні дослідження для визначення показника надійності засобів з'єднання. Технологія виготовлення повинна відповідати умовам експлуатації захисного одягу. Дослідження фізико-механічних властивостей зварних швів виконують на розривній машині РТ-250М і пульсаторі ПВ-4. Результати досліджень наведено у **табл. 4.12**.

Основною перевагою СВЧ зварювання є короткий час зварювання, наприклад, за 5 секунд можна зварити ПВХ плівку завтовшки 2 мм з двох листів. Іншою перевагою є відсутність різких перепадів температури, що зменшує руйнацію структури матеріалу. Такі випробування вказують, що застосування для матеріалів з ПВХ методів СВЧ зварювання дає змогу з'єднувати деталі виробу швидко й ефективно.

Захисні костюми з ПВХ пластикату виготовляють зварювальним методом з використанням обладнання УЗП 2500.

**Таблиця 4.12.** Характеристики фізико-механічних властивостей зварювальних швів

Найменування показника	Фізичні значення показника	
	Шов зварний типу стачний	Шов зварний типу накладний
Розривне навантаження впоперек шва, Н	93,0	89,0
Розривне навантаження вздовж шва, Н	76,0	73,0
Подовження під час розриву, %		
впоперек шва	201,0	195,0
вздовж шва	154,0	143,0
Стійкість до багаторазового згинання	Пошкодження відсутні	

#### 4.5. Види захисного одягу, який використовується для аварійних робіт в умовах біологічного та хімічного забруднення

ЗІЗ для військовослужбовців і рятувальників, які виконують роботи в аварійних умовах, призначені для захисту від потрапляння всередину організму, на шкірні покриви та обмундирування отруйних, радіонуклідних і бактеріальних (біологічних) речовин. Захисний одяг використовують у разі застосування противником ядерної, хімічної та бактеріологічної (біологічної) зброї, для ліквідації техногенних аварій, під час аварійно-рятувальних робіт і у військової службі в роботі з радіонуклідними, хімічними та біологічно активними речовинами. У таких умовах виникає необхідність виконання роботи в непридатній для дихання атмосфері, насиченій шкідливими для здоров'я людини речовинами. Комплект ЗІЗ складається із захисного одягу, засобів захисту органів дихання та захисту шкіри рук і ніг.

##### 4.5.1. Спеціальний захисний одяг військовослужбовців

Спеціальний захисний одяг військовослужбовців складається з імпрегнованого обмундирування, загальновійськового захисного комплекту (ЗЗК), костюма легкого захисного. Підвищений рівень захисту від рідких отруйних і радіонуклідних речовин досягається використан-

ням ізолювальних костюмів. Від парів та аерозолів хімічних і біологічних бойових отруйних речовин захищають фільтрувальні костюми.

Конструкція захисного одягу, маса та її розподіл на поверхні тіла не повинні викликати обмеження рухів і працездатності людини, перешкоджати ефективному виконанню роботи в складних ситуаціях. Вибір матеріалів і конструкції здійснено з урахуванням особливостей умов праці, у яких передбачається їх використання.

Враховуючи основні рухи рятувальників, необхідно захистити ділянки ліктів і колін, а також нижню частину задніх половинок штанів комбінезона та рукавів. Це досягається за рахунок використання різноманітних накладок на цих ділянках.

Основні нормативні документи, що визначають вимоги до захисного одягу військовослужбовців, такі: ДСТУ ISO 13688. Одяг захисний. Загальні вимоги. ДСТУ ISO 3635. Позначення розмірів одягу. Визначення і методика виміру тіла.

До складу ЗЗК входять захисний плащ, захисні панчохи та захисні рукавички. Захисний плащ у складі загальновійськового захисного комплексу може використовуватись у вигляді накидки, одягненої у рукави. Захисний плащ з рукавами та каптуром виготовляється з прогумованого матеріалу (рис. 4.14) чотирьох розмірів. Він має каптур 1, хлястики задні 2 і бокові 3, закріпки 4, тримач шпеника центральний 5, шпеники бортові 6, комплекти подвійних рукавиць і рукавичок 7–9, захисні чоботи 10 і сумка для пакування 11.

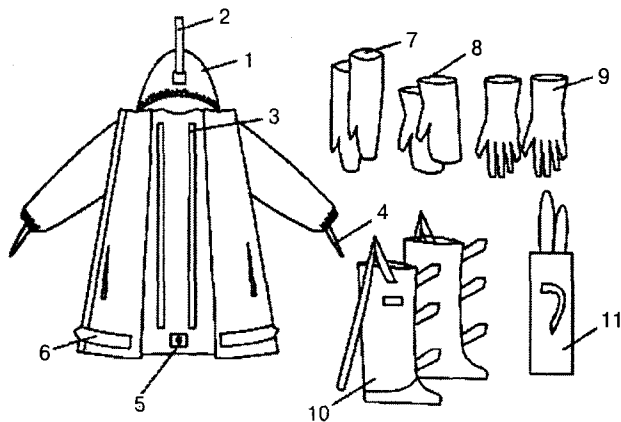


Рис. 4.14. Захисний плащ

Захисні панчохи виготовляють з прогумованого матеріалу. Подошви посилені гумовими ботами. Захисні панчохи мають хлястики або тасьми для кріплення їх до ніг і по одній тасьмі для кріплення до поясного ремня.

Захисні рукавички – гумові, з обтюраторами з імпрегнованого матеріалу або подовженими крагами, виготовляються двох видів: літні та зимові. Літні рукавички п'ятипалі, а зимові двопалі. Зимові рукавички мають утеплювальні вкладиші, які пристібуються на гудзики.

Імпрегноване обмундирування призначено для захисту від пару та аерозолів отруйних речовин і складається з бавовняної гімнастерки, штанів і підшоломника. Виготовлено з бавовни, яка має спеціальні просочення. У розрізах гімнастерки та штанів вкладаються герметизувальні клапани.

Легкий захисний костюм призначено для багаторазового використання та захисту шкірних покривів від небезпечного середовища. Костюм складається з куртки та штанів. Легкий захисний костюм (рис. 4.15) виготовлено з прогумованого матеріалу, складається

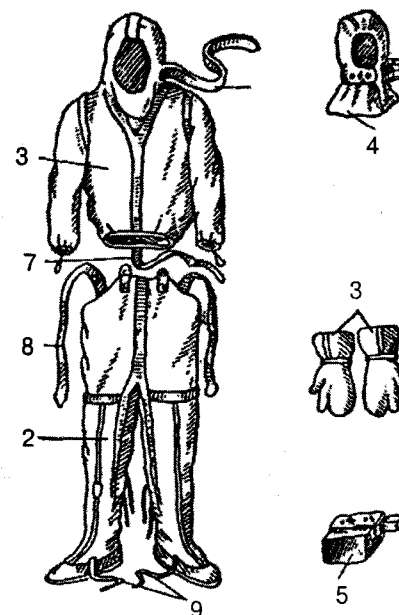


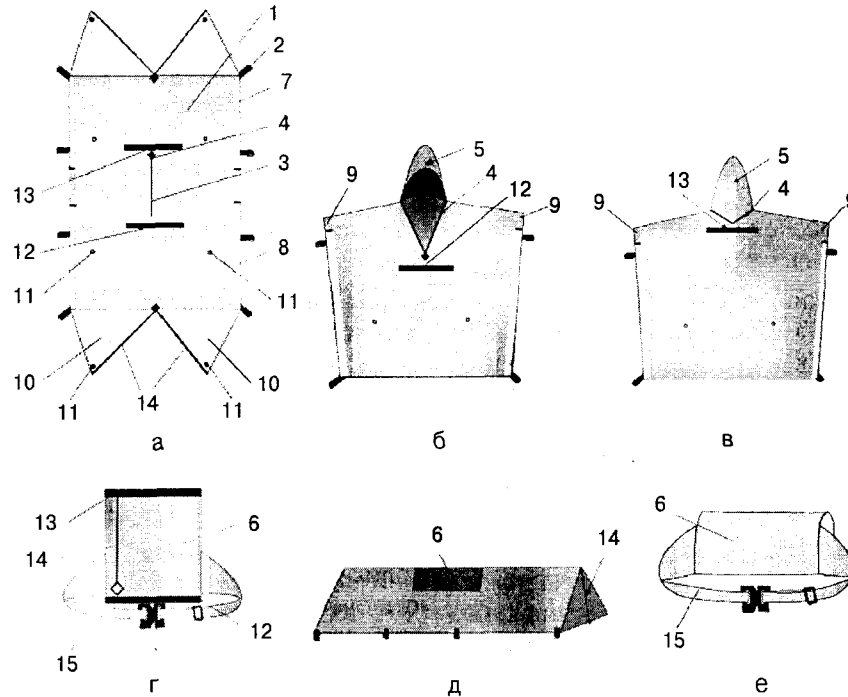
Рис. 4.15. Легкий захисний костюм

з куртки 1 з каптуром, штанів 2 з панчохами 2, двопаліх рукавичок 3 та підшоломника 4. Куртка має шийний клапан 6 і проміжний хлястик 7, на рукавах є петлі для великих пальців рук. Штани мають плечові лямки 8, а на панчохах 9 для закріплення їх на носі.

Костюми бувають трьох розмірів: перший – для військовослужбовців зростом до 165 см, другий – від 166 до 172 см, третій – більш як 173 см. Костюм витримує до 10 циклів дезактивації і забезпечує захист від парів іприту до однієї години. Під час експлуатації костюм Л-1 може перебувати в "похідному", "напоготові" та "бойовому" станах. У "похідному" стані костюм зберігається в сумці. У стані "напоготові" костюм використовується

без протигазу. Перехід костюма в "бойовий" стан відбувається на місцевості, забрудненій небезпечними речовинами.

ЗЗК додатково комплектується плащ-палаткою. Конструкцію плащ-палатки зображено на **рис. 4.16**.



**Рис. 4.16.** Загальний вигляд плащ-палатки:

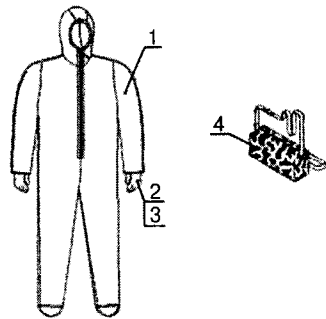
а – плащ-палатка у розгорненому вигляді; б – плащ-палатка – вигляд спереду; в – плащ-палатка – вигляд ззаду; г – сумка у розгорненому вигляді; д – плащ-палатка у використанні як палатка; е – зовнішній вигляд сумки з поясом. Плащ-палатка має полотнище 1 з петлями 2 по краях, в центрі якого розташована горловина 3 із застібкою 4 та каптуром 5 (**рис. а, б, в**), оснащена рознімною сумкою 6 (**рис. г**). Полотнище 1 містить текстильні застібки 7, 8 для з'єднання кінців кожного з двох протилежних боків для утворення отворів для рук 9 (**рис. е**), з інших двох боків полотнище 1 має W-подібні виступи 10 з застібками 11 для приєднання до нього та застібками 14 для з'єднання W-подібних виступів між собою, водночас горловина 3 розташована вздовж полотнища, а застібка 4 виконана у вигляді застібки-блискавки по всій довжині горловини 3, з обох боків якої розташовані текстильні застібки 12, 13 для приєднання рознімної сумки 6. Сумка 6 має пояс 15 для носіння та виконана з двох деталей, з'єднаних між собою застібкою-блискавкою 4, на одній з деталей містяться текстильні застібки 12–13 для приєднання до полотнища

Плащ-палатка має полотнище з петлями по краях, у центрі якого розташована горловина, з застібкою та каптуром, який з'єднаний з горловиною. Горловина розташована вздовж полотнища для забезпечення зручності у використанні. Застібка виконана у вигляді застібки-блискавки по всій довжині горловини, що забезпечує можливість герметично закривати горловину під час використання палатки. З обох боків розташовані текстильні застібки для приєднання рознімної сумки. Рознімна сумка має пояс для носіння та виконана з двох деталей, на одній з деталей містяться текстильні застібки для приєднання до полотнища та застібка-блискавка для відкривання. Плащ-палатка оснащена текстильними застібками для з'єднання кінців кожного з двох протилежних боків для утворення отворів для рук, що дає змогу захистити тулуб і руки людини від впливу навколишніх факторів, не обмежуючи можливості їх руху. Текстильні застібки дають змогу швидко та надійно з'єднати дві чи більше плащ-палатки у великогабаритну палатку. W-подібні виступи за допомогою застібки-блискавки утворюють бокові сторони палатки. Плащ-палатка згортається в сумку, яка надає їй компактності та дає змогу носити на поясі.

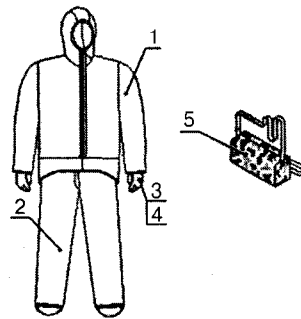
#### 4.5.2. Конструкція одягу, який використовується для захисту від біологічної та хімічної зброї

Для підвищення рівня захисту рятувальників у частинах МНС і військовослужбовців від хімічної та бактеріологічної зброї використовують фільтрувальні та ізолювальні комплекти. Фільтрувальні та ізолювальні захисні комплекти призначено для захисту та ізоляції шкіряних покривів рятувальників від бойових отруйних речовин, сильнодіючих токсичних речовин, радіонуклідного пилу та біологічних аерозолів. У фільтрувальному одязі очищення (фільтрації) зараженого повітря здійснюється у фільтрувальному шарі матеріалу; в захисному ізолювальному одязі – за рахунок повної ізоляції шкіряних покривів від навколишнього середовища.

Фільтрувальні костюми, які розроблено НВП "Ікар" (Київ), виготовляють за двома моделями у вигляді комбінезона та костюма (штани та куртка) на швейному обладнанні з матеріалу, що становить шарове фільтроламінантне полотно (**табл. 3.16**). Внутрішній шар – нетканий поліестер, середній – поліуретан з активованим вуглецем, зовнішній шар – трикотаж. Загальний зовнішній вигляд комплектів наведено на **рис. 4.17–4.18**.



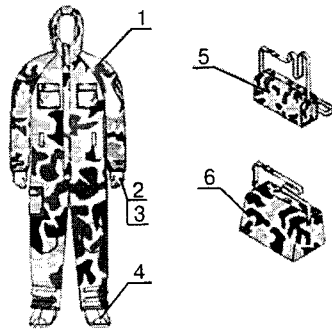
**Рис. 4.17.** Загальний зовнішній вигляд: 1 – комбінезон; 2 – рукавички трикотажні; 3 – рукавички гумові; 4 – сумка переносна мала



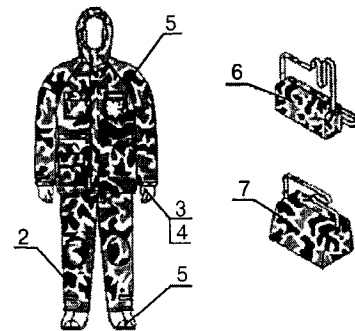
**Рис. 4.18.** Загальний зовнішній вигляд: 1 – куртка; 2 – штани; 3 – рукавички трикотажні; 4 – рукавички гумові; 5 – сумка переносна мала

Для підвищення надійності комплекту фільтроламінантне полотно покривають водостійкою камуфльованою тканиною (рис. 4.19–4.20).

Рятівник може перебувати у фільтрувальних комплектах до 36 годин. Вага фільтрувального одягу залежно від якості зовнішньої тканини змінюється від двох до п'яти кілограмів, а комплекту з подвійними рукавичками – від трьох до шести кілограмів.



**Рис. 4.19.** Загальний зовнішній вигляд: 1 – комбінезон; 2 – рукавички трикотажні; 3 – рукавички гумові; 4 – боти гумові; 5 – сумка переносна мала; 6 – сумка переносна велика

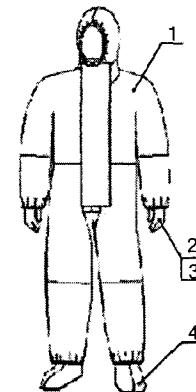


**Рис. 4.20.** Загальний зовнішній вигляд: 1 – куртка; 2 – штани; 3 – рукавички трикотажні; 4 – рукавички гумові; 5 – боти гумові; 6 – сумка переносна мала; 7 – сумка переносна велика

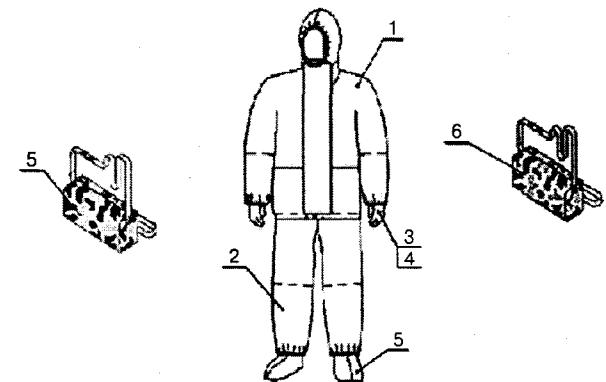
Ізолювальні комплекти виготовляють у вигляді комбінезона і костюма на швейному обладнанні з матеріалу, що становить бар'єрний матеріал "Тайкем F" з високими експлуатаційними характеристиками. Час перебування – до 2 годин. З урахуванням зміни розмірних ознак під час виконання основних рухів запропоновано такі конструкції:

- ✓ суцільнокроєний рукав, що скоротить навантаження на лінію пройма і дасть змогу військовику вільно підіймати та опускати руки;
- ✓ мінімальна кількість швів;
- ✓ подвійна закрита застібка для захисту щитоподібної залози, грудної клітини та черевної порожнини від проникнення шкідливих мікроорганізмів;
- ✓ у створенні конструкції одягу важливо не допускати захоплення біологічних речовин у зап'ястях або щиколотках як результат "ефекту гармошки";
- ✓ вага захисного одягу не перевищує двох кілограмів, а комплекту з рукавичками та ботами – трьох кілограмів.

Загальний зовнішній вигляд ізолювальних комплектів наведено на рис. 4.21–4.22.



**Рис. 4.21.** Загальний зовнішній вигляд ІЗК-А: 1 – комбінезон; 2 – рукавички трикотажні; 3 – рукавички гумові; 4 – боти гумові; 5 – сумка переносна мала



**Рис. 4.22.** Загальний зовнішній вигляд ІЗК-Б: 1 – куртка; 2 – штани; 3 – рукавички трикотажні; 4 – рукавички гумові; 5 – боти гумові; 6 – боти гумові; 7 – сумка переносна мала

Температурні режими експлуатації та зберігання захисних комплектів зазначено в табл. 4.13.

**Таблиця 4.13.** Температурні режими експлуатації та зберігання захисних комплектів

Назва параметра	Одиниця виміру	Фільтрувальні	Ізолювальні
Режим експлуатації	°C, вологість, %	від -20 до +30 від 30 до 95	
Режим зберігання	°C, вологість, %	від -40 до +40 до 98	

Герметичний захисний одяг повністю ізолює тіло людини від небезпечного навколишнього середовища і унеможливує проникнення пари та потрапляння аерозолів отруйних речовин на шкіру. Для збереження найбільшої працездатності особового складу під час використання герметичного захисного одягу в умовах різної температури зовнішнього повітря захисний одяг треба надягати: за температури +15 °C і вище зазвичай на білизну; за температури від 0 до +15 °C – поверх літнього обмундирування; за температури від 0 до -10 °C – поверх зимового обмундирування; за температури нижче -10 °C – поверх ватянки.

Для уникнення перегрівання експериментально встановлено такі межі можливих термінів безперервної роботи у захисному одязі ізолювального типу (в тому числі і в загальновійськовому захисному комплекті, який використовується у вигляді комбінезона) за температури +30 °C і вище – 15–20 хв; за температури від +25 °C до +29 °C – 20–25 хв; за температури +20 °C до +24 °C – 40–60 хв; за температури від +15 °C до +19 °C – 1,5–2 год; за температури нижче +15 °C – більш як 3 год.

Такі терміни визначено для захисного одягу в умовах безпосередньої дії сонячних променів і виконання робіт середньої важкості. У тіні або в похмуру та вітряну погоду межі можливих термінів безперервного перебування у захисному одязі можна збільшити в 1,5–2 рази. За великих фізичних навантажень терміни повинні бути зменшені, а за менших – збільшені.

Експериментальні методи оцінки теплозахисних властивостей одягу достатньо громіздкі, трудомісткі та потребують складної апаратури. У цьому зв'язку під час проектування одягу попередньо визначають його параметри, які характеризують теплообмінні процеси тіла людини з навколишнім середовищем.

#### 4.5.3. Визначення теплообмінних характеристик ізолювального одягу

Організм людини – це саморегульовальна система, фізіологічний механізм якої для підтримки постійної температури тіла спрямований на забезпечення відповідної кількості створеного тепла, що віддається навколишньому середовищу.

Сукупність фізіологічних процесів, зумовлених діяльністю центральної нервової системи і спрямованих на збереження температури тіла на постійному рівні, називається терморегуляцією.

Терморегуляцію, що забезпечує збільшення теплоутворення в організмі у відповідь на його охолодження, прийнято називати хімічною, а терморегуляцію, спрямовану на зменшення або збільшення тепловіддачі в навколишнє середовище, – фізичною.

Хімічна терморегуляція під дією охолоджувального фактора утворюється за рахунок підвищення м'язового тону, що призводить до додаткового виділення тепла в організмі.

Фізична терморегуляція утворюється за рахунок розширення і звуження кров'яних судин у шкірі. Завдяки цьому в першому випадку тепловіддача збільшується, тому що підвищується теплопровідність тканин організму і випаровування вологи, в другому – тепловіддача зменшується, тому що знижується теплопровідність і збільшується різниця між температурою шкіри і навколишнім середовищем.

Одяг створює навколо тіла мікроклімат, який впливає на самопочуття людини. Мікроклімат під одягом залежить від теплового стану людини, метеорологічних параметрів зовнішнього середовища (температури, вологості, тиску повітря, вмісту вуглекислоти) і властивостей одягу (конструкції, фізико-механічних, гігієнічних характеристик матеріалів і пакета матеріалів). Теплообмінні процеси між людиною в одязі і навколишнім середовищем з фізичного боку можна представити як конвективний теплообмін.

Виробничий персонал може перебувати в різних умовах навколишнього середовища, які постійно змінюються. У цьому зв'язку теплообмінні процеси розраховуються за імовірних граничних умов. Параметри навколишнього середовища, які відповідають цим умовам, такі: температура від -20 до +30 °C, вологість від 30 до 90%, середня температура тіла людини  $t_{\text{тіла}} = 33,4$  °C. Розробляючи ізолювальний одяг, велике значення надають вибору матеріалу, який використовують для його виготовлення. Розглянемо костюм, який виготовляють



з матеріалу Тайвек®. За заданих умов необхідно створити такий ЗІЗ, який дасть змогу рятувникам виконувати свої професійні обов'язки в умовах теплового комфорту. Пакет одягу для захисту від біологічного ураження складається з кількох шарів. У цьому прикладі розглянемо двошаровий пакет (натільна білизна та куртка з матеріалу Тайвек) і тришаровий пакет одягу (натільна білизна, сорочка та куртка з матеріалу Тайвек). Дослідження властивостей різних варіантів багатошарового одягу дасть змогу визначити, в якому пакеті людина, виконуючи професійні обов'язки, почуватиметься оптимально комфортно.

Багатошаровий пакет одягу з фізичного боку треба розглядати як багатошарову стінку, що складається з різнорідних шарів. Товщина першого шару дорівнює  $\delta_1$ , другого  $\delta_2$  і третього  $\delta_3$ . Відповідно коефіцієнти теплопровідності шарів дорівнюють  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  та  $\lambda_3$ . Різниця температур між тілом людини і зовнішнім середовищем коливається у визначеному інтервалі.

На поверхні одягу і на лінії поділу одяг-зовнішнє повітря умови тепловіддачі суттєво змінюватимуться. Температура на цій ділянці змінюється стрибкоподібно. Зв'язок між кількістю тепла, що передається в умовах конвективного теплообміну, в практичних розрахунках визначається за формулою Ньютона:

$$Q = \alpha F (t_r - t_w),$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м<sup>2</sup>°К;

$F$  – поверхня теплообміну, м<sup>2</sup>;

$t_r - t_w$  – різниця температур поверхні пакета одягу та зовнішнього середовища, °С.

Всі складності розрахунку будуть сконцентровані на визначенні коефіцієнта тепловіддачі  $\alpha$ . Коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha$  – це складна функція багатьох змінних, зумовлених характером протікання процесу.

Значення коефіцієнта  $\alpha$  дорівнює кількості тепла, переданого за одиницю часу через одиницю поверхні з різницею температур між поверхнею одягу в один градус °С. Для визначення значень коефіцієнта тепловіддачі необхідно розрахувати певні фізичні величини та критерії подібності. Критеріальне рівняння конвективного теплообміну з відомими значеннями температур подано у вигляді залежності

$$Nu = f(Gr \cdot Pr), \quad (4.1)$$

де  $Nu$  – критерій подібності Нуссельта;

$Gr$  – критерій подібності Грасгофа;

$Pr$  – критерій подібності Прандтля.

На першому етапі визначають значення фізичних параметрів і критеріїв подібності відповідно до обраної різниці температур. Значення критерію Грасгофа:

$$Gr_m = \beta (gl^3/\nu^2) \Delta t, \quad (4.2)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт об'ємного розширення, 1/°С;

$l$  – визначальний лінійний розмір, м;

$\Delta t$  – різниця температур між поверхнею пакета одягу та температурою зовнішнього середовища, °С;

$g$  – прискорення вільного падіння, м<sup>2</sup>/с;

$\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, м<sup>2</sup>/с.

У конвективному теплообміні в повітрі значення критерію подібності Прандтля є постійною величиною, яка не залежить від тиску і поточної температури  $t_m$ . Далі визначаємо добуток критеріїв Грасгофа – Прандтля  $(Gr \cdot Pr)_m$ . Аналіз виявляє, що у визначенні теплового опору одягу цей критерій для всього діапазону температур перебуває в інтервалі  $10^3 < (Gr \cdot Pr)_m < 10^{10}$ . В умовах вільного ламінарного руху повітря за малих температурних тисків використовують критеріальне рівняння

$$Nu = 0,185(Gr \cdot Pr)_m^{0,125}. \quad (4.3)$$

У разі середньої інтенсивності руху повітря і температурних тисків рівняння (4.3) записують у вигляді

$$Nu = 0,54(Gr \cdot Pr)_m^{0,25}.$$

Відповідно до значень критерію Нуссельта  $Nu$  визначають значення еквівалентного коефіцієнта тепловіддачі

$$\alpha = (Nu \cdot \lambda) / l, \quad (4.4)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності сухого повітря за заданих температурних умов, Вт/м·°С;

$l$  – лінійний розмір, рівний товщині пакета одягу, м.

Коефіцієнт тепловіддачі головним чином залежить від температури і властивостей зовнішнього середовища, швидкості і характеру його руху, рівня випромінювання з поверхні одягу. Тепловий опір поверхні одягу  $R_{пов}$  визначимо зворотно величині  $\alpha$ .

$$R_{пов} = 1/\alpha.$$

Тепловий опір поверхневого шару одягу суттєво відрізнятиметься від теплового опору пакета. Повний опір пакета одягу, який характеризує

перехід тепла від шкіри людини в зовнішнє середовище, для багатошарового одягу визначається сумарним опором. Сумарний опір  $R$  для різних пакетів одягу визначається як сума часткових опорів окремих шарів одягу

$$R = (\delta_1/\lambda_1) + (\delta_2/\lambda_2) + (\delta_3/\lambda_3) + 1/\alpha, \quad (4.5)$$

де  $\delta$  – товщина  $i$ -того шару пакета одягу, м;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності  $i$ -того шару пакета одягу, Вт/м·°С.

У практичних розрахунках багатошаровий одяг можна розглядати як одношаровий і визначати еквівалентний коефіцієнт теплопровідності з такого співвідношення

$$\lambda_{\text{екв}} = \sum \delta/R. \quad (4.6)$$

У застосуванні таких співвідношень припускають, що шари щільно прилягають один до одного і завдяки гарному контакту поверхні шарів мають однакову температуру. Однак на практиці між шарами утворюються повітряні прошарки. Теплопровідність повітря незначна ( $\lambda = 0,02$ ) і наявність навіть дуже тонких прошарків суттєво зменшує еквівалентний коефіцієнт теплопровідності.

Аналіз теплообмінних процесів за  $t_w = -5$  °С, вологості повітря  $w = 60\%$ ,  $t_{\text{тіла}} = 33,4$  °С з товщиною двошарового пакета ізолювального одягу 0,0074 м виявив, що сумарний опір одягу становить 0,35 (м²·°С)/Вт, за тришарового пакета одягу з товщиною пакета 0,0145 м – 0,57 (м²·°С)/Вт.

З досліджень матеріалу та розрахунків теплозахисних властивостей одягу можна зробити висновки, що тепловий комфорт людини, яка експлуатує розроблений вид захисного одягу, прямо залежить і від параметрів зовнішнього середовища, і від пакета одягу (зі збільшенням температури зовнішнього середовища втрати тепла людиною зменшуються, термічний опір зростає, з ускладненням пакета матеріалів одягу втрати тепла також зменшуються, термічний опір зростає). Таким чином заздалегідь можна розрахувати теплозахисні властивості ізолювальних костюмів, які виготовляються з багатошарових повітронепроникних матеріалів.

#### 4.5.4. Технологія виготовлення фільтрувального й ізолювального одягу

Визначальними у виробництві одягу є методи обробки. З початку роботи вони закладають якість виробу, впливають на його трудомісткість, матеріальні витрати, обладнання і пристрої малої механізації.

У виготовленні фільтрувальних та ізолювальних костюмів використовують ниткове з'єднання з подальшою його герметизацією. Для виготовлення ЗІЗ з необхідною міцністю у місцях з'єднання деталей з відповідними показниками надійності необхідно правильно підібрати номер ниток, голки, технологічні параметри, які максимально відповідали б заданому асортименту.

Найбільше поширення нині мають нитки з капрону та лавсану. Увібравши всі кращі показники ниток з натуральних волокон (міцність під час роздирання, стійкість до витирання), вони мають підвищену стійкість до фарбування та до дії ультрафіолетового випромінювання. Завдяки незначній гігроскопічності такі нитки піддаються меншій дії мікроорганізмів, які спричиняють гниття та плісняву. Шви, виконані такими нитками, міцніші і стійкіші до розтягнення. У процесі пошиття вони майже не рвуться. Основні параметри ниток з лавсану та капрону наведено в **табл. 4.14**.

**Таблиця 4.14.** Основні характеристики лавсанових і капронових ниток

Умовний номер, $N_y$	Лінійна густина, текс.	Розривне навантаження, мН	Подовження під час розривання, %
50К	15,6*3	17 685	35
22Л	11,1*2	6 867	32
33Л	11,1*3	9 810	32
55Л	27,7*2	19 620	98
90Л	29,3	33 354	98

Шви в одязі виконують рівними строчками, без пропусків стібків, з рівномірним натягуванням усіх ниток строчки. Кінці строчок у швах закріплюють. Строчки, виконані на шивних машинах з механізмом зворотної подачі матеріалу, закріплюють зворотною строчкою завдовжки 7–10 мм. Для герметизації швів використовують поліетиленову термосмугу. На **рис. 4.23** наведено технологічну карту обробки ізолювального комбінезона.

У зв'язку з низькою термостійкістю матеріалу Тайкем F у процесі виготовлення виробу термообробка не передбачається. У технологічному процесі також відсутні краї обметувальних операцій, оскільки відсутня обсипальність зрізів.

Для визначення міцності з ниткових швів згідно з ГОСТ 28073–89 вибирають партії зразків (по 5 штук) розміром 5·20 см, які досліджували

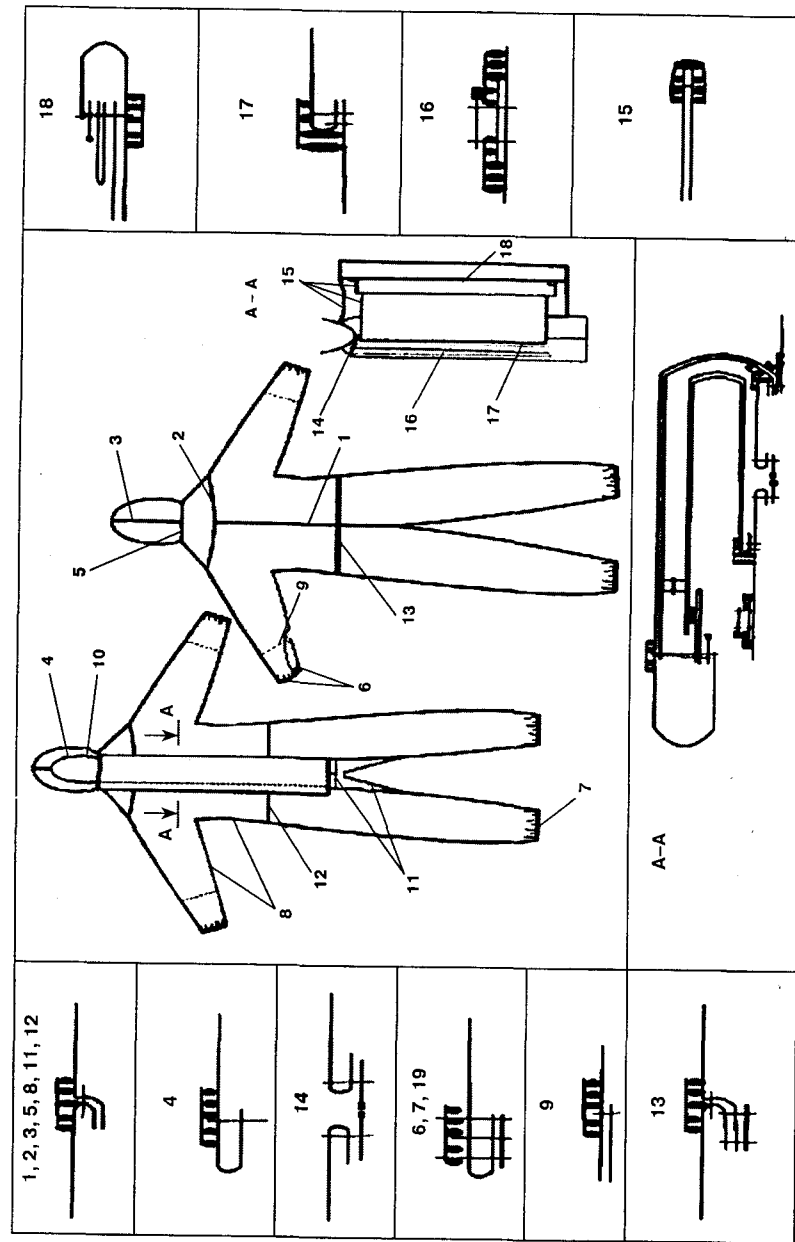


Рис. 4.23. Технологічна карта обробки ізолювального комбінезона

на розривній машині. Характер руйнування шва класифікують за такими факторами:

- ✓ руйнування ниток шва;
- ✓ руйнування матеріалу на лінії шва.

За фактичне розривне навантаження шва беруть середнє арифметичне значення результатів первинних досліджень. Для швів фільтрувальних костюмів міцність на розрив становить 200 та 400 Н, для ізолювальних – 100 Н.

#### 4.6. Види захисного одягу для працівників нафтопереробних підприємств

Основною вимогою, яку висувають до захисного одягу для нафтогазових галузей промисловості, є його здатність відштовхувати воду, олію і нафтопродукти, кислоти та луги.

Захист шкіри від зіткнення з нафтопродуктами досягається застосуванням спецодягу та спецвзуття. Спецодяг повинен захищати від дії таких агресивних речовин: кислот, лугів, нафти, нафтопродуктів, пилу, води, органічних розчинників. Для забезпечення виконання таких вимог проектується ізолювальний захисний одяг із матеріалів з полімерним покриттям. Такі матеріали мають достатньо щільну та гладку поверхню, з якою легко скочуються нафта та нафтопродукти, і низькі рівні повітропроникності (до  $1,8 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ ). У проектуванні ізолювальних костюмів враховують кліматичні особливості районів розташування виробництв, фізіологічні особливості теплообміну організму людини із зовнішнім середовищем і теплофізичні властивості матеріалу. У проектуванні такого одягу потрібно мати інформацію, яка характеризує умови його експлуатації:

- ✓ температура атмосферного повітря;
- ✓ середня швидкість вітру;
- ✓ середні енергозатрати людини, для якої призначено одяг;
- ✓ період безперервного перебування працівника у визначених умовах.

Для розробки спецодягу досліджено умови праці на нафтопереробних підприємствах. Це, зокрема, температура у відкритому просторі від  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ , у закритому не вище  $+30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; швидкість повітря –  $2\text{--}3 \text{ м/с}$ , тривалість роботи – 4 години з перервами на 15 хвилин (що зумовлено необхідністю забезпечення умов теплового комфорту пер-

соналу). Враховуючи ці дані, проектують нафтозахисні костюми для жінок віком 30–50 років і для чоловіків віком 20–60 років, які працюють на нафтопереробних, хімічних підприємствах, насосних, автозаправних станціях. Як і весь спецодяг повсякденного використання, такі костюми є обов'язковими для щоденного застосування всім персоналом, оскільки вони забезпечують необхідний рівень індивідуального захисту під час роботи.

#### 4.6.1. Конструкція нафтозахисних костюмів

Одна з головних вимог, які висувають до нафтозахисного костюма, – створення відповідної конструкції, яка відповідає б призначенню та умовам праці й забезпечувала б скочування нафти і нафтопродуктів з поверхні одягу (відсутність відкритих кишень, застібок).

Враховуючи характер основних рухів працівника (нахили тулуба вперед, підняття рук та ін.) і топографію ділянок найбільшого навантаження (п. 4.3), проектується костюм прямого силуету з необхідними прибавками на вільне облягання.

До ізолювальних костюмів для визначеної групи споживачів висувають відповідні вимоги, а саме: до захисних властивостей, ергономічних та економічних показників, естетичного вигляду. Під час їх аналізування визначили певні вимоги, враховані в проєктованих костюмах: зручність у носінні (збільшення прибавок на вільне облягання), комплектність, високі захисні властивості матеріалу (матеріал з полімерним покриттям), збільшення кількості кишень. Одяг повинен бути легкий, щоб не ускладнювати виконання робіт, пов'язаних зі швидкими, різкими рухами і великими енергетичними витратами. Рекомендована вага захисних костюмів не перевищує 3 кг. Здебільшого ця вимога виконується повністю, але для деяких видів робіт застосовують костюми недостатньо легкі, що зумовлює необхідність їх удосконалення.

Асортимент нафтозахисного спецодягу представлено комбінезоном, напівкомбінезоном, курткою.

Чоловічий нафтозахисний костюм складається з куртки та напівкомбінезона. Технологічна особливість такого спецодягу – повна ізоляція шкіри від дії нафтопродуктів. До конструктивних особливостей нової розробки, на відміну від наявних моделей, належать:

- ✓ гарна формостійкість виробу;
- ✓ конструкція підсилювальних накладок на ліктях і колінах, що дає змогу максимально захистити ці ділянки;

- ✓ посилений захист грудної клітини за допомогою нагрудної кишені з клапаном, яка запобігає проникненню рідини всередину;
- ✓ посилені спинка і пілочка з тією ж функцією, що й кишені на куртці;
- ✓ каптур з козирком, що захищає від потрапляння крапель на обличчя;
- ✓ комір-стійка для забезпечення щільності прилягання.

Передбачено два варіанти застібки куртки і гультіка напівкомбінезона: низ рукавів і низ напівкомбінезона стягнуто гумкою; верхній шар з накладок утворює обтюрацію для більшої герметизації. Для зручності у виконанні робіт передбачено допоміжну кишеню з клапаном, розташовану на лівому рукаві в підсилювальній накладці.

Нагромадження електричних зарядів відбувається і на зовнішній, і на внутрішній поверхні одягу, виготовленого з полімерних матеріалів. Розсіювання заряду у вогнебезпечному середовищі за наявності невеликої іскри між одягом і будь-якою поверхнею, що має протилежний електричний потенціал, може призвести до вибуху. Для запобігання нагромадженню зарядів у конструкції одягу використовують струмопровідні елементи або обробляють його антистатиком. Якщо в захисному одязі передбачено струмопровідні елементи або безпосереднє з'єднання із заземленою поверхнею, електричні заряди стікають на землю. Наприклад, для забезпечення антистатичних властивостей можна використовувати нитки Negastat, Resistat (виробництво фірми Carrington). Нитка Negastat – це струмопровідна нитка на основі ВВ із захисним покриттям від впливу води і високих температур. Її функції засновані на нейтралізації статичних електричних зарядів з поверхні матеріалів костюма працівників. Антистатичні властивості характеризуються показником швидкості зняття заряду за одиницю часу (згідно з ДСТУ EN 1149-3 швидкість зняття напруги не повинна перевищувати 0,04 с). Resistat – це нитка на основі поліамідного волокна, в структурну основу якого входять ВВ, які забезпечують електропровідні властивості, підвищують механічну міцність і зменшують жорсткість ниток. Питомий опір ниток менш як  $1 \cdot 10^7$ , що відповідає вимогам ДСТУ EN 1149-1 ( $1 \cdot 10^7$ ). Під час антистатичної обробки поглинається волога з навколишнього середовища, що забезпечує розсіюванню зарядів на одязі. Водночас необхідно приділяти увагу вологості повітря на об'єкті. У надзвичайно сухому середовищі за відносної вологості менш як 25% антистатична обробка втрачає ефективність. Електричні заряди можуть також накопичуватися на допоміжних засобах і тому під час

використання респіраторів і протигазів разом з одягом, який виготовлено з полімерних матеріалів, засоби захисту органів дихання також необхідно заземлювати або обробляти антистатиками.

Забезпечення захисних, експлуатаційних і гігієнічних вимог, які висувають до нафтозахисного спецодягу, можливе за використання не тільки відповідного матеріалу, а й конструктивних елементів. Характер конструктивних елементів визначається призначенням та умовами експлуатації костюма.

Одяг з матеріалів з покриттям проєктують для умов, що потребують повної віддачі тепла конвекцією. Тому необхідно передбачити таку конструкцію одягу, яка забезпечувала б віддачу тепла. У нашому випадку це здійснюється за допомогою вентиляційних отворів і збільшення прибавок на вільне облягання. Такі конструктивні особливості одягу дають змогу збільшити, особливо під час руху, потрапляння повітря під костюм і видалення з-під костюма надлишкової кількості тепла.

У нафтозахисному костюмі вентиляцію вирішено з проєктованим "крилом" на рукаві, яке, з'єднуючись з пілочкою, утворює кишеню, куди під час руху потрапляє повітря і виводить надлишок тепла з-під костюмного простору. Куртка має каптур з козирком, який у разі застібання закриває частину обличчя на текстильну застібку. Для більшого захисту від нафти, нафтопродуктів, масел, кислот передбачено підсилювані накладки на рукавах куртки та на півкомбінезоні. Ці накладки водночас забезпечують захист від фізико-механічних ушкоджень на ділянках найбільшого навантаження. На лівому рукаві в накладці утворено кишеню за допомогою додаткового зварного шва і клапана. Конкретні умови праці потребують найбільшого захисту від потрапляння шкідливих речовин через отвори костюма, тому запропоновано обтюрацію – нижній шар рукава куртки та штанів комбінезона стягнуто гумовою стрічкою, верхній – вільний.

Враховуючи те, що способом виготовлення костюма обрано зварювання, виникають певні вимоги до конфігурації лекал, а саме: на зварювальному обладнанні досить складно виготовити криволінійний шов, наприклад з'єднання окату рукава і пройми. Тому запропоновано лінію окату рукава спроектувати прямою лінією, а лінію пройми змоделювати з прямих ліній, розташованих під кутом одна до одної. Довжина плеча при цьому подовжена на величину висоти окату – 10,0 см. Матеріал з покриттям не піддається волого-тепловій обробці, тому отримати об'ємні форми можна завдяки конструкції. Не рекомендується також використання великої кількості швів, що потребують чималої витрати

часу на обробку. Тому всі основні деталі костюма не підлягають членуванню, не використовуються виточки, кокетки, підрізи та ін. Конструкція коміра у виробках із звичайної тканини неприйнятна для комірів із матеріалів з покриттям, тому обрано відрізний комір-стійку.

Вибір моделі жіночого нафтозахисного костюма здійснено на базі наявного чоловічого костюма з урахуванням умов праці жінок, характеру основних рухів і вимог, які висувають до жіночого спецодягу.

У моделюванні конструкції жіночого нафтозахисного костюма враховано конструктивні прорахунки, виявлені в чоловічому костюмі після дослідного носіння, а саме: незручність у конструкції каптура і застібки на комір-стійці; нижня частина окату рукава (прямий кут) не витримувала великих навантажень під час рухів рук людини; спроектована вентиляція не забезпечує людині достатнього теплообміну.

Враховуючи це, форму каптура змінено, передня частина стягується гумовою стрічкою для більшого прилягання до обличчя, а також спроектовано регулятори об'єму каптура. Форму рукава в ділянці пройми змінено на овальну, розширено на 2,0 см, змінено форму передньої нижньої частини окату рукава (зменшено на 2,0 см), завдяки чому навантаження розподілено на всій площині нижньої частини окату рукава. Запропоновано в жіночому варіанті використовувати додаткову вентиляцію в середньому шві спинки на тасьму "блискавку", що зашивають мембранною тканиною, яка пропускає повітря з-під костюмного простору і унеможливорює потрапляння шкідливих випарів всередину. Для більшого захисту від проникнення шкідливих речовин у ділянці шиї застібку подовжено на комір-стійку.

#### 4.6.2. Технологія виготовлення нафтозахисного костюма

У виготовленні нафтозахисних ізолювальних костюмів з матеріалів з полімерним покриттям можна застосовувати різні технології з'єднання окремих деталей. Костюми можна виготовляти трьома способами:

1. Зварювання СВЧ. Зварювання термопластичного матеріалу в полі високої частоти нагрівача (до 27 МГц) відбувається дуже швидко (до 6 с).
2. Зварювання ультразвуком. Під дією ультразвукових коливань поверхні термопластичних матеріалів, що зварюються, нагріваються до в'язкоплинного стану і зварюються.
3. З використанням ниткових з'єднань. Застосовують звичайне швейне обладнання.

Виготовлення нафтозахисних костюмів на підприємстві "СКІФ" (Корсунь-Шевченківський Черкаської обл.) дало такі результати. У разі використання ниткових з'єднань витрати часу на виготовлення костюма становлять 8531 с. Порівняно з іншими способами це найбільш трудомістка обробка. Вона зумовлюється обов'язковим змащуванням швів машинним маслом для полегшення проходження матеріалу під час зшивання. Потрібно також додатково герметизувати шви з допомогою спеціальної клейової стрічки. Це дасть конструкції небажану жорсткість і збільшить витрати часу на виготовлення виробу майже вдвічі. Однак у разі застосування цього способу первинні витрати на обладнання мінімальні.

У разі використання ультразвукового зварювання витрати часу на виготовлення костюма становлять 3985 с. Порівняно з іншими способами це найменш трудомістка обробка. Це зумовлено великою швидкістю з'єднання деталей з необхідним рівнем герметизації швів. Однак у разі застосування цього способу первинні витрати на обладнання дуже суттєві.

Витрати часу на виготовлення костюма методом СВЧ зварювання – 4275 с. Зварні шви повністю унеможливають проникнення нафти та інших мастильних речовин під одяг. Дослідження підтвердили міцність з'єднань, але вона знижується після очищення. Водночас виріб не набуває жорсткості та не заважає працівнику рухатися. Економічні розрахунки підтверджують невисоку собівартість виробу, виготовленого на цьому обладнанні.

Результати досліджень фізико-механічних характеристик зварних з'єднань наведено у **табл. 4.15**.

**Таблиця 4.15.** Фізико-механічні характеристики швів

Найменування показника	Фактичні значення показника			
	Шов зварний типу зшивний		Шов зварний типу накладний	
	Комбінований	Зварний	Комбінований	Зварний
1	2	3	4	5
Розривне навантаження впоперек шва, Н	76	41	64	38
Розривне навантаження вздовж шва, Н	43	36	31	30

Продовження **табл. 4.15**

1	2	3	4	5
Подовження під час розривання, %				
впоперек шва	197	201	200	195
вздовж шва	151	154	149	143
Стійкість до багаторазового згинання	Ушкодження відсутні до 200 циклів			

Порівняння фізико-механічних характеристик матеріалів з полімерним покриттям (**табл. 3.8**) і результатів дослідження швів виявляє, що зварні та комбіновані (зварні та ниткові) шви на матеріалі з ПВХ покриттям на нетканій поліефірній основі витривалі до навантажень під час розтягування в обох напрямках. Аналізуючи міцність швів на розрив видно, що розривне навантаження швів сумірне з розривним навантаженням матеріалу. Це доказ високої міцності зварних швів, що є обов'язковим для захисного одягу. На **рис. 4.24–4.25** наведено технологічну карту обробки напівкомбінезона та комбінезона з полімерним покриттям.

Таким чином, технологія виготовлення ізолювальних костюмів з матеріалів з полімерним покриттям складається із з'єднання деталей виробу СВЧ зварюванням та обробки застібок, вшивання коміра та каптура, підшивання низу рукавів і штанів на швейному обладнанні за допомогою ниткових з'єднань.

#### 4.7. Види захисного одягу, який використовується в шахтах

Спецодяг призначено для роботи в умовах підвищених температур і температурних перепадів, виникнення ризику мікротравм шкірних покривів тіла працівника, впливу вугільного та породного пилу, олій, водоолійних емульсій, струменів шахтної води. Вплив цих факторів на гірників, які мають різні умови праці, неоднаковий за локалізацією та інтенсивністю. Тому вимоги до спецодягу необхідно розробляти з урахуванням гірничо-геологічних і гірничо-технічних умов. Загалом спецодяг розробляють для шахтарів, які працюють на спадистих пластах завтовшки більш як 1,8 м.

У вугільній промисловості ЗІЗ видають відповідно до "Положення про порядок забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами захисту" для кожної професії. Асортимент ЗІЗ

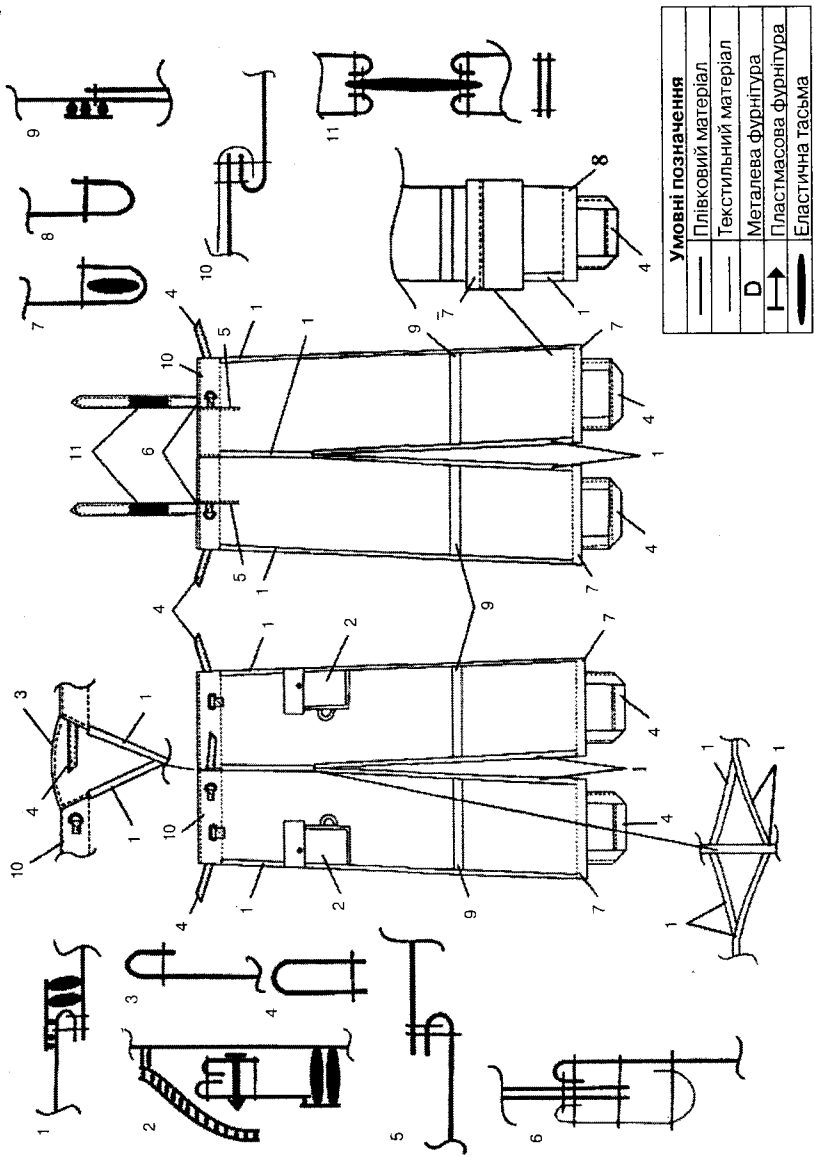


Рис. 4.24. Технологічна карта обробки напівкомбінезона з полімерним покриттям

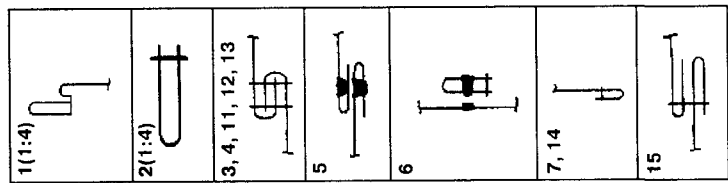
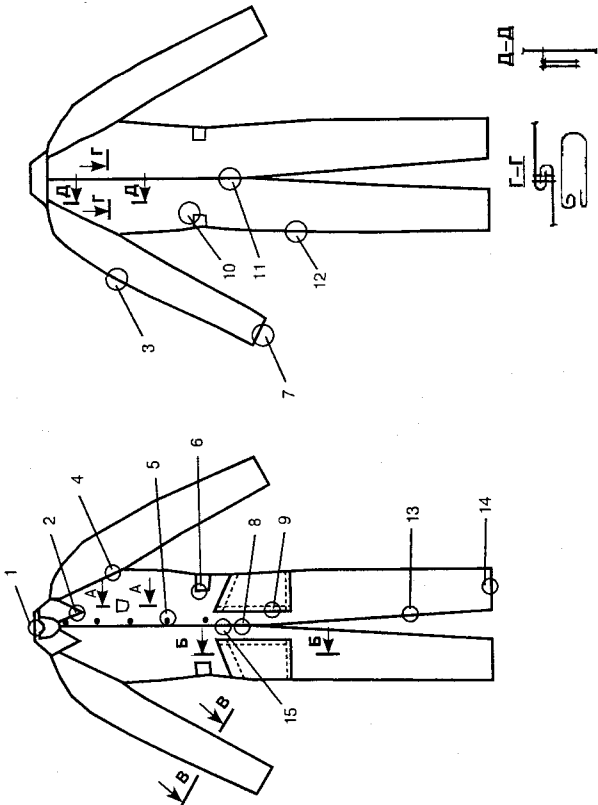
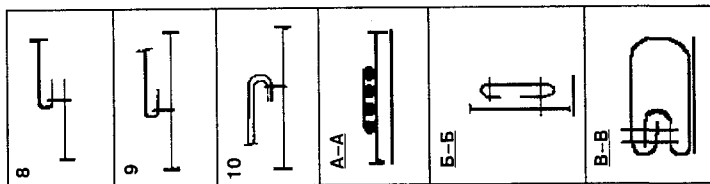


Рис. 4.25. Технологічна карта обробки комбінезона з полімерним покриттям

працівників вугільної промисловості достатньо широкий. Рекомендовано до застосування близько 80 ЗІЗ.

У вугільній промисловості застосовують такі ЗІЗ:

- ✓ спеціальний одяг: комбінезони, напівкомбінезони, куртки, штани, костюми, халати, плащі, кожушки, фартухи, жилети, наруківники;
- ✓ засоби захисту органів дихання: фільтрувальні респіратори і саморятувальники;
- ✓ спеціальне взуття: чоботи, напівчоботи, черевики;
- ✓ засоби захисту очей: захисні окуляри;
- ✓ засоби захисту рук: рукавиці;
- ✓ засоби захисту обличчя: захисні маски, захисні щитки;
- ✓ засоби захисту голови: каски, шоломи, підшоломники;
- ✓ запобіжні пристосування: запобіжні пояси, діелектричні ковдри, наколінники, налокітники;
- ✓ засоби захисту органів слуху: протишумні шоломи, навушники.

Вугільний і породний пил, що потрапляє на шкіру гірників, сприяє виникненню піддермітів із закупорюванням потоків потових і сальних залоз. У шахтарів, які працюють без спецодягу в умовах глибоких шахт і високих температур, середньозважений показник запыленості шкіри становить 0,116 г на 100 см<sup>2</sup>. Захисний одяг знижує цей показник до 0,028 г на 100 см<sup>2</sup>, тобто вчетверо. У повній екіпіровці (захисний костюм, нижня білизна з сорочкою) він становить 0,003 г на 100 см<sup>2</sup>, що відповідно в 7–9 разів менше. Таким чином, шахтарський одяг, який складається з відповідної нижньої білизни та захисного одягу, затримує 80 % пилу, 20 % з якого припадає на нижню білизну.

Найбільша ймовірність забруднення промисловими оліями – у зайнятих ремонтним вибійним обладнанням, машиністів комбайнів та електрослюсарів на дільницях видобутку. Найінтенсивніше забруднюються руки та ноги, ділянки стегна, гомілки та живота. Як виявили дослідження, в перші дні роботи концентрація олії не перевищує 0,001–0,005 мг/см<sup>2</sup> поверхні захисного одягу; після семи робочих змін концентрація олії зростала до: 0,001 мг/см<sup>2</sup> на животі, 0,0043 мг/см<sup>2</sup> – на стегні; 0,0025 мг/см<sup>2</sup> – на гомілці.

Повітропроникність шахтарського спецодягу повинна бути не менш як 20 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>с, поверхнева густина матеріалів, що використовуються для захисного одягу, не перевищує 490–580 г/м<sup>2</sup>, тому що за вищих

значень тиск одягу на життєво важливі органи людини може перевищувати граничне значення 135 кПа. На шахтах з круто спадними пластами до 90 % вугілля видобувають із застосуванням ручної праці. За такого способу працівники до 70 % часу змушені перебувати в незручних позах: навприсядки; стоячи зігнувшись; на колінах. Робочі зусилля за таких робіт перебувають в інтервалі 240–290 Н, енергетичні витрати становлять 35–60 Вт. Враховуючи такі показники, для конструювання одягу потрібно використовувати матеріали з підвищеними фізико-механічними властивостями, а саме матеріали на полімерній основі. Однак такі матеріали мають чималий поверхневий електричний опір 10<sup>11</sup>–10<sup>16</sup>, що суттєво перевищує допустимі рівні для шахт, які діють в Україні. Відомо, що більш як половина шахт Донбасу належать до третьої категорії за кількістю концентрації метану в повітрі і є вибухонебезпечними. Для зниження електричного опору до рівня 10<sup>7</sup>–10<sup>8</sup> Ом необхідно використовувати відповідні полімерні матеріали, а для з'єднання деталей виробів застосовувати нитки з металічними волокнами.

В умовах незадовільної видимості (освітленість, яку забезпечують індивідуальні світильники, не перевищує 1,5 лк) і високого рівня запыленості повітря виникає підвищена ймовірність травмування працівників механічними і транспортними засобами. Для підвищення безпеки праці доцільно розробляти на захисному одязі розпізнавальний знак із світловідбивних матеріалів Pentaline Nippon з показниками світловідбиття не менш як 4 од.

Всі складники комплекту спецодягу повинні утворити єдину систему, кожна частина якої має певну функцію. У цілому система одягу може забезпечити високу ефективність захисту від шкідливого технологічного середовища і створити комфортність для користувача. Важлива функція захисного одягу – забезпечення нормальної терморегуляції організму людини. Високий рівень респіраторних захворювань і пневмонії шахтарів зумовлений великими коливаннями температури та швидкості руху повітря в шахтах та обводнених виробках. Тому пакет одягу повинен мати відповідні теплозахисні властивості. Розглянемо можливий варіант функціонування трикомпонентної системи спеціального одягу, що складається з верхнього захисного костюма, проміжного одягу, сорочки та нижньої білизни.

Теплозахисні характеристики визначають за **формулами 4.1–4.5**.

На основі розрахунків визначено, що розрахунковий тепловий опір у положенні стоячи становить 0,23 м<sup>2</sup>·°C/Вт, що відповідає товщині



пакета 2,75 мм, під час роботи в положенні лежачи – 0,2 м<sup>2</sup>·°C/Вт. Для роботи товщина пакета спецодягу в ділянках плеча, передпліччя, ліктя, тулуба, стегна, гомілки становить 5,14 мм.

Розглянемо основні конструкції спеціального одягу, що застосовується на шахтах працівниками різних спеціальностей.

#### 4.7.1. Конструкції захисних костюмів шахтарів

Для зайнятих на сухих роботах: машиністів комбайнів, вибійників, прохідників горизонтальних, похилих виробок, бремсбергів і підготовчих ділянок пропонуються дві базові моделі, що складаються з куртки і штанів. Встановлено, що в умовах пластів малої товщини найшвидше зношується спецодяг у ділянках колін, ліктів, плечей, стегон, гомілок.

Залежно від конструкції курток костюми виготовляють двох типів – А, Б. Куртка типу А — одnobортна, пряма донизу, комір відкладний. Застібається донизу на чотири пари металевих пряжок або на чотири гудзики з вентиляційними отворами під проймою. На пілочках пришивають накладні кишені. Залежно від умов праці куртку можна виготовити з двома кишенями – дві бічні або дві нагрудні. Спинка виконується зі швом посередині. На рукавах нашивають підсилювані накладки (налокітники) з тієї самої тканини, що й куртка, або з іншого матеріалу, що має підвищені механічні характеристики. Рукав робиться вшивним чи типу реглан.

Штани для всіх типів костюмів виготовляють однаковими. Для забезпечення свободи рухів від талії на задніх половинках штанів роблять розширені виточки. Застібка на три гудзики – одна на поясі, дві на гульфіку. Для збільшення терміну використання штанів на передніх половинках нашивають з основної чи міцнішої тканини наколінники, а на задніх половинках — підсилювані накладки з льону. На вимогу замовника штани можуть виготовлятися з бретелями, з накладними кишенями на правій і лівій половинках з подовженими наколінниками. Встановлено, що в умовах пластів малої товщини найшвидше зношується спецодяг у ділянках колін, ліктів, плечей, стегон, гомілок.

Для тих, хто працює в обводнених шахтах, використовується костюм водонепроникний, що складається з куртки, штанів і головного убору (каптура чи капелюха). Вимоги до показників водозахисних властивостей залежать від рівня обводнення виробок. Рівень необхідного зонального захисту від тертя та ударів незначної сили певною мірою залежить від пози гірника (лежачи чи стоячи).

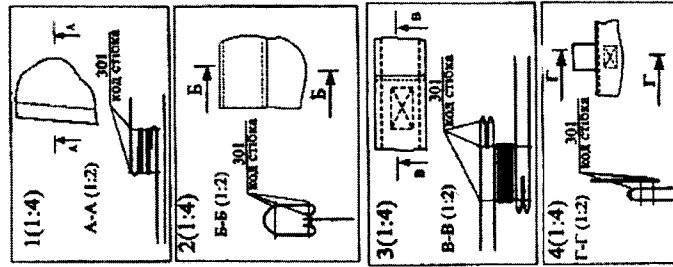
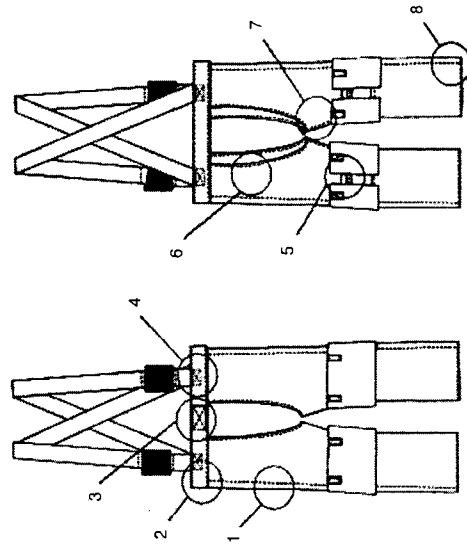
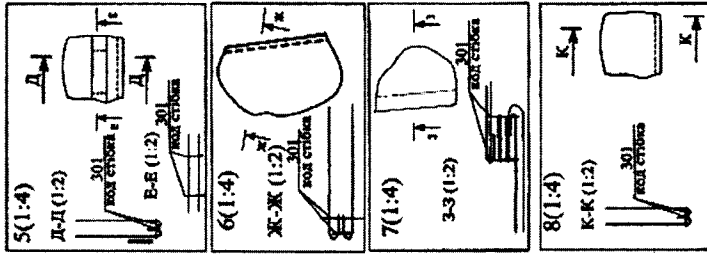
Залежно від конструкції куртки костюмів виготовляють за трьома моделями.

**Модель 1.** Куртка з вшивним рукавом, пряма, застібається праворуч–ліворуч на п'ять пар півкільць, має вентиляційні отвори під проймами рукавів. Рукави одношовні, з налокітниками, манжетами чи напульсниками, спинка без шва, комір-стійка.

**Модель 2.** Куртка не має бічних швів, кокетка робиться суцільнокроєною з рукавами, без плечових швів і налокітників. На нижніх половинках рукавів можуть бути зроблені вентиляційні отвори. Така конструкція куртки забезпечує більшу герметичність і рекомендується для роботи на проходженні вертикальних стовбурів з великим припливом води. На куртці по низу спинки може вшиватися гумка для стягування, комір може бути відкладний чи зі стійкою, рукава мають напульсники або налокітники. Куртки можуть виготовлятися з каптуром або у комплекті з капелюхом. Капелюх має форму ковпака, що складається з чотирьох клинів на підкладці, з подвійними полями. Штани для забезпечення водонепроникності роблять без бічних швів і кріплять за допомогою бретельок із вставками з еластичної стрічки, що застібаються спереду на півкільця. У середній шов спереду вшивається муфта, що стягається хлястиком і застібається на півкільця. Для подовження терміну використання штанів унизу в ділянці крокових швів, а також на колінах наклеюють підсилювані накладки.

**Модель 3.** Куртка пряма, по низу в бокових зонах стягнена гумкою, застібка потайна вшивна на сім заклепок. Рукав вшивний, по низу має два напульсники. Комір відкладний, з каптуром, що вшивається. Шви (плечові, бокові), з'єднання рукавів з проймою та коміра з каптуром, вшивання планки проклеюють стрічкою, що запобігає проникненню води. Штани виготовляють з боковими швами, по низу з напульсниками, пояс суцільнокроєний. Кріпляться за допомогою бретельок із вставними еластичними стрічками, що застібаються спереду на півкільця. У середній шов спереду вшито муфту, що стягається хлястиком і застібається на півкільця. На передніх частинах штанів – накладні кишені з клапаном. Шви (бокові, крокові, середні), з'єднання кишень і клапанів проклеюють стрічкою, що запобігає проникненню води. На **рис. 4.26–4.27** наведено модель 3 з видами обробки.

Застосування наколінників і підлокітників є основною мірою профілактики бурситу. Вони забезпечують рівномірний розподіл опорного тиску на коліна та лікті. Наколінники і підлокітники можуть бути вкладними і знімними. Вкладні наколінники і підлокітники виготовляють



Умовні позначення	Назва
—	Тканина верху
—	Підкладкова тканина
—	Текстильна застібка
—	Текстильна тасьма

Умовні позначення	Назва	Технічна характеристика з'єднання
—	Ниткове з'єднання	4-5 стібків на 10 мм строчки
—	Ниткове з'єднання	3-4 стібків на 10 мм строчки

Рис. 4.26. Технологічна карта обробки штанів моделі 3

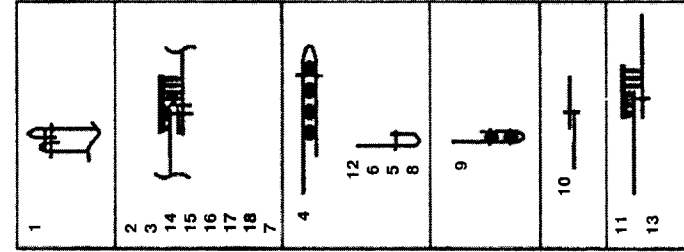
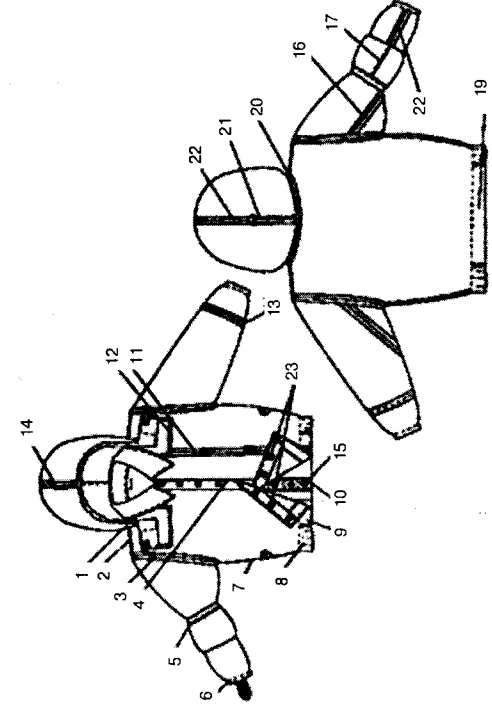
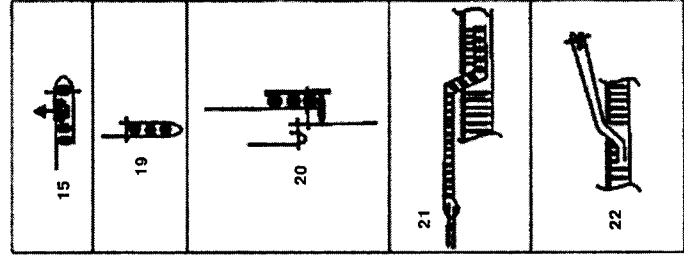


Рис. 4.27. Технологічна карта обробки куртки моделі 3

одношаровими з пористої гуми залежно від розміру спецодягу – до 50 · 50 мм і більш як 50 · 50, товщина гуми від 6 до 10 мм. Їхня маса становить до 190 г. Така конструкція рекомендується для тривалої роботи в позі сидячі і лежачи в шахтах з товщиною пластів до 0,8 м. Знімні наколінники виготовляють двошаровими, що складаються із захисного шару, для якого застосовують вулканізовану гуму або поліетилен, і шару, призначеного для амортизації, який виготовляють з пористої гуми. Маса таких наколінників – до 700 г. Встановлено, що напруга на опорні поверхні залежить від видів робіт, які виконує шахтар. Механічна напруга становить: під час переміщення стойки –  $\sigma = 71 \text{ Н/см}^2$ ; під час роботи лопатою –  $66 \text{ Н/см}^2$ ; під час добування вугілля в пласкому пласті –  $42 \text{ Н/см}^2$ ; в пластах з кутом нахилу до  $25^\circ$  –  $28 \text{ Н/см}^2$ .

У нових моделях доцільно низ рукава оформляти як основний рукав з напульсником, знімними наколінниками і підлокітниками та додатковим вшивним напульсником, що запобігає проникненню води під рукав. Штани по низу оформляють напульсником, що запобігає проникненню води. Знімні наколінники виготовляють двошаровими і одягаються поверх штанів. До штанів кріпляться за допомогою чотирьох ремінців, що просмикуються у відповідні шлейки, нашиті на штани вище і нижче колін.

Для костюма підземного електрослюсаря з ремонту та огляду стовбура в конструкції передбачають накладні кишені на передніх частинах штанів, призначених для зберігання виробничого інвентаря малого габариту. Для того щоб вода не скупчувалася в кишенях, передбачають захисні клапани й отвори по низу кишені.

#### 4.8. Види одягу, які використовуються в технологічно чистих приміщеннях

Складні технологічні процеси в ТЧП потребують забезпечення високого рівня чистоти. Основним ризиком забруднення виробничого середовища є персонал. За літературними даними, людина в звичайному одязі виділяє до 100 млн часток. Такі частки мають різні розміри та різне походження, їхня кількість залежить від індивідуальних особливостей і здоров'я працівника, характеру фізичних навантажень, часу роботи.

Таким чином, головною функцією спеціального одягу для ТЧП є захист технологічного середовища та продуктів виробництва від забруднення, яке надходить від людини.

Вибір одягу залежить від того, що виготовляють у ТЧП. Низький клас чистоти приміщення допускає використання шапочки, халата (блузона), який має застібку-блискавку, та бахілів.

Для ТЧП вищого класу типовими є комбінезон із застіркою-блискавкою, бахіли до колін і каптур, який заправляється під комір одягу. Повний спектр моделей для чистих приміщень базується на цих двох основних типах одягу.

Для роботи в ТЧП використовують різні типи одягу. Інформацію про типи одягу, який можна використовувати у ТЧП різних класів, викладено в рекомендаціях ІЕ8Т-КР-СС-003.2. У **табл. 4.16–4.17** у загальному вигляді наведено інформацію, яка міститься в цих рекомендаціях.

**Таблиця 4.16.** Комплекти одягу для ТЧП різних класів чистоти

Вид одягу	ISO 7 та 8 (клас 100 000 та 10 000)	ISO 6 (клас 1000)	ISO 5 (клас 100)	ISO 4 та 3 (клас 10 і 1)
1	2	3	4	5
Халат	P	C	C(HP*)	HP
Костюм з двох предметів	C	C	C	C
Комбінезон	C	p	P	P
Бахіли	P	C	C(HP*)	HP
Взуття	C	p	P	P
Спеціальне взуття	C	C	C	C
Шапочка для волосся	P	P	P	P
Каптур	C	C	P	P
Маска на обличчя	C	C	P	P
Каптур з маскою	C	C	C	Ч
Рукавички з тканини	C	C	C	HP

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5
Бар'єрні рукавички	С	С	С	р
Нижній одяг	С	С	С	р

Р – рекомендується, С – використання в спеціальних умовах, НР – не рекомендується, (НР\*) – не рекомендується в турбулентно-вентильованих приміщеннях з різноспрямованим потоком повітря

Таблиця 4.17. Комплекти одягу для фармацевтичних ТЧП

Вид одягу	І80 7 (клас 10 000)	І80 6 та 5 (клас 1000 і 100)	І80 4 та 3 (клас 10 і 1)
Халат	НР	НР	НР
Костюм з двох предметів	НР	НР	НР
Комбінезон	Р	Р	Р
Бахіли	НР	НР	НР
Взуття	Р	Р	Р
Спеціальне взуття	С	С	С
Шапочка для волосся	Р	Р	Р
Шолом	С	Р	Р
Маска на обличчя	Р**	Р**	Р**
Каптур з маскою відсосом	С	С	С
Рукавички з тканини	НР	НР	НР
Бар'єрні рукавички	Р	Р	Р
Нижній одяг	С	С	Р

Р – рекомендується, С – використання в спеціальних умовах, НР – не рекомендується, Р\*\* – рекомендується хірургічна маска

Головний убір повинен повністю закривати волосся, а також, якщо вони є, бороду та вуса і заправлятися під комір костюма. Необхідно носити маску на обличчі для запобігання виділенню крапель поту. Треба також носити стерильні, вільні від порошка гумові чи пластикові рукавички і стерильне чи дезінфіковане взуття. Низ штанів повинен бути заправленим у взуття, а рукави – у рукавички.

Складність у розробці одягу полягає в тому, що він використовується в нестационарних умовах праці. Постійно змінюються рухи тих, хто працює, температура на поверхні фільтрувального одягу і, відповідно, переміщення частинок. Для виготовлення одягу використовують щільні, тонкі текстильні та полімерні матеріали, які самі собою не можуть бути фільтрами, а тільки виконують роль бар'єра для достатньо малих часток. Одяг такого типу часто виявляється менш зручним і дорожчим.

Досвід використання одягу для ТЧП дав змогу відпрацювати досить жорсткі вимоги до матеріалів і їхніх конструкцій. Для виготовлення одягу використовують синтетичні текстильні матеріали з неперервних філаментичних або полімерних ниток, які характеризуються високою стійкістю до стирання, щільністю структури, низькою пористістю та повітропроникністю.

Конструкція одягу для ТЧП передбачає максимальну замкненість середовища під одягом. Зазори для шиї, кінцівок рук і ніг, а також у зоні застібок повинні бути ефективно ущільнені.

Як свідчать дослідження В. Власенка, незважаючи на вимоги до матеріалів і конструкції одягу, неможливо повністю контролювати викиди забрудненого повітря з-під одягу. Тому в конструкції одягу потрібно робити спеціальні отвори в різних місцях, наприклад, у середньому шві спинки або в підпахвовій частині руки. Для створення комфортності працівнику в такому одязі необхідно забезпечити теплообмін з навколишнім середовищем. Регулювання тепломасообмінних процесів буде ефективним, якщо матеріали мають повітропроникність у межах 200–450 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с або в конструкції застосовують вентиляційні отвори. Конструкція одягу повинна забезпечувати спрямовану циркуляцію повітря і регульовану вентиляцію. Верхній одяг повинен бути досить об'ємним, мати щільне прилягання в ділянці шиї і зап'ястя. Фільтрувальні вентиляційні отвори рекомендується розташовувати в нижній частині спини, на 10–15 см вище талії і на внутрішній верхній частині штанів. Розташування вентиляційних отворів на спині дає змогу знизити температуру в підодяговому просторі на 4–5 °С, на ногах – на 3–4 °С. Відносна вологість повітря в підодяговому просторі знижується з 90–100% до 60–70%. Вихід з вентиляційного отвору має бути закритим текстильним фільтрувальним елементом, повітропроникність якого повинна бути не менш як удвічі вища, ніж в основного матеріалу одягу. На рис. 4.28–4.30 наведено основні види конструкції одягу.

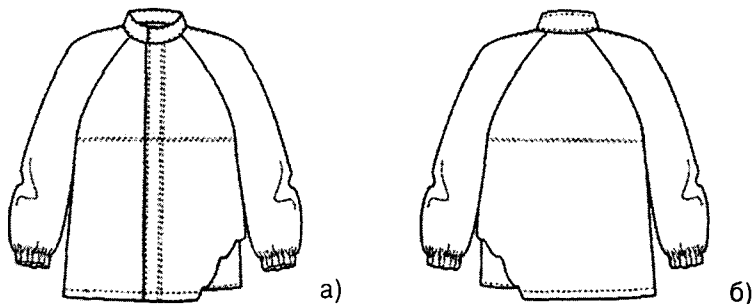


Рис. 4.28. Загальний вигляд куртки: а) вигляд спереду; б) вигляд ззаду

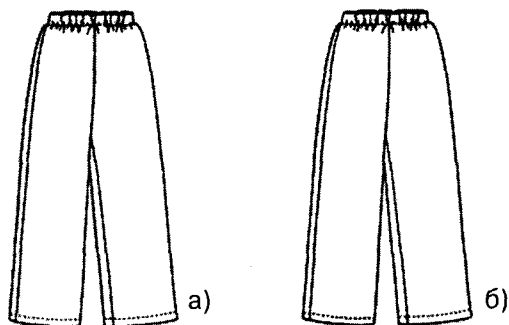


Рис. 4.29. Загальний вигляд штанів: а) вигляд спереду; б) вигляд ззаду

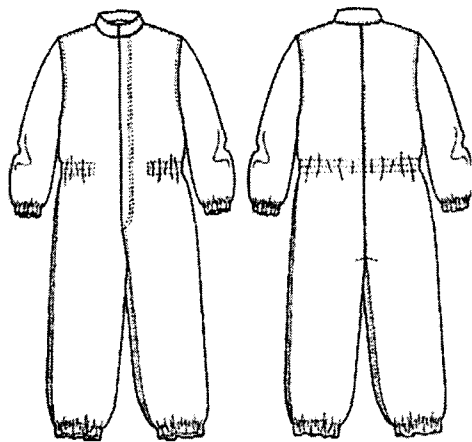


Рис. 4.30. Загальний вигляд комбінезона: а) вигляд спереду; б) вигляд ззаду

Вибір методів обробки для виготовлення спецодягу потребує особливого аналізу умов праці, де передбачається його використання, а також визначення властивостей матеріалів. Тому у виборі методів обробки виготовлення спецодягу необхідно враховувати:

- ✓ сучасні методи обробки та з'єднання частин виробу з використанням високопродуктивного обладнання;
- ✓ властивості сучасних матеріалів;
- ✓ сучасне технологічне обладнання та засоби контролю якості швів.

Технологія обробки спецодягу передбачає різноманітні способи обробки однакових деталей і вузлів, що пояснюється різницею властивостей матеріалів, а також зусиль, які повинні витримувати певні деталі чи шви у використанні в конкретних умовах. У табл. 4.18 наведено інформацію про види швів.

Таблиця 4.18. Види швів, що використовуються для виготовлення спеціального одягу

Назва шва	Конструкція шва	Призначення шва
Настрочний із закритим зрізом верхньої тканини		Зшивання частин пілочок, спинки
Подвійний		З'єднання бокових, плечових зрізів спинки та пілочок, частин рукавів, крокових швів
Запошивний у замок		З'єднання бокових, плечових зрізів спинки та пілочок, частин рукавів, крокових швів
Впідгин із закритим зрізом		Стернування низу виробу та рукавів, внутрішніх зрізів, підбортів, верхніх країв накладних кишень

Таким чином, концепція сучасного одягу для ТЧП високого класу повинна ґрунтуватися на використанні багат шарового одягу, в якому окремі складники виконують різні функції. Найефективнішим для ТЧП є одяг, який повністю закриває людину. Такий одяг повинен бути виготовлений з тканини, яка має властивості ефективно фільтрації, надійні застібки

на манжетах рукавів, комірі і штанах. Одяг для ТЧП повинен виконувати функції спеціального фільтра і затримувати 60–95 % часток розміром більш як 0,3 мкм на внутрішній поверхні. Забруднення повинні залишатися всередині і на внутрішній поверхні одягу.

#### 4.9. Види та конструкція спеціального одягу, який використовується в акваторії

Спеціальний одяг для робіт в акваторії проектується з урахуванням таких факторів: характеру діяльності, інтенсивності та тривалості праці; середовища професійної діяльності; специфічних функцій захисного костюма (наприклад інформаційних, коли колір костюма відповідає фірмовому бренду, або підвищених механічних характеристик, що забезпечує захист від механічних травм, проколів, порізів). Кожний із цих факторів зумовлює основні вимоги до ГК, які впливають на вибір матеріалу костюма, його конструкцію, модель, колір і технологію обробки. Основні вимоги до ГК для регламентних і рятувальних надводних і підводних робіт такі: запобігати переохолодження людини у воді; забезпечувати свободу рухів і захист від механічних травм; не викликати неприємних відчуттів під час використання; створювати зручність одягання та роздягання.

У конструюванні ГК необхідно забезпечувати його вільне прилягання до тіла, що сприяє свободі рухів, не перешкоджає диханню, кровообігу і травленню. Занадто тісне прилягання частин одягу може викликати подразнення шкіри, застоювання крові і лімфи, стискування нервових закінчень, зміщення черевних і тазових (у жінок) органів, перешкоджати розширенню грудної клітини. З іншого боку, щільне прилягання гідрокостюма до тіла забезпечує максимальне збереження тепла.

##### 4.9.1. Конструкція гідрокостюмів

Традиційно ГК поділяють на чотири типи.

**Перший тип – захисний.** Австралієць Майк Бол запропонував любителю підводних занурень використовувати захисний одяг для ізоляції від медуз. Костюм виготовлявся з матеріалу лайкра (лісга). Він замінив одяг, яким користувалися доти: сорочки і джинси, які запобігали пораненням, укусам і сонячним опікам. Вадю цього матеріалу є відсутність будь-якої теплоізоляції тіла, тому його рекомендують

використовувати за температури води  $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  і вище. Крім того, такий костюм має нульову плавучість.

Для збільшення теплозахисних властивостей створено нові синтетичні матеріали для виготовлення захисних костюмів. Такі властивості лайкри, як еластичність, легкість, щільність облягання тіла, низький гідродинамічний опір потоку води, повністю збережено в сучасних матеріалах Polartec і Darlex termoplastic. Обидва призначені для використання у воді з температурою  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  і вище.

Захисний ГД конструюють як монокостюм таких моделей:

- ✓ з шортами і короткими рукавами;
- ✓ з довгими штанами і короткими рукавами;
- ✓ з довгими штанами і довгими рукавами.

Найчастіше в костюмі проектують одну застібку-блискавку спереду. Є моделі костюмів і з розміщеною на спинці застібкою-блискавкою, тоді для зручності одягання до замка-блискавки приєднують довгу стрічку. На доповнення до основного захисного одягу використовують шкарпетки і рукавички для захисту ніг і рук від ударів, укусів і подряпин.

**Другий тип – мокрий.** Такі ГК щільно облягають тіло людини, не ізолюють повністю від контакту з водним середовищем, зменшують водообмін і дають змогу суттєво збільшувати тепловий захист плавця. Охолоджувальна дія води знижується за рахунок нагрівання тілом людини тонкого шару води, який утримується під костюмом. Таким чином, теплозахисна дія такого ГК здійснюється не за рахунок ізоляції тіла людини від води, а запобігає її циркуляції і протидіє інтенсивному конвекторному теплообміну. Перевага мокрого ГК порівняно із сухим – збереження його теплозахисних властивостей за незначних ушкоджень чи порізів, тому що він не водонепроникний. Ці ушкодження можуть лише трохи погіршити тепловий захист людини. Ізольовальна здатність мокрого ГК залежить від товщини матеріалу і щільності прилягання до тіла. Товщина матеріалу ГК підвищує захист від холоду, але водночас обмежує рухливість плавця і потребується більше тягаря для компенсації додаткової плавучості ГК. Використання неопрену, дубльованого з обох боків трикотажним полотном нейлону типу "джерсі" завтовшки 5–7 мм, дає змогу надійно захищати плавця від холоду на глибинах до 20 м упродовж 60 хвилин.

Велика увага приділяється конструкції ГК як фактору, що знижує циркуляцію води і збільшує комфортність експлуатації. Деталі крою виробу виконують різноманітні функції. Наколінники і налокітники,

виконані з тоншого й еластичнішого матеріалу, зменшують фізичне навантаження під час плавання. Вставки зазвичай виготовляють з матеріалів підвищеної товщини, що дає змогу створювати додаткову теплоізоляцію. Під час експлуатації гідрокостюм не сковує рухів, а п'ятипали рукавички дають змогу виконувати такі роботи, як відбір зразків на дні, фотографування та ін.

Монокостюми мокрого типу, виготовлені без шолома, виробляють з неопрену з одностороннім зовнішнім дублюванням й обтюрацією в ділянці шиї.

Випускають також і вкорочені монокостюми – з шортами, короткими рукавами і шоломом. Застібка-блискавка розміщується спереду і закінчується на шоломі. Монокостюми зручні в одяганні, але мають гірші теплоізоляційні властивості порівняно з роздільними гідрокостюмами.

Роздільні ГК складаються з двох частин: куртки і штанів. У сучасному ГК штани зазвичай доходять до грудей плавця і фіксуються на тілі за допомогою плечових лямок з використанням застібки на липучках. Куртки виготовляють кількох моделей. Найпоширеніші мають застібку-блискавку спереду і зап'яч знизу, який фіксується за допомогою липучок або спеціальних застібок. Інколи зап'яч обома боками пришивається до куртки. Більшість курток мають вшиті шоломи. У такому разі повністю унеможливується потрапляння води з шолому у верхню частину куртки. Застібка-блискавка на куртках завтовшки до 5 мм входить у шолом, у куртках, виготовлених з неопрену більшої товщини, застібка вшита в куртку. На шоломі стоїть додатковий лицьовий обтюратор. Проектуються ГК з куртками без шоломів. У такому разі до комплекту костюма входить шолом, призначений для теплоізоляції голови. Шоломи поділяють на чотири типорозміри і виготовляють з неопрену з двобічним дублюванням. Зрідка трапляються шоломи, поєднані з жилетом, – так унеможливується надходження води безпосередньо до тіла. Розроблено гідрокостюми, які складаються з комплекту штанів і жилета. Жилет має шолом і виготовляється з неопрену з двобічним покриттям завтовшки до 2 мм.

Сучасні мокрі ГК – це комбінація моно- і костюма роздільного типу. До гідрокостюма входять стандартні штани на липучках, які мають назву "Довгий Джон", і куртка спеціального крою. Особливість такої куртки полягає в тому, що це монокостюм зі штанами-шортами і довгими рукавами. Шорти, приєднані до куртки, підвищують теплоізоляційні властивості всього гідрокостюма, можна використовувати тільки одну куртку як гідрокостюм під час занурення в теплу воду.

За низької температури води або повітря, а також для захисту від механічних ушкоджень з мокрим гідрокостюмом використовують додаткові речі, виготовлені з неопрену: боти, шкарпетки, рукавички.

**Третій тип – сухий**, які застосовують для забезпечення нормальної життєдіяльності організму під час занурення на середні і великі глибини, а також у холодних водах. Температура навколишнього середовища може коливатися в інтервалі від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ , температура води – від  $0^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ .

Сухі ГК повинні повністю ізолювати тіло водолаза від контакту з водним середовищем, тобто бути водо- і повітронепроникними. Для конструкції характерні такі вимоги: мінімальна кількість деталей і членувань, відсутність водонепроникних елементів, наявність обтюрації, відповідність основним рухам і надійність конструкції. Для попередження механічних ушкоджень передбачено наколінники, які виготовляють з міцнішого матеріалу – Duratex. Такі ГК використовують разом з гігієнічною і теплоізолювальною білизною. Сумарний тепловий опір треба розраховувати, як для комплексу з одним і двома прошарками вовняної білизни.

**Четвертий тип – напівсухий**. Такі ГК посідають проміжне місце між мокрими і сухими, хоча по суті є мокрими ГК, але з кращою обтюрацією кінцівок. Використання додаткових обтюраторів (манжет із неопрену з однією зовнішнім покриттям) дає змогу зменшити доступ і циркуляцію води під костюмом, збільшуючи приблизно на 5–10 % теплозахист виробу. В експлуатації потребують дбайливого ставлення. За конструкцією напівсухі гідрокостюми також ділять на монокостюми і роздільні костюми. Особливість напівсухих монокостюмів – застібка-блискавка, яка вшивається на плечах.

#### 4.9.2. Технологія виготовлення гідрокостюмів

Для якісного виготовлення ГК треба вибрати раціональну товщину неопрену, конструкцію виробу, спосіб з'єднання деталей і режими їх виконання. Товщиною матеріалу передусім визначається тепловий опір одягу. Тому попередньо необхідно розрахувати товщину неопрену у виготовленні ГК, які застосовують для рятувальних робіт в акваторії. Людина працездатна й відчуває себе комфортно, якщо температура тіла, захищеного одягом, дорівнює  $t_{\text{ср.взв.}} = 33,4^{\circ}\text{C}$ . Під час перебування в акваторії за конвекторного теплообміну тепловтрати становлять 75 % загальних тепловитрат, а 25 % – випаровуванням і диханням.

Гідрокостюм захищає 85 % тіла людини. Розрахунки за формулами (4.1–4.5) виявили, що тепловий опір ГК міститься в інтервалі 0,55–0,99 м<sup>2</sup>·°С/Вт. Товщина неопрену визначається за формулою

$$\delta = R \cdot \lambda \quad (4.7)$$

де  $\delta$  – товщина матеріалу, мм,

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С.

У табл. 4.19 наведено інформацію про тепловий сумарний опір ГК і товщину неопрену.

Таблиця 4.19. Характеристика теплозахисних властивостей ГК

Температура тіла рятувальника, t, °С	Температура води, t, °С	Сумарний тепловий опір пакета одягу, R, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$	Сумарний тепловий опір ГК, R, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$	Товщина неопрену, дубльованого трикотажним полотном з обох боків, мм
33,4	+10	0,567	0,470	1,8
33,4	+5	0,682	0,505	2,5
33,4	0	0,802	0,705	2,8
33,4	-5	0,923	0,826	3,3
33,4	-10	0,999	0,998	4,0

Отримані результати свідчать, що для забезпечення комфортної роботи рятувальника впродовж 20–40 хвилин достатньо використувати неопрен, дубльований з обох боків трикотажним полотном завтовшки 4–6 мм. Виконання фізичної роботи підвищує тепловитрати, тому час перебування під водою може коливатися від 20 до 40 хвилин і залежить від самопочуття і фізіологічного стану людини.

На другому етапі визначається період висихання ГК. Це необхідно знати для визначення проміжку часу між двома зануреннями, для розрахунку кількості занурень людини у воду за робочу зміну. Виявилось, що ГК висихає за 4 години, в останні 2 години він висихає інтенсивніше. Можна прискорити час висихання ГК, але це призведе до передчасного його зношення. Під час руху виникає розтягування неопрену за зворотних деформацій. Досліджено зусилля, що виникають у матеріалі під час його розтягування. Результати випробувань виявляють, що за розтягування матеріалу більш як на 50 % зусилля, що виникає в ньому в поздовжньому напрямку, більше, ніж у поперечному. Цю

властивість варто враховувати, виконуючи розкладку деталей ГК. Неопрен – дорогий матеріал, тому для здешевлення виробу потрібно виконувати економічні розкладки. Особливості виконання професійних обов'язків рятувальника потребують у створенні моделі та розробки конструкцій ГК пропонувати найменшу кількість членувань у виробі. Вологий матеріал віддає тепло в одинадцять разів швидше, ніж сухий, тому для підвищення теплозахисних властивостей треба забезпечити високу герметичність і міцність швів.

У виборі типу з'єднання попередньо досліджено фізико-механічні характеристики чотирьох типів комбінованих швів: **I тип** – шов клейовий і нитковий з обох сторін поздовжній; **II тип** – шов клейовий і нитковий з обох боків поздовжній; **III тип** – шов клейовий і нитковий з одного боку поперечний; **IV тип** – шов клейовий і нитковий з обох боків поперечний. Для з'єднання швів використано нитки лінійної щільності 60 текс, 95 текс, 100 текс. Шви виконували із середньою частотою 12 стібків, 17 стібків, 22 стібка на 50 мм.

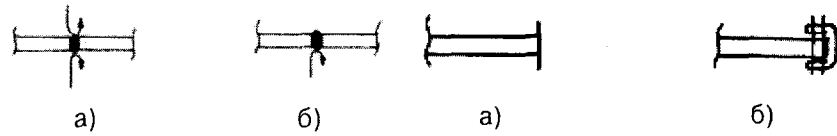
У результаті аналізу фізико-механічних характеристик матеріалу і швів встановлено:

- ✓ розривні зусилля шва I типу в поперечному і проколеному з'єднанні менші за розривні зусилля шва II типу для всіх типів неопрену;
- ✓ розривне навантаження зі збільшенням товщини матеріалу зростає. Це пояснюється тим, що розтяжність неопрену більша, ніж розтяжність ниток, і вони стримують розтяжність з'єднань;
- ✓ зі збільшенням лінійної щільності ниток розривні зусилля зменшуються;
- ✓ зі збільшенням частоти стібків розривні зусилля зростають.

Таким чином доведено, що для підсилення конструкцій у зонах підвищеного навантаження доцільно використувати II тип комбінованого шва з лінійною щільністю ниток 100 текс і середньою частотою строчки 17 стібків на 50 мм.

Специфіка матеріалу потребує використання особливих методів обробки: з'єднання стикових швів одно- або двонитковим ланцюговим потаємним стібком з кількістю стібків від 12 до 21 на 50 мм шва; склеювання відкритих зрізів деталей клеєм для герметизації та надання міцності з'єднанням. Наявність чи відсутність дубляжу потребує різних методів обробки. На рис. 4.31 наведено методи обробки внутрішніх швів, на рис. 4.32 – відкритих зрізів ГК.





**Рис. 4.31.** Методи обробки неопрену

- а) з двобічним дублюванням
- б) з однібічним дублюванням

**Рис. 4.32.** Методи обробки зрізів неопрену

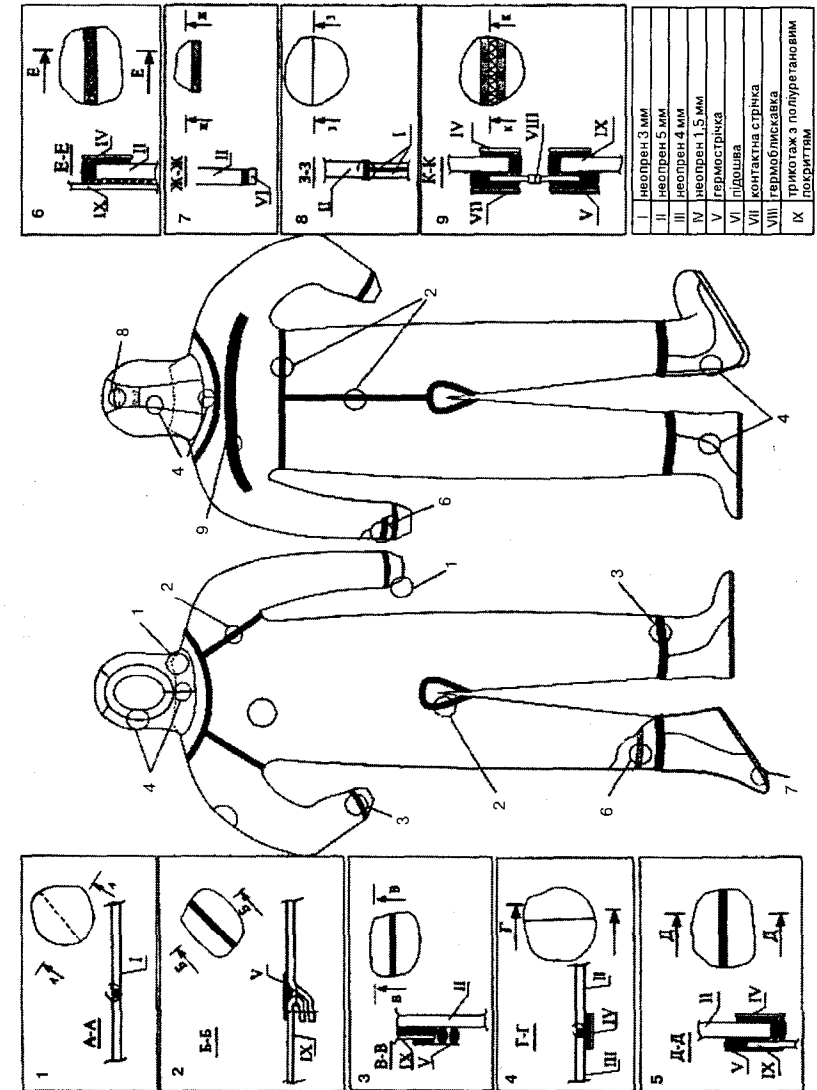
- а) обметувальними стібками
- б) еластичною стрічкою

Накладні деталі виробів – налокітники, наколінники, кишені, застіжки-блискавки – повинні бути з'єднані з матеріалом гідрокостюма клейовим способом на відповідних мітках з подальшою обробкою рідком з одно- або двонитковим ланцюговим переплетенням, кількість стібків від 12 до 21 мм на 50 мм шва.

Для забезпечення максимальної міцності та герметичності на внутрішню частину ГК у місцях перетину швів наклеюють додаткову стрічку.

На **рис. 4.33–4.34** наведено конструкцію і технологічні карти виготовлення ГК роздільного типу, на **рис. 4.35** – ГК типу монокостюма.

Таким чином, залежно від умов використання пропонуються різні моделі та технології виготовлення ГК. Для ГК, призначених для рятувальних робіт, використовують комбінований клейовий і нитковий спосіб з'єднання; для ГК, що використовуються у забруднених водах (розвідка нафти та газу під водою), деталі костюма з'єднують за допомогою комбінованого клейового та ниткового шва з обробкою гідрофобним розчином; для підводних видів спорту – клейовий шов встик, закріплений з зовнішнього боку гумовою смужкою.



**Рис. 4.33.** Технологічна карта виготовлення внутрішнього ГК

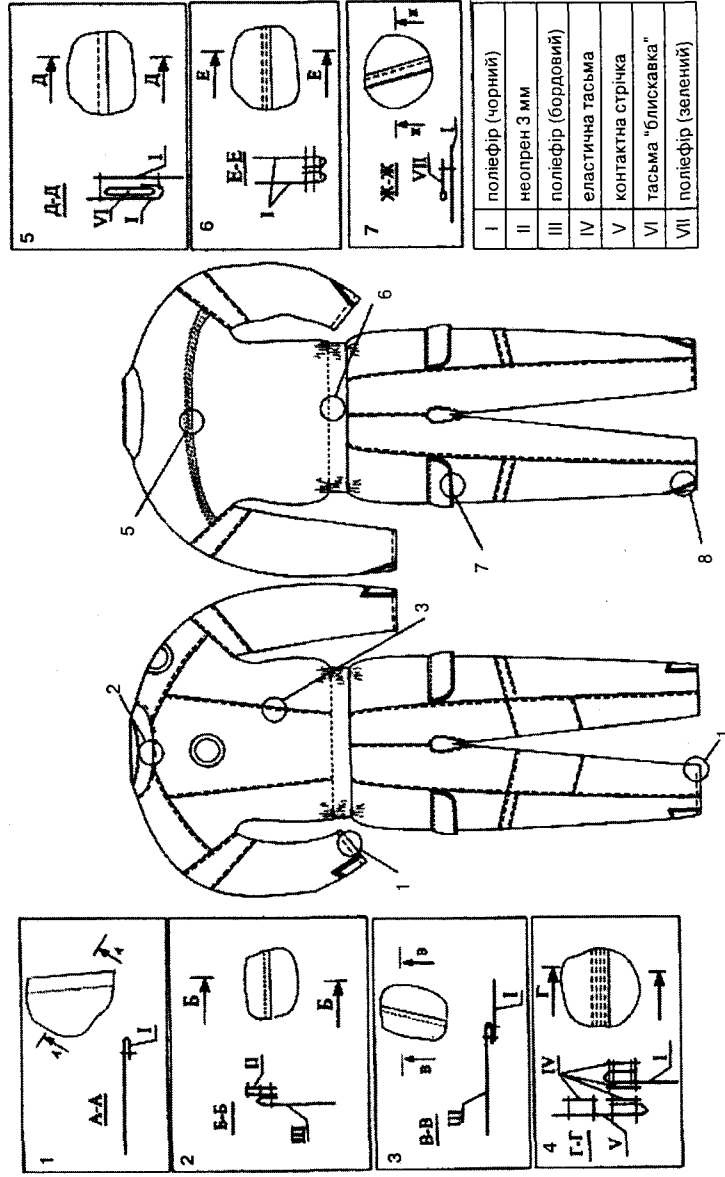


Рис. 4.34. Технологічна карта виготовлення зовнішнього ГК

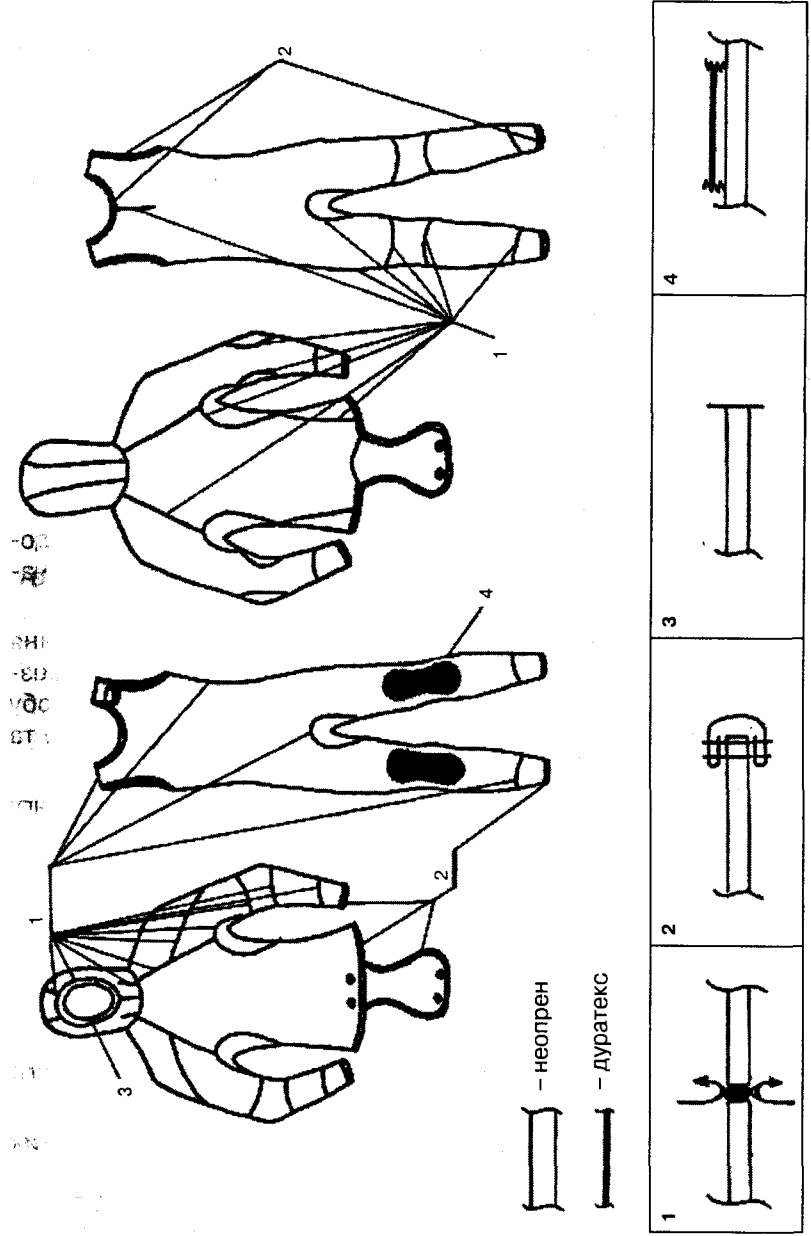


Рис. 4.35. Технологічна карта виготовлення монокостюма

**Висновки**

1. ЗІЗ класифікуються за низкою ознак: призначенням, захисними властивостями, конструкцією, модельним рядом, термінами використання. Це дає змогу систематизувати ЗІЗ відповідно до умов праці виробничого персоналу в різних галузях промисловості.
2. Аналіз діючої нормативної документації дає змогу зробити висновок, що нині існує велика кількість ЗІЗ, які захищають лише від окремих шкідливих речовин, тимчасом як для виробничого персоналу потрібні засоби з широким спектром захисної дії.
3. На етапі конструювання захисного одягу необхідно забезпечити фізико-технологічну сумісність виробу. Основні вимоги до виробу визначаються такими факторами: мікроклімат на робочому місці, основні статичні і динамічні пози, енерговитрати під час виконання технологічних операцій та теплозахисні і гігієнічні властивості матеріалу.
4. У конструюванні спеціального захисного одягу попередньо необхідно визначити оптимальні теплозахисні, електростатичні та водозахисні характеристики відповідно до умов праці, де передбачається використання одягу.
5. Вибір технології виготовлення здійснюється під час вивчення можливостей сучасного обладнання та отримання швів, які забезпечують визначений рівень надійності виробу. Надійність виробу визначається фізико-механічними характеристиками матеріалу та швів, умовами зберігання та чищення.
6. Запропоновані конструкції та моделі спеціального захисного одягу є інваріантними в розробці нових типів.

**Контрольні запитання до розділу 4**

1. Які вимоги висувають до комплектності захисних костюмів?
2. Назвіть ергономічні вимоги до конструкції костюма багаторазового використання.
3. Вкажіть ергономічні вимоги до конструкції комбінезона разового використання?
4. Які основні рухи працівника під час виконання професійних обов'язків?
5. Назвіть вимоги до конструкції спеціального захисного одягу.

6. Які є види захисного ізолювального одягу?
7. Назвіть вимоги до захисного фільтрувального одягу.
8. Опишіть художньо-технічне оформлення моделі спецодягу, який використовують в обводнювальних шахтах.
9. Як художньо-технічно оформляють моделі ГК?
10. Які вимоги висувають до сировини, матеріалів і способів з'єднання захисного одягу?
11. Назвіть вимоги до фізичних і механічних властивостей матеріалів і методів обробки виробів разового використання.
12. Вкажіть вимоги до фізичних і механічних властивостей матеріалів і методів обробки виробів багаторазового використання.
13. Які причини використання матеріалів з поліетилену тільки для виготовлення одягу разового використання?
14. Перелічіть основні способи з'єднання деталей.
15. Вкажіть вимоги до методів обробки, що застосовуються у виготовленні ізолювального захисного одягу.
16. Які вимоги до методів обробки, що застосовуються у виготовленні ГК.

# Види і конструкції засобів індивідуального захисту, які входять до складу захисних комплектів

## Ключові терміни

### Засоби захисту органів дихання:

- ✓ фільтрувальні протигази;
- ✓ ізолювальні дихальні апарати;
- ✓ респіратори;
- ✓ комбіновані фільтри;
- ✓ фільтрувальна півмаска

### Засоби захисту голови:

- ✓ каски захисні;
- ✓ каскетки;
- ✓ шоломи

### Засоби захисту очей:

- ✓ окуляри відкриті;

- ✓ окуляри закриті із затемненням;

- ✓ лицьові щитки;

- ✓ лінзи

### Засоби захисту рук:

- ✓ рукавиці;
- ✓ надолонники;
- ✓ напальчники;
- ✓ напульсники

### Засоби захисту органів слуху:

- ✓ слухові пристрої;
- ✓ протишумні навушники;
- ✓ вушні вкладиші

## 5.1. Засоби індивідуального захисту органів дихання

**Класифікація ЗІЗОД.** До засобів захисту органів дихання (ЗІЗОД) належать фільтрувальні півмаски, маски та ізолювальні дихальні апарати.

В умовах забруднення повітря виробничого середовища пилом, аерозолями, газом і парами захисний одяг зазвичай застосовують у комплекті із ЗІЗОД. У **табл. 5.1** наведено класифікацію ЗІЗОД за принципом дії і конструкції.

Таблиця 5.1. Класифікація ЗІЗОД

Принцип дії	Вид захисної дії	Вид ЗІЗОД	Конструктивні елементи	ДСТУ
Фільтрувальні	Противаерозольні	Респіратор	Півмаска	ДСТУ EN149
		Півмаски з клапанами для захисту від газів і аерозолів	Півмаска, маска, фільтр	ДСТУ EN405
	Комбіновані	Противагази	Маска, фільтр	ДСТУ EN371 ДСТУ EN372 ДСТУ EN143
		Моторові пристрої	Півмаска, маска, шолом, каптур, фільтр, турбокомпресорний блок	ДСТУ EN12083 ДСТУ EN12942
		Пристрої респіраторні для самопорятунку	Шолом, каптур, фільтр	ДСТУ EN403 ДСТУ EN404
Ізолювальні	Проти ОР, рівень кисню менш як 17 %	Автономні дихальні апарати	Маска, регенеративний патрон, дихальний мішок, дихальний апарат	ДСТУ EN1835 ДСТУ EN12419

Працедавець повинен здійснити заходи щодо оцінки ризику там, де наявні шкідливі й небезпечні речовини, або там, де небезпека для здоров'я і життя людей передбачувана або очевидна. Оцінюючи ризик, необхідно взяти до уваги: характер небезпеки, основні джерела

небезпеки, ступінь впливу шкідливих факторів, стан виробничого середовища, характер роботи й особливості людей, які виконують роботу, ефективність вжитих або передбачуваних захисних заходів і можливі наслідки в разі невдачі цих заходів. За високих концентрацій шкідливих речовин у повітрі виробничої зони або імовірності їх появи приймається рішення про необхідність використання відповідних ЗІЗОД. В ієрархії заходів захисту від шкідливих впливів середовища ЗІЗОД перебувають на нижньому рівні, тобто потреба їх застосування повинна бути обґрунтована повними й достовірними результатами оцінки ризику в кожному конкретному випадку.

Відповідно до ДСТУ EN133 існують два принципово різні типи ЗІЗОД:

- а) *фільтрувальні пристрої* – пристрої очищення повітря для дихання за допомогою фільтрів, які затримують отруйні речовини, що містяться в повітрі;
- б) *ізолювальні з дихальними апаратами* – пристрої подачі придатного для подиху повітря або дихального газу (наприклад стислого кисню) з незабрудненого джерела.

У цьому ж стандарті наведено класифікацію навколишнього повітряного середовища. Відповідно до неї повітряне середовище може бути забруднене аерозолями, газами й парами. Крім цього, може бракувати кисню.

Залежно від агрегатного стану шкідливих речовин, від яких необхідно захищати, фільтрувальні ЗІЗОД поділяють на три класи: протиаерозольні; протигазові; протигазові аерозольні (комбіновані).

Кожний клас ЗІЗОД має елементи залежно від конструктивного виконання: фільтрувальна лицьова частина; ізолювальна лицьова частина із замінним фільтром; ізолювальна лицьова частина з примусовим поданням повітря.

Окремим класом виділяють фільтрувальні саморятувальники.

ЗІЗОД, дія яких повністю залежить від дихальної активності користувача, називаються респіраторами або ЗІЗОД з негативним тиском. Якщо ж для підведення повітря через фільтр у зону дихання користувачі використовують якісь механічні агрегати, такі ЗІЗОД називаються моторові.

*Фільтрувальні респіратори можуть діяти трьома способами.*

**Перший спосіб** – тверді, рідкі або конденсаційні аерозолі механічно або електростатичним полем захоплюються зарядженими або неза-

рядженими волокнами. **Другий спосіб** – гази й пари адсорбуються на активоване вугілля або інший спеціально оброблений сорбент. **Третій спосіб** – за потреби застосовують комбінований засіб захисту від газів і аерозолів.

Противаерозольна фільтрувальна півмаска закриває ніс, рот і підборіддя і може містити вдихальний або видихальний клапан. Вимоги до такого типу ЗІЗОД визначено в ДСТУ EN 149:2002. Противаерозольні фільтрувальні півмаски класифікують відповідно до ефективності фільтрації і максимального загального коефіцієнта підсмоктування. Визначають три класи півмасок: FFP1, FFP2, FFP3. Півмаска з першим ступенем захисту вибирається за умови, що концентрація не перевищує чотирикратної гранично допустимої концентрації (ГДК). Такі респіратори використовують у загальних виробничих приміщеннях, у сільському господарстві, харчовій галузі. Крізь фільтрувальний матеріал може проникати до 20 % шкідливих домішок, а крізь півмаску – до 22 %, тому що 2 % даються на підсмоктування на смузї обтюрації (прилягання). Респіратори з другим ступенем захисту використовують за умов, що концентрація шкідливих аерозолів у повітрі робочої зони не перевищує 12 ГДК. Водночас тільки 8 % домішок може проходити крізь ЗІЗОД. Такі респіратори використовують у машинобудівній, хімічній, сталепрокатній галузях. У третьому ступені захисту можна працювати за концентрації до 30 ГДК. Такі респіратори захищають від пилу високої концентрації з твердими частками, які містять берил, алюміній, кобальт, радіонуклідні частинки. Понад цю концентрацію використовувати фільтрувальні ЗІЗОД заборонено.

Респіратори використовують для захисту органів дихання від радіонуклідного та ґрунтового пилу, за низьких концентрацій біологічно активних речовин. Респіратор Р-2 складається з фільтрувальної півмаски з наголовником. Зовнішню частину півмаски виготовлено з пористого пінополіуретану. У внутрішній частині розміщено поліетиленову плівку, в яку вмонтовано два клапани для вдиху і один для видиху. Між зовнішнім і внутрішнім шарами розміщено шар фільтрувального матеріалу з полімерних волокон. Повітря, що видихається, проходить через пінополіуретан і фільтрувальний матеріал, очищується від пилу і через клапани вдиху потрапляє до органів дихання. Повітря, що видихається, направляється назовні через клапан видиху. Для кращої герметизації респіратор має носовий затискач. Вимоги до респіраторів визначаються національним стандартом ДСТУ EN 149. Безперервне перебування

у респираторі до 12 годин практично не впливає на працездатність і функціональний стан виробничого персоналу.

ЗІЗОД з негативним тиском складається з півмаски або маски, що закриває обличчя користувача, і фільтра, який є невід'ємною частиною всього виробу. Маска щільно прилягає до обличчя користувача й фіксується за допомогою регульованих ременів кріплення. Рух повітря через фільтрувальний матеріал забезпечується зусиллям легенів користувача або додатковим блоком фільтрації повітря. З масками можуть використовуватися протиаерозольні, газові або комбіновані фільтри.

Маски ЗІЗОД діляться на три класи:

*клас 1* – полегшеної конструкції для легких умов роботи, використовуються у фільтрувальних ЗІЗОД і дихальних апаратах з первинним потоком стисненого повітря;

*клас 2* – міцніші конструкції, мають підвищену стійкість до займистості й застосовуються в важких умовах праці як лицьова частина для фільтрувальних та ізолювальних ЗІЗОД;

*клас 3* – з підвищеним рівнем захисту від теплового випромінювання, часто використовуються для пожежогасіння й в умовах аварій.

*Фільтрувальні півмаски з клапанами для захисту від газів і аерозолів.* Вимоги до таких півмасок визначено в ДСТУ EN 405, який запроваджено 2003 року. Клапанна фільтрувальна півмаска закриває ніс, рот, у деяких випадках – підборіддя користувача. Конструктивно вона цілком або в основному складається з фільтрувального матеріалу. Півмаски цього типу застосовують головним чином для захисту від газів і парів, а також твердих і рідких аерозольних часток. Протиаерозольний фільтр може бути знімним або незнімним. Такі маски повинні мати клапани вдиху і видиху. За своїми конструктивними особливостями і захисними властивостями клапанні фільтрувальні півмаски діляться на типи і класи.

У позначенні таких ЗІЗОД вказується тип і клас фільтра з префіксом FF. Типи фільтрів позначаються літерами А, В, Е, К, АХ і SX відповідно до класифікації шкідливих речовин. Комбіновані фільтри обов'язково мають протиаерозольний фільтр з необхідною ефективністю фільтрації. Спеціальні фільтри (NO-P3, Hg-P3) не поділяють на класи. Протигазові фільтри повинні мати клас захисту 1 або 2.

*Фільтрувальні протигazi.* Нині в Україні в системах цивільного і промислового захисту використовують фільтрувальні протигazi марки

ПМГ, ПМГ-2, ПБФ, ПМК, ПМК-2, МП-5у, МТ-213/2У. Протигаз призначено для захисту органів дихання та поверхні обличчя від впливу бойових ОР, сильнодіючих токсичних речовин, радіонуклідного пилу та біологічних аерозолів за рахунок очищення (фільтрації) забрудненого повітря у фільтрувально-поглинальній системі протигазу. Протигаз необхідно використовувати під час забруднення повітря шкідливими газами та аерозолями або в умовах застосування зброї масового ураження.

Протигazi можуть використовуватися в атмосфері, яка містить не менш як 17 % кисню. За такої умови використання протигазу не погіршує фізичних і психологічних можливостей людини, дає змогу виконувати свої основні функції в аварійних умовах упродовж 24 годин. Температура навколишнього середовища може змінюватися в діапазоні від  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Вимоги до фільтрувальних протигазів визначаються національним стандартом ДСТУ EN 143. Протигаз є пристроєм багаторазового застосування і належить за ДСТУ EN 136 до другого класу.

Сучасні протигazi, розроблені фірмою "Укрмаскпол" (Київ), складаються з лицьової маски та фільтра-поглинача, з'єднаних між собою безпосередньо. Мають додатковий пристрій для вживання рідкої їжі. Маска призначена для захисту обличчя та очей від отруйних речовин, подавання фільтрованого повітря до органів дихання та викидання в атмосферу повітря, що видихається. Загальний вигляд та окремі комплектуючі протигазу МП-5у наведено на *рис. 5.1*.

У сучасних протигазах використовують лицьові маски ШМ-62, ШМС, ШМГ, ШМ-66Му, ШМБ. Лицьові частини протигазу виготовляють 4 типорозмірів (1 – найбільший, 4 – найменший). Коефіцієнт проникання тест-аерозолю під маску (коефіцієнт підсмоктування) через лінії обтюрації та в інші вузли не більш як 0,05 %. Коефіцієнт проникання тест-аерозолю через фільтр-поглинач (коефіцієнт проскакування) не більш як  $1 \cdot 10^{-4}$  %. Об'ємна частка двоокису вуглецю у повітрі, що вдихається, не більш як 1,0 %. Опір постійному потоку повітря маски з фільтром-поглиначем не перевищує величин, наведених у *табл. 5.2*.

Площа поля зору маски порівняно зі звичайною площею: ефективна – 70 %; перекривна – 80 %. Маса протигазової маски – не більш як 0,6 кг. Маса фільтра-поглинача – не більш як 0,27 кг. Маса пристрою для пиття у зібраному стані (без рідини) – не більш як 0,25 кг. Маса

протигазу в комплекті (без сумки) – не більш як 1,2 кг. Об'єм місткості для пиття – не менш як 0,6 дм<sup>3</sup>. Прокідність (питома витрата рідини) системи для пиття – не менш як 200 см<sup>3</sup>/хв.

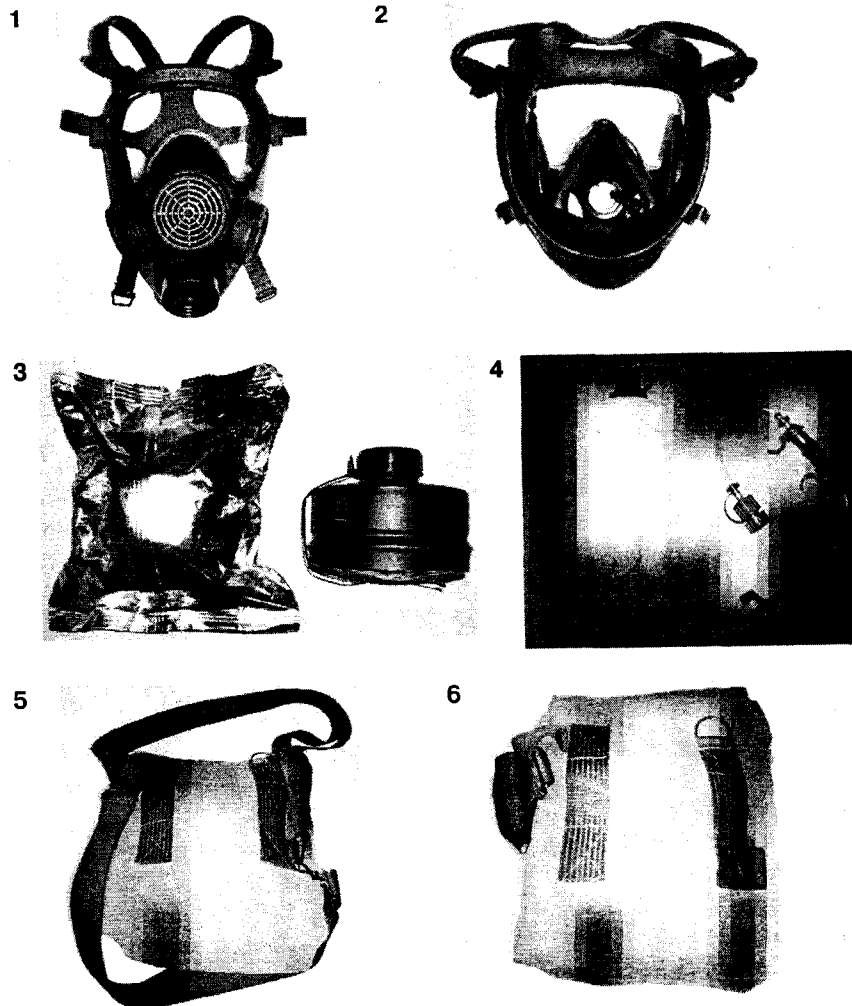


Рис. 5.1. Протигаз МП-5У: 1, 2 – лицьова маска; 3 – фільтр-поглинач ФП-5; 4 – місткість (фляга) для рідини і з'єднувальний шланг з кульовим клапаном; 5, 6 – сумка протигазу

Таблиця 5.2. Характеристики вітчизняних протигазів

Опір постійному потоку повітря на вдиху, не більш як, Па		Опір постійному потоку повітря на видиху, не більш як, Па	
За об'ємної витрати повітря 30 дм <sup>3</sup> /хв	За об'ємної витрати повітря 160 дм <sup>3</sup> /хв	За об'ємної витрати повітря 30 дм <sup>3</sup> /хв	За об'ємної витрати повітря 160 дм <sup>3</sup> /хв
175	1500	80	300

Фільтри затримують усі відомі отруйні речовини, що перебувають у газо- і пароподібному стані, радіонуклідний пил, бактеріологічні аерозолі. Під час поглинання газів і пари гранульованим вугіллям до якого додають домішки окисів і закисів міді, окисів марганцю, хрому та срібла, відбувається адсорбція та очищення повітря. Динамічна активність фільтра-поглинача ФП-5 становить: щодо хлорціану – 3 г; хлорпікрину – 9 г. Час захисної дії матеріалу маски від крапельних ОР – не менш як 24 години. Час захисної дії проти газу від газоподібних речовин становить: щодо хлорціану – 33 хв; хлорпікрину – 37 хв. Протигаз стійкий до дії очисних і дезінфікуючих засобів спеціальної обробки маски: 60 % розчину спирту етилового, рідини для санітарної обробки або паро-аміачної обробки в 70 °С упродовж 4 годин.

Моторові фільтрувальні ЗІЗОД з примусовою подачею повітря. Розроблено два типи фільтрувальних ЗІЗОД з примусовою подачею повітря: перший – з маскою або півмаскою як лицьова частина; другий – каптуром або шоломом.

Фільтрувальні ЗІЗОД з примусовою подачею повітря з маскою або півмаскою. Вимоги до протиаерозольних ЗІЗОД з примусовою подачею повітря визначено на цей момент тільки в загальному вигляді в ДСТУ EN 12083. Стандарт із конкретними значеннями показників методів їхнього виміру ще не розроблено. Відповідно до вимог стандарту EN 12942 фільтрувальні ЗІЗОД з примусовою подачею повітря повинні мати: турбокомпресорний блок, акумуляторну батарею як джерело живлення турбоблока, один (або кілька) аерозольний, газовий або комбінований фільтр (фільтри) і повну лицьову маску або півмаску. Завдяки наявності турбоблока ці фільтрувальні ЗІЗОД мають незначний опір повітряному потоку під час вдихання. Залежно від їхніх конструктивних параметрів і потреби користувача тиск у підмасковому просторі може бути вищий, аніж тиск повітря

навколишньому середовищі. Однак під час частого дихання тиск під маскою може стати негативним, що збільшує опір видиханню. Тому з пристрою необхідно відводити не тільки повітря, що видихається користувачем, а й надлишкове повітря. Для цього в ЗІЗОД вбудовують регулятор, що забезпечує зворотний зв'язок з дихальним циклом користувача, збільшуючи потік повітря під час вдихання і зменшуючи його під час видихання. Експлуатаційні характеристики таких ЗІЗОД визначають так званим мінімальним розрахунковим показником виготовлювача, що враховують відповідний коефіцієнт проникання, вміст вуглецю у повітрі під маскою ("мертвий простір") і опір диханню. У деяких ЗІЗОД передбачено подачу попереджувальних сигналів, коли в процесі роботи мінімальний розрахунковий показник не в змозі забезпечити належний захист користувача. ЗІЗОД цього типу завдяки своїм конструктивним особливостям забезпечують деякий рівень захисту навіть у разі припинення подачі повітря турбоблоком, стаючи респіратором з негативним тиском і даючи змогу користувачу покинути забруднену зону.

ЗІЗОД цього типу використовують з фільтрами захисту від аерозолів, газів і пари або з комбінованими фільтрами. Залежно від рівня захисту ЗІЗОД ділять на три класи (ТМ1х, ТМ2х і ТМ3х, де х = тип і клас фільтра). Найвищий рівень захисту забезпечують ЗІЗОД класу ТМ3х.

*Фільтрувальні ЗІЗОД з примусовою подачею повітря із шоломом або каптуром.* Якщо ЗІЗОД обладнано не припасованою лицьовою частиною, то у всіх випадках використовується тільки примусова подача повітря. Відповідно до вимог європейського стандарту ДСТУ EN 12941 ці ЗІЗОД повинні мати: турбокомпресорний блок, акумуляторну батарею як джерело живлення турбоблока, один (або кілька) аерозольний, газовий або комбінований фільтр (фільтри) і лицьову частину, що не прилягає впритул до обличчя користувача, наприклад каптур, щиток-шолом. Ці ЗІЗОД можуть використовуватися тільки в комплектах з захисними костюмами або куртками вільного крою.

Ефективність ЗІЗОД визначається мінімальною кількістю повітря, що подається в підмасковий простір. Ця кількість повітря вказується виготовлювачем як мінімальний розрахунковий повітряний потік. Якщо кількість повітря, що подається, менша за мінімальний рівень, збільшується небезпека підсмоктування забруднювальних речовин на смугі обтюрації і повторного вдихання повітря з підвищеним вмістом оксиду вуглецю.

Такі ЗІЗОД, крім пристроїв класу ТН1х з найнижчим рівнем захисту, повинні мати пристрій контролю потоку повітря, який попереджує користувача про недостатнє надходження повітря.

*Пристрої респіраторні для самопорятунку (саморятівники).* Вимоги до таких ЗІЗОД визначено в ДСТУ EN 404. Саморятівники призначені для екстреного захисту органів дихання людини в разі самостійної евакуації із зони хімічного ураження або під час інших аварійних ситуацій. Час захисної дії в них зазвичай близько 20 хв.

Фільтрувальний саморятівник – каптур, який призначається для захисту органів дихання, очей і голови працівника від токсичних продуктів, розроблено фірмою "Укрмаскпол", застосовується під час об'ємного вмісту кисню в повітрі не менш як 17 %.

Комплект складається з:

- ✓ вогнестійкого каптура з панорамним візором;
- ✓ внутрішньої силіконової фільтрувальної півмаски з двома клапанами видиху, які запобігають потраплянню видихуваного повітря під каптур і запітніванню панорамного візира;
- ✓ переговорного пристрою;
- ✓ еластичного комірця, який забезпечує надійну обтюрацію і запобігає проникненню токсичних газів під каптур;
- ✓ герметичної упаковки з алюмінієвої фольги;
- ✓ валізки для зберігання каптура.

Каптур виготовляється з чотирьох частин, має середній шов. На бокових частинах розташовано отвори для гуми, яка регулює розміри каптура відповідно до голови користувача. Третя частина конструкції каптура дає об'ємну форму для панорамного візира. У нижній частині конструкції передбачено внутрішню підмаску, яка дає змогу зменшити об'ємну частку двоокису вуглецю в повітрі, що видихається, до 1 %, забезпечує підвищену обтюрацію і запобігає проникненню токсичних речовин ззовні.

Каптур для рятування під час пожеж спроектовано за вимогами ДСТУ EN 136 і ДСТУ EN 403, має універсальний розмір, що дає змогу застосовувати його і дорослими, і дітьми віком від 12 років.

Основні характеристики каптура фільтрувального:

- |  |      |
|--|------|
| 1. Час захисної дії, хв, не менш як          | 15   |
| 2. Коефіцієнт підсмоктування, %, не більш як | 0,05 |



3. Опір постійному потоку повітря, Па, не більш як
- за об'ємної витрати 95 л/хв під час вдиху 500
  - за об'ємної витрати 160 л/хв під час видиху 125
4. Вміст CO<sub>2</sub> на вдиху, %, не більш як 1,0
5. Стійкість до впливу відкритого полум'я з температурою до 800±5°, не менш як 0,5
6. Загальна вага, кг, не більш як 0,8
7. Гарантований термін зберігання, років, не менш як 50
8. Поле огляду, %, не менш як 80

Каптур з відповідним фільтропоглиначем застосовується в комплекті з ізолювальним костюмом.

**Класифікація фільтрів.** Фільтри є невід'ємною і важливою частиною ЗІЗОД.

У фільтрувальному ЗІЗОД повинен бути встановлений фільтр (фільтри) відповідного типу, що забезпечує захист користувача від впливу певних шкідливих речовин (**табл. 5.3**). Працедавець зобов'язаний дотримувати рекомендації виготовлювача із застосування, зберігання і своєчасної заміни фільтра. Максимальна маса фільтра, призначеного для безпосереднього з'єднання з півмаскою, не повинна перевищувати 300 г, а з повною маскою – 500 г. У ДСТУ EN 371 також наведено класи, на які діляться фільтри залежно від ефективності й часу захисної дії.

**Таблиця 5.3.** Типи фільтрів для захисту від аерозолів, газів і пари

Речовина	Тип фільтра	Колір
1	2	3
Аерозолі	P	Білий
Органічні гази й пари з температурою кипіння вище 65 °С	A	Коричневий
Неорганічні гази й пари, зазначені виготовлювачем, крім монооксида вуглецю CO	B	Сірий
Двоокис сірки та інші кислі гази й пари, зазначені виготовлювачем	E	Жовтий

Продовження табл. 5.3

	2	3
Аміак і аміни, зазначені виготовлювачем	K	Зелений
Пари ртуті	Hg-P3 повинен з'єднуватися з фільтром класу P3; час використання обмежений 50 год	Червоний, білий
Оксиди азоту	NO-P3 повинен з'єднуватися з фільтром класу P3; тільки однократно застосування	Синій, білий
Органічні гази й пари з температурою кипіння нижче 65 °С (зазначені виготовлювачем)	AХ тільки однократно застосування	Коричневий
Спеціальні сполуки, зазначені виготовлювачем	SХ маркуються за назвою речовини	Фіолетовий або фіолетово-білий, якщо інтегрується з протиаерозольним фільтром

Фільтри для ізолювальних ЗІЗОД повинні бути сертифіковані для застосування в таких пристроях захисту й марковані. Маркування фільтрів повинно містити такі параметри: позначення типу й класу; колірний код; ідентифікатор виготовлювача (наприклад, назву й торговельну марку); номер стандарту); термін придатності під час зберігання; піктограму, інструкцію із застосування; клас ЗІЗОД (якщо це ізолювальні фільтрувальні пристрої) та інші позначення. Фільтри не повинні використовуватися різними користувачами. Якщо в ЗІЗОД застосовуються кілька фільтрів, усі вони повинні замінитися одночасно.

Протиаерозольні фільтри (ДСТУ EN 143). Ці фільтри маркуються літерою P і білим кольором. У разі тривалого використання такі фільтри можуть робити досить помітний опір диханню, що не може не відчувати користувач. Необхідно перевіряти параметри фільтрів, які попередньо були в експлуатації. Деякі класи ЗІЗОД мають сигнальні пристрої, які під час роботи можуть попередити користувача про неприпустиме зниження тиску або зменшення обсягу повітря, що фільтрується.

Протигазові і комбіновані фільтри (ДСТУ EN 371, ДСТУ EN 372). Протигазові фільтри класифікуються залежно від типів газів, які вони здатні фільтрувати (А, В, Е і К), і діляться на три класи відповідно до місткості фільтра. Фільтри класу 1 мають найнижчу, а класу 3 – найвищу місткість.

Більшість фільтрів можна використовувати в ЗІЗОД з негативним тиском і в ізолювальних ЗІЗОД. Дуже важливо мати на увазі, що місткість фільтрів 1, 2 і 3 класів для ЗІЗОД з негативним тиском не збігається з місткістю фільтрів для ізолювальних ЗІЗОД. Комбінований фільтр складається з протигазового і протиаерозольного фільтрів. Протигазовий фільтр може бути з'єднаний з будь-яким протиаерозольним фільтром, за винятком фільтрів проти оксидів азоту і парів ртуті, які з'єднуються з ефективними протиаерозольними фільтрами класу РЗ (табл. 5.3).

Фільтри класифікуються по-різному, тобто позначення класів фільтрів, призначених для різних типів фільтрувальних пристроїв, можуть не збігатися. Варто ясно розуміти, що газові або парові фільтри не забезпечують захист від аерозольних забруднювальних речовин. Якщо в навколишньому середовищі одночасно присутні і аерозолі, і газу, і пари, то для захисту від них необхідно використовувати ЗІЗОД з комбінованими фільтрами або дихальні апарати.

До ізолювальних дихальних апаратів належать ізолювальні протигази (ІП-4, ІП-4М, ІП-5, ІП-6), які використовуються як спеціальні засоби захисту органів дихання, очей і шкіри обличчя від будь-яких невідомих ОР у повітрі незалежно від їх властивостей і концентрації, під час виконання робіт в умовах недостачі (менш як 17 %) чи відсутності кисню у повітрі. Вага ізолювальних протигазів становить 5–5,5 кг. Час роботи у протигазі визначається фізичним навантаженням і становить: під час роботи назовні – 1–4 години, під водою 0,5–2 години. Ізолювальний протигаз складається з лицьової маски зі з'єднувальною трубою, регенеративного патрона з пусковим пристроєм і дихального мішка з клапаном надлишкового тиску. Лицьова частина маски призначена для захисту обличчя та очей від навколишнього середовища, а також для підведення очищеного та збагаченого киснем повітря до органів дихання людини та спрямування повітря, яке видихає людина, до дихального мішка. Регенеративний патрон призначено для поглинання вуглекислого газу та водяної пари і збагачення повітря киснем. У регенеративному патроні є пусковий пристрій, за допомогою якого забезпечується виділення кисню, необхідного для дихання впродовж

перших хвилин використання протигазу. Дихальний мішок є резервуаром для повітря, що видихається людиною, та кисню, що виділяється у регенеративному патроні. Під час вдиху з дихального мішка повітря проходить у зворотному напрямку через регенеративний патрон, де додатково збагачується киснем і потрапляє в органи дихання.

Оцінюючи ризик у зв'язку із застосуванням ЗІЗОД для мінімізації шкідливого впливу, потрібно враховувати такі фактори:

- ✓ необхідну кількість кисню в повітряному середовищі впродовж усього часу виконання робіт;
- ✓ шкідливі і небезпечні речовини, включаючи задушливі й отруйні, їхні фізичні й хімічні властивості;
- ✓ форму наявності забруднювальних речовин у повітрі: пил, волокна, туман, дим, мікроорганізми, газ, пара, радіонуклідні частки або газу;
- ✓ вплив шкідливих речовин на організм і стан здоров'я працівника;
- ✓ концентрацію шкідливих речовин у повітрі;
- ✓ для конкретного випадку норми ГДК або значення безпечних рівнів концентрації;
- ✓ інші небезпеки (витікання небезпечних речовин, іскріння, запалювання та ін.), які пов'язані з цим технологічним процесом і впливають на вибір ЗІЗОД.

Є кілька ситуацій, коли застосування фільтрувальних ЗІЗОД неприпустиме:

- ✓ якщо виробничому персоналу необхідно виконувати роботи в зоні, де є отруйна речовина, дія якої на організм людини невідома або невідома сама речовина чи її концентрація в небезпечній зоні. У таких випадках допускаються до використання тільки ізолювальні ЗІЗОД;
- ✓ якщо вміст кисню в повітрі менш як 17 % (норма – 21 %);
- ✓ якщо концентрація небезпечної речовини перевищує 30 ГДК (виняток – повна лицьова маска з фільтром РЗ – до 200 ГДК).

ЗІЗОД забезпечує захист, якщо знижує шкідливий вплив отруйних речовин на організм користувача до прийняттого рівня (наприклад, до рівня ГДК).

Існує кілька варіантів ситуацій, коли повітряне середовище може становити миттєву небезпеку для життя й здоров'я: концентрація в

повітрі шкідливих речовин, серед яких задушливі ОР; низький рівень вмісту кисню, що призводять до гострого отруєння персоналу; неможливість для користувача ЗІЗОД порятунку у разі відмови або виходу ЗІЗОД з ладу без сторонньої допомоги. Такі ситуації можуть виникати за таких умов праці:

Перший – обмежений простір з імовірністю впливу шкідливих речовин або у разі недостачі кисню. Для таких умов праці (хімічні виробництва, закриті цистерни, копальні) передбачається ризик щодо ймовірності летального результату для працівників або виникнення серйозних порушень здоров'я під час виходу з ладу дихального пристрою. Будь-яке проникнення в обмежений простір повинно випереджатися вимірами концентрації в ньому шкідливих речовин і кисню.

Другий – дефіцит кисню. Він може виникнути через такі причини:

- ✓ продування обмеженого простору інертним газом для видалення займистих або токсичних газів, димів, парів або аерозолів;
- ✓ природні біологічні процеси, пов'язані зі споживанням кисню, які можуть існувати в каналізаційних колекторах, резервуарах, водостоках, колодязях; процеси ферментації в силосних вежах, пивоварних казанах, у трюмах суден, що перевозять ліс, у відходах металообробки та ін.;
- ✓ тривала герметизація резервуарів (зокрема сталевих, у яких може відбуватися процес іржавіння зі споживанням кисню);
- ✓ зварювання, шліфування та інші технологічні операції, пов'язані зі споживанням кисню;
- ✓ поступове збіднення повітря киснем у результаті дихання користувача за відсутності припливу свіжого повітря.

Третій – аварійні та післяаварійні ситуації в умовах хімічного і біологічного забруднення ОР довкілля. Такі ситуації небезпечні, тому що їх неможливо спрогнозувати і завчасно передбачити захист виробничого персоналу від шкідливих впливів.

Засіб захисту, що застосовується в повітряному середовищі, яке становить миттєву небезпеку для життя й здоров'я, може містити вбудований аварійний дихальний пристрій, що діятиме досить довго для того, щоб користувач міг досягти безпечного місця. За відсутності аварійного дихального пристрою повинні використовуватися інші засоби аналогічного призначення й дії.

Всі ЗІЗОД, хоч би до якого типу вони належали, повинні застосовуватися тільки в передбачених робочих режимах з урахуванням умов навколишнього середовища і відповідним фільтром. Змінювати конструкцію ЗІЗОД категорично заборонено. Перед застосуванням ЗІЗОД користувач повинен його перевірити, для цього здійснюють:

- ✓ огляд критичних елементів ЗІЗОД (ущільнювачів, ременів кріплення й наголовника, клапанів, лицьових щитків);
- ✓ перевірку фільтрів (якщо застосовуються): тип, правильність установки, відсутність ушкоджень, термін придатності, зазначений на фільтрі;
- ✓ перевірку подачі повітря в необхідному об'ємі (від вентилятора або джерела стисненого повітря);
- ✓ перевірку припасування лицьової частини.

Зупинімося на останньому пункті, тому що ефективність припасування лицьових масок забезпечує герметичність. Оцінка правильності припасування – суттєва частина процедури вибору й повсякденного використання ЗІЗОД. Оцінити щільність прилягання лицьової маски можна використовуючи методи перевірки (позитивним і негативним тиском) або методи випробувань (кількісний і якісний). Перевірка щільності прилягання – найпростіший спосіб контролю, заснований на оцінках самого користувача. Ці методи застосовуються для повсякденної перевірки масок, що вже пройшли тестування, тому що вони, за всієї своєї простоти й оперативності, нечутливі до невеликих витоків.

**Термін використання фільтрів.** Загальних правил, що стосуються термінів заміни фільтрів, не існує. Термін використання фільтрів (іноді називають терміном придатності) залежить від різних факторів: типу і місткості фільтра, умов навколишнього середовища (температури, вологості та ін.), виду забруднювальних речовин і їхньої концентрації, здатності фільтрувального матеріалу до поглинання забруднювальних речовин, можливої взаємодії забруднювальних речовин, частоти дихання користувача, характеристик повітряного потоку (для ізолювальних пристроїв).

Термін використання не треба плутати з терміном придатності у зберіганні – останній визначається виготовлювачем для конкретних умов зберігання. Фільтр, термін зберігання якого закінчився, взагалі не повинен використовуватися.

**Противаерозольні фільтри.** Звичайно ці фільтри або півмаски розраховані лише на однократне застосування і підлягають заміні після

кожної робочої зміни. Опір диханню зростає мірою того, як фільтр засмічується аерозолями, які необхідно знешкодити. Більшість масок такого типу легко втрачають форму під час неакуратного поводження (якщо, наприклад, покласти їх у кишеню штанів). Лицьові частини фільтрувальних пристроїв, що втратили стандартний вигляд і форму, повинні бути відбраковані як непридатні для захисту органів дихання.

Зазвичай протиаерозольні фільтри не розраховані на очищення і дезінфекцію. Якщо виникає потреба в цьому, то відповідні інструкції варто одержати від виготовлювача. Фільтри для захисту від мікроорганізмів ніколи не використовують більш як один раз, тому що колонії мікроорганізмів, які мають здатність розмножуватися, можуть проникнути через фільтрувальний матеріал. Загальна ж рекомендація для таких фільтрів – міняти їх, коли стає важко дихати.

**Протигазові фільтри.** Термін можливого безпечного використання цих фільтрів залежить від багатьох факторів. Тим, хто використовує такі фільтри, дуже важливо знати, які забруднювальні речовини наявні в повітрі і яка їхня концентрація, які умови середовища (температура і вологість) і яка ступінь важкості виконуваної роботи. Тільки зібравши цю інформацію, можна зробити висновок, який тип і клас фільтра застосуємо в цьому разі і яким може бути термін його захисної дії. Багато виготовлювачів на підставі представлених даних дають оцінку терміну придатності фільтра. Деякі користувачі просто покладаються на свої органи нюху й смакові відчуття, вирішуючи питання про подальшу придатність фільтра. Такий підхід, однак, містить небезпеку опинитися під впливом надмірно великих доз шкідливих речовин.

Органічні сполуки з точкою кипіння нижче 65 °C мають велику леткість і погано затримуються фільтрами типу А. Для фільтрації таких речовин щонайкраще підходять фільтри АХ (якщо є відповідна вказівка виготовлювача). Фільтри АХ допускають тільки однократне застосування, тому їх необхідно міняти після закінчення кожної робочої зміни.

Якщо передбачається повторне застосування фільтрів проти газів і парів, необхідно забезпечити їхнє правильне зберігання. Найгірше, що може відбутися з фільтрами типу А після певного періоду зберігання, – несподівана втрата герметичності, причому ймовірність цієї події тим більша, що більший термін зберігання і що нижча точка кипіння речовин, які необхідно фільтрувати.

Фільтри SX застосовують тільки проти тих газів, назви яких зазначено в маркуванні виготовлювача. Якщо в підмасковому просторі відчувається запах, тобто спостерігається ефект проскакування, то фільтр необхідно замінити. Якщо ви працюєте з речовиною, що не має запаху, то повинні використовувати фільтри з індикаторами. Для комбінованих фільтрів застосовують такі самі рекомендації.

**Догляд за ЗІЗОД.** Технічне обслуговування цих засобів захисту повинно здійснюватися відповідно до інструкцій виготовлювачів. Заходи з технічного обслуговування ЗІЗОД повинні містити: пошук і усунення несправностей; заміну дефектних і зношених частин (за потреби); перевірку працездатності.

Коли йдеться про протиаерозольні респіратори з нанесеним зарядом, то поняття догляду щодо них дуже відносне. Ці респіратори не можна прати, їх просто міняють, якщо дихати стає важко. Щодо протигазових респіраторів, то вони справді потребують догляду. Змінні фільтри для газів і парів повинні зберігатися обов'язково в герметичному упакуванні, тому що такий фільтр не витримує великої вологості і в подальшому використанні може бути непридатний. Користувачі повинні зберігати свої ЗІЗОД у спеціально виділеному для цієї мети приміщенні. Виготовлювачі й постачальники ЗІЗОД повинні гарантувати, що інформація, яка супроводжує їхню продукцію, виявляється точною, відповідає наявним рівням характеристик, які контролюються, і допомагає працедавцю та користувачам зробити правильний вибір засобу захисту. Відповідальність за вибір і застосування відповідних для конкретних цілей ЗІЗОД лежить на працедавці.

## 5.2. Засоби індивідуального захисту голови

**Класифікація ЗІЗ для голови.** Ці засоби захисту є найважливішим складником комплексу заходів, спрямованих на зниження виробничого травматизму персоналу. До переліку засобів захисту голови входять каски захисні, каскетки, шоломи, шапки, берети, ковпаки, косинки, накомарники. Найпоширенішим засобом для захисту голови і шийних хребців від ушкоджень є захисні каски.

Відповідно до правил безпеки, захисні каски в обов'язковому порядку повинні застосовуватися повсюдно, де є імовірність травмування від падіння предметів на голову. Однак необхідно також мати на увазі, що до 30 % усіх нещасних випадків на виробництві відбувається не в

разі вертикального, а під час бічного удару, наприклад у разі зіткнення голови того, хто працює, з твердими предметами. Перелік галузей і професій, де трапляються такі травми, досить великий: машинобудівна (виготовлення і ремонт локомотивів і вагонів, вантажники, персонал з ремонту різного устаткування на підприємствах), приладобудування (робота з великогабаритним устаткуванням, наявність великої кількості виступних частин, авіатехніки і авіамеханіки), гірництво (постійне переміщення шахтаря і зміна його положення під час виконання операцій), будівництво.

Всі захисні каски ділять на такі категорії:

- ✓ загального призначення (для будівельників, енергетиків, нафтовиків, газувиків і ін. професій);
- ✓ спеціального призначення (для шахтарів, зварників, лісорубів і ін. професій);
- ✓ пожежні і полегшені каски (каскачки), які не передбачають захист від предметів, що падають зверху.

У деяких випадках основним фактором, що травмує, є не механічний вплив, а, наприклад, імовірність ураження електричним струмом. Зрозуміло, що для всіх цих професій захисна каска необхідна, але конструктивно вона може бути виконана по-іншому. Приміром, якщо існує імовірність вертикальних ударів за рахунок предметів, що падають, але можлива й імовірність бічних ударів, каска може бути виконана полегшеною, що не заважає виконанню виробничих операцій. Для таких касок повинні бути свої вимоги щодо факторів захисту.

Варто зазначити, що питання підвищення бічної амортизації актуальні і для касок загального призначення. Іноді основною робочою позою є нахилене положення працівника (робітники будівельних професій, шахтарі та ін.), і тоді удар від предмета, що падає, припадає на бічну поверхню каски. У деяких випадках імовірно травмування предметами, що розлітаються, або осколками, і тоді удар також припадає на бічну поверхню каски. У всіх цих випадках захисна каска повинна задовольняти вимогам ДСТУ EN 397 і додатково мати надійний захист від бічних ударів.

Поряд з основною функцією – захистом голови від удару – каски залежно від призначення можуть виконувати допоміжні службові функції. Так, наприклад, на касках для гірників розміщуються фари індивідуального світильника. Це особливо зручно, тому що джерело

світла розташовано в безпосередній близькості від органу зору і повертається одночасно з поворотом голови.

На касці можуть також розміщуватися антена, навушники, мікрофон радіопереговорного пристрою і засобів сигналізації, наближені до джерела високої напруги. Таке технічне рішення дає змогу, наприклад, підтримувати постійний двосторонній зв'язок машиніста вуглевидобувного комбайна з навантажувальним пунктом. На касці може передбачатися також щиток зварника і відкидний прозорий екран для захисту очей від пилу і дрібних часток, що розлітаються в повітрі.

Каска може бути також ЗІЗ від механічних впливів, опіків, розчинів кислот, лугів і води. Крім того, каска захищає голову від ураження електричним струмом у разі випадкового дотику до струмопровідних деталей.

Є каски, які випускають у комплекті з підшоломником, що має утеплення. Такі каски ефективно використовувати на будівництві в холодну пору року.

Необхідно зазначити додаткову службову функцію каски. Пластмаса, з якої виготовляють корпуси, може бути пофарбована в будь-який колір. У провідних світових будівельних фірмах, на гірничо-вугільних підприємствах позначають посадові категорії працівника каскою певного кольору. Наприклад, каски білого кольору носять інженерно-технічні працівники, коричневого – гірники, жовтого – службовці, які здійснюють контрольні функції з техніки безпеки, й блакитного – рятувальні служби. Поряд із цим на захисній касці прийнято розміщувати емблему або інший знак для позначення професійної належності або галузі, в якій працює робітник.

**Матеріали для виготовлення касок і їхні властивості.** Захисні каски виготовляють із різних видів полімерних матеріалів залежно від умов застосування. Найпоширенішими є термопластичні полімери, які використовуються і для виготовлення корпусів, і для елементів внутрішнього оснащення: поліетилен, полікарбонат, акрилонітрил (АБС пластик), ерапол, поліамід, а також багатошаровий пластик у вигляді текстоліту, скловолокнистий пластик ДСВ та ін. Термопластичні полімери зручні в обробці. Корпуси, виконані з поліетилену низького тиску, полікарбонату та АБС пластика, мають незначну вагу, стабільні фізико-механічні властивості в діапазоні температур від +40 до -25 °С, високу стійкість до агресивних середовищ. Найчастіше для виготовлення корпусів касок застосовують газофазний поліетилен низького

тиску, а для виготовлення елементів внутрішнього оснащення – поліетилен високого тиску.

Захисні каски з корпусом з полікарбонату вирізняються високою міцністю під час ударів в умовах екстремальних температур. У разі застосування текстоліту і склонаповнених матеріалів каски мають більшу міцність, а також морозо- і теплостійкість порівняно з поліетиленом, але збільшується вага виробу.

Поліетилен низького тиску, переважно марки 276, залишається поки що основним матеріалом, з якого виготовляють корпуси захисних касок. Однак корпус із поліетилену за високих позитивних температур розм'якшується, і це варто враховувати у виготовленні касок. Фізико-механічні властивості цього матеріалу суттєво залежать від температури навколишнього середовища. Модуль пружності поліетилену низького тиску, з якого виготовляють більшість захисних касок, у діапазоні температур від +20 °С до -20 °С змінюється від 560 до 1500 МПа, тобто практично втричі. За постійної енергії удару зі збільшенням модуля пружності матеріалу каски, що відбувається під час зниження температури, напруга на поверхні каски в місці удару зростає, що може призводити до її руйнування. З іншого боку, зменшення модуля пружності, що відбувається зі зростанням позитивних температур, призводить до зминання корпусу каски в місці удару і збільшення відносної деформації, що також може зумовити руйнування. Для поліетилену низького тиску відносна деформація не повинна перевищувати 20–25 %, після чого можлива поява мікротріщин з подальшим руйнуванням. Такі властивості матеріалу призводять до необхідності вибору матеріалу каски з урахуванням мікрокліматичних факторів на робочому місці.

**Конструкція захисних касок.** Сучасні каски складаються з корпусу і внутрішнього оснащення.

Корпус – головна частина каски, що несе основне навантаження у виконанні каскою її захисних функцій. Корпус може бути з козирком або широкими крисами, з жолобчастими крисами або без них. Для більшої міцності на корпусі можуть бути ребра жорсткості.

Корпус каски в горизонтальному перетині повинен мати форму еліпса. Відношення осей еліпса звичайно становить 6:5. Це пов'язано з антропологією форми голови. Розмір корпусу каски (розмір каски) визначається довжиною окружності за внутрішнім оснащенням. Відхилення розмірів, що допускається для касок, – не більш як 0,5 см. Каски виготовляють двох розмірів з межами регулювання: I розмір –

54–58 см; II розмір – 58–62 см. На вимогу споживача допускається виготовлення касок інших розмірів.

Внутрішнє оснащення – збірна конструкція, призначена для фіксації каски на голові, поглинання кінетичної енергії, що виникає під час удару і розподілу зусилля на поверхні голови. Внутрішнє оснащення включає амортизатор і потиличну стрічку.

Здебільшого внутрішнє оснащення розбірне і кріпиться до корпусу шнуром або заклепками. Конструкція захисних касок така, що між внутрішнім оснащенням і корпусом створюється простір угорі і на всьому периметрі на рівні несучої стрічки. Верхній простір між вершиною оснащення й внутрішньою поверхнею купола корпусу називається вертикальним безпечним зазором, наявність якого охороняє голову від безпосереднього удару предметом, що падає. Відстань між несучою стрічкою і корпусом називається кільцевим зазором, завдяки якому здійснюється провітрювання і відведення тепла з підкаскового простору. У деяких моделях касок для підсилення вентиляції в боках корпусу робляться отвори, що прикриваються за потреби спеціальними пластинами. Ремінь із замком і пристроєм, що дає змогу регулювати довжину ремня, призначений для фіксації каски на голові. Кріплення ремня до корпусу або внутрішнього оснащення може бути змінне або постійне.

У комплект деяких видів касок можуть входити пелерина, що захищає шию і плечі від вологи, а також ватяний або вовняний підшолом, який застосовується у холодний період року. Каски необхідно проектувати з урахуванням факторів безпеки під час удару по голові. Існує три види безпеки під час удару по незахищеній голові:

- ✓ руйнування кісток черепа за зосередженого навантаження (за даними професора А. Громова, що узгоджуються з результатами досліджень Ч.У. Фон-Гірка й Дж.В. Бринілі) відбувається під час енергії удару близько 80 Дж;
- ✓ ушкодження шийних хребців, що спостерігається, якщо вертикальний удар еквівалентний статичному зусиллю 4–8 кН;
- ✓ струс головного мозку, що настає під час енергії удару більш як 12 Дж.

Для того щоб каска витримувала ударне навантаження енергією 50 Дж (під час фактора руйнування кісток черепа) і щоб під час цього удару на голову була передана енергія не більш як 12 Дж, рівень амортизації каски повинен бути не менш як 75 %.

У разі роботи в обмеженому просторі можливі не тільки вертикальний, а й бічний і лобовий удари. Розрахунки виявляють суттєву залежність величини ударного імпульсу від розташування точки удару на голові. Так, під час падіння вперед людина масою 80 кг, зростом 1,8 м, яка спочатку натикається тулубом на перешкоду, потім ударяється чолом до нерухомого предмета, відчуває силу в місці удару 5,7 кН. У разі відхилення точки удару від центру чола наполовину радіуса голови сила удару дорівнює 10,9 кН. Збільшення сили удару пояснюється виникненням складнішого руху голови після удару – обертанням навколо осі, що проходить через шийні хребці і точку удару.

Таким чином, у конструюванні засобів захисту голови необхідно враховувати не тільки зовнішній удар, що діє на голову, а й внутрішній, що діє на шийні хребці, де сила удару може виявитися навіть більшою.

**Вимоги до захисних касок.** Усі захисні каски повинні мати відповідні захисні, експлуатаційні і санітарно-гігієнічні властивості.

*Захисні властивості:* стійкість до проникнення гострих предметів, що падають (перфорація), ступінь амортизації удару, стійкість до хімічно активних речовин, наявність вертикального безпечного зазору до й на момент удару, незаймистість, діелектричні властивості.

*Експлуатаційні властивості:* маса каски, регулювання за розміром голови, добра фіксація на голові.

*Санітарно-гігієнічні властивості:* повітропроникність підмаскового простору, нетоксичність матеріалів і стійкість їх до дії поту і дезінфікуювальних розчинів.

Усі ці властивості повинні мати чисельні значення, які й визначають якість захисних касок. Застосовувані матеріали для виготовлення захисних касок повільно змінюють свої характеристики під впливом старіння або умов експлуатації (сонце, опади, холод, пил, вібрація, контакт зі шкірою, вплив поту, косметичних засобів з догляду за шкірою або волоссям).

Каски повинні мати невелику вагу за визначених параметрів міцності й ефективності конструкції. Внутрішня частина каски не повинна мати гострих виступних частин, а зовнішня поверхня каски повинна бути гладко оброблена.

Для виготовлення деталей внутрішнього оснащення, що контактує зі шкірою, повинні застосовуватися тільки матеріали, про які відомо, що вони не викликають подразнення шкіри або алергічні реакції і не можуть бути шкідливими для здоров'я.

Для підвищення комфорту рекомендується застосовувати начільну стрічку, що має відповідну абсорбційну властивість. Начільна стрічка повинна вкривати внутрішню поверхню несучої стрічки попереду завдовжки мінімум 100 мм з обох боків від середини чола. Ширина начільної стрічки повинна бути мінімум такою, що й ширина несучої стрічки.

Каска повинна мати підборідний ремінь. Ширина ременя – не менш як 10 мм. Елементи кріплення підборідного ременя можуть розташовуватися на корпусі каски або на несучій стрічці.

Вертикальний безпечний зазор повинен бути не менш як 25 мм. Кільцевий зазор – відстань між несучою стрічкою і корпусом захисної каски (попереду і з боків) – повинен бути не менш як 5 мм.

Несуча потилична стрічка повинна забезпечувати можливість регулювання довжини з кроком не більш як 5 мм.

### 5.3. Засоби індивідуального захисту очей

Відомо, що 90 % усієї інформації про зовнішній світ людина отримує за допомогою зору. Природа передбачила такі захисні елементи, як вій, сльози, повіки, рефлекс моргання – все це покликано зберегти людське око, захистити його від можливих травм. На жаль, цей захист виявляється неефективним у разі зіткнення із сучасними умовами праці на виробництві.

*Вимоги до окулярів.* Захист очей необхідний, коли виробничі фактори, технічні пристосування й організаційні заходи не можуть запобігти ураженням очей. Вирізняють кілька факторів ризику з різними умовами виникнення і наслідками для здоров'я виробничого персоналу.

Механічні фактори ризику: удари, пил, тверді частки, металеві осколки, пісок.

*Наслідки:* ураження або перфорація рогової оболонки ока, розриви його райдужної оболонки, помутніння кришталика.

Хімічні фактори ризику: бризки і викиди хімічних рідин (розчинників кислот і лугів, аерозолів, цементного пилу, дерева, будівельних матеріалів та ін.).

*Наслідки:* опіки або ушкодження рогової оболонки, вірусні захворювання, гострий кон'юнктивіт, виразки.



Термічні фактори ризику: гарячі рідини, розплавлені матеріали, полум'я.

*Наслідки:* руйнування ока, помутніння рогової оболонки.

Випромінювання: інфрачервоні промені, ультрафіолетові промені, лазер, яскраве світло, гамма-випромінювання.

*Наслідки:* катаракта, кератит, ураження або опіки сітківки, запалення ока, помутніння кришталика.

Електромагнітні: електрична дуга під час комутацій або короткого замикання; електромагнітні випромінювання з екранів комп'ютерів; коливання освітленості робочого місця.

*Наслідки:* опіки сітківки, ураження рогової оболонки, кришталика.

**Класифікація ЗІЗ очей.** ЗІЗ очей (ДСТУ EN 165) поділяють на основні види: окуляри відкриті, закриті, із затемненням, для газозварювання, лицьові щитки.

Відкриті окуляри позначають літерою О. У відкидних окулярах корпус може відводитися від обличчя за фіксованого кріплення. Подвійні захисні окуляри мають два види скла для окулярів: безбарвні і світлофільтри. Залежно від виду факторів, які впливають на очі, можна використовувати одну чи дві лінзи.

Закриті окуляри за типом вентиляції ділять на:

- ✓ окуляри з прямою вентиляцією, якщо повітря надходить у підокулярний простір, не змінюючи напрямок;
- ✓ окуляри з непрямою вентиляцією, в яких повітря змінює напрям.

Герметичні окуляри повністю ізолюють підокулярний простір і очі від навколишнього середовища, мають окулярне скло, що не запітніває.

У стандартах ДСТУ EN 166, ДСТУ EN 170 прийнято маркування оправ і захисних окулярів на механічний і оптичний класи. Якщо маркування на лінзі й оправі різні, то ступінь захисту визначається за меншим рівнем.

Сучасні матеріали дають змогу розробляти найрізноманітніші захисні окуляри високої якості, що не створюють особливих перешкод у роботі і надійно захищають очі від можливих травм. Окуляри мають лінзи не зі скла (як у минулому), а з полімерів, які забезпечують більшу безпеку. Полімерні лінзи мають вищі фізико-механічні харак-

теристики і практично не руйнуються. Оскільки для оптичних полімерів висувають високі вимоги до твердості, то подряпини на ньому не з'являються. Крім того, полімерна лінза вдвічі легша скляної, а тому окуляри з полімерними лінзами мають незначну вагу і менше тиснуть на перенісся. Окуляри нового покоління можуть мати різні спектральні фільтри, поєднавши звичайні окуляри для людей з порушенням зору (наприклад, коротко- або далекозорість) із захисними функціями. Сучасні технології дають змогу наносити фільтр на лінзи будь-якої рефракції – і з плюсом, і з мінусом. Оскільки речовина фільтра впроваджується в поверхневий шар лінзи, цей фільтр неможливо змити.

Лінзи бувають: скляні (загартоване скло, триплекс) і пластикові (ацетат, полікарбонат).

Полікарбонатні лінзи забезпечують добрий захист у разі небезпечних зіткнень із частками з низькою та середньою енергією. Вони також добре захищають від багатьох хімічно активних речовин, у тому числі: спиртів, соляної кислоти (10%), азотної кислоти (10%), сірчаної кислоти (10%), гідроокису калію, мінерального масла, скипидару. Їхні вади: нестійкість до дряпання, повне пропущення ультрафіолетового променя. Полікарбонатні лінзи рекомендується використовувати зі спеціальними покриттями, які нейтралізують ці вади.

Ацетатні лінзи мають високу стійкість до дії органічних хімічних речовин. Їхні вади: гірше, ніж полікарбонатні, захищають від ударів часток, що мають порівняно високу енергію.

Скляні лінзи стійкі до подряпин, поглинають ультрафіолетові промені. Їхні вади: велика вага і недостатній захист від механічних ушкоджень.

Відкриті окуляри призначені тільки для захисту від ультрафіолетового випромінювання і влучення часток, що летять з невисокою швидкістю (до 45 м/с). Якщо існує ризик влучення в обличчя та очі часток, що летять з великою швидкістю або за високої запиленості повітря робочої зони, необхідно використовувати закриті окуляри з добре прилеглим обтюратором. Відкриті і закриті захисні окуляри спеціальної конструкції можна за потреби одягати поверх тих, що коригують зір.

Зварювання – один з найбільш шкідливих видів робіт. Під час газозварювання та газового різання необхідно захищатися від: інфрачервоного випромінювання, ультрафіолетового випромінювання, бризків розплавленого металу. Окуляри для газозварника мають лінзи



зеленого кольору ДСТУ EN 175. Такі лінзи не пропускають жодних кольорів, крім зеленого, який є найбільш сприятливим для зору.

Відкриті окуляри призначені для захисту очей від ультрафіолетового випромінювання впродовж нетривалого часу ДСТУ EN 170. Окуляри для газозварника закриті і призначені для тривалішого захисту очей. Клапани непрямой вентиляції охороняють скло від запітнівання. Такі окуляри виконують у різних модифікаціях: зі змінними лінзами, стаціонарним склом і комбіновані.

Лицьові щитки призначаються для захисту від: ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань; викидів великих часток або бризків; електричної дуги під час короткого замикання (тільки за повного відповідного захисту).

Термін експлуатації окулярів прямо залежить від правильного зберігання і догляду. Забруднені окуляри необхідно промивати чистою негарячою водою і протирати спеціальною серветкою. Зберігати окуляри треба в поліетиленовому пакеті або спеціальному футлярі.

#### 5.4. Засоби індивідуального захисту рук

Руки і виробнича діяльність настільки взаємозалежні, що навіть в умовах механізації, автоматизації і розвитку робототехніки неможливо назвати будь-яку роботу, що виконувалася б людиною без допомоги рук. Тому засоби захисту рук є одним з розповсюджених видів ЗІЗ. Наприклад, фірма Ansell випускає близько 600 найменувань ЗІЗ рук.

**Вимоги до ЗІЗ рук.** Вироби для захисту рук повинні мати відповідні захисні властивості, які відповідають вимогам ДСТУ EN 420, ДСТУ EN 374. Вирізняють основні фактори ризику та умови ушкодження або травмування.

Механічні: поріз, прокол, стирання, вібрації. Джерела: частини машин, що рухаються, гострі предмети, вібрація. Наслідки: стирання, порізи, проколи, вібраційна хвороба.

Хімічні: бризки й викиди рідин – розчинників, аерозолів, кислот, цементу. Наслідки: подразнення шкіри, хімічні опіки, пухлини, алергія. Термічні: тепло, холод, полум'я, розплавлений метал. Джерела: гарячі рідини, розплавлені і нагріті матеріали, полум'я, екстремальні кліматичні умови. Наслідки: опіки, рак шкіри, обмороження.

Біологічні: біологічно активні речовини, бактерії. Наслідки: дерматологічні хвороби.

Іонізуюче випромінювання: альфа-, бета-, гамма-випромінювання, рентгенівське випромінювання). Наслідки: підвищення дози опромінювання.

Електромагнітні: прямий контакт з струмопровідними частинами обладнання, електрична дуга під час комутацій або короткого замикання. Джерела: проводи, двигуни, комутаційні прилади, конденсатори, випрямлячі та інше електрообладнання.

**Таблиця 5.4.** Наслідки травм під час контакту з електричним струмом

Інтенсивність струму, мА	Наслідки
від 30	Паралізація м'язів
від 50	Судоми діафрагми, що призводять до ядухи
від 100	Вібрація стінок серця

**Класифікація ЗІЗ рук.** Відповідно до ДСТУ EN 465 до ЗІЗ рук належать: рукавиці, рукавички, надолонники, напальчники, напульсники, нарукавники, налокітники.

Згідно зі стандартом визначено, що ЗІЗ рук повинні виготовлятися і позначатися (мати маркування) з урахуванням впливу конкретних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а саме:

- ✓ рукавиці від механічних ушкоджень. Використовуються під час виконання механічних робіт, захищають від порізів, удару, стирання та вібрацій;
- ✓ рукавиці від хімічних речовин. Забезпечують повний захист від широкої гами хімічно активних речовин у поєднанні із захистом від механічних ушкоджень;
- ✓ рукавиці для захисту продуктів і медикаментів. Забезпечують захист від бруду та бактерій;
- ✓ рукавиці з термічним захистом. Використовуються в умовах високих і низьких температур;
- ✓ рукавиці для біологічного захисту. Використовуються під час роботи з біологічно активними речовинами, захищають від алергічних реакцій;

✓ рукавиці для спеціального використання в умовах технологічно чистих приміщень, у медицині, фармакологічній промисловості.

Провідні фірми Ozon, Ansell випускають більш як 50 типів рукавиць. Розглянемо властивості деяких з них.

*Рукавиці текстильні.* Виконані з бавовни і поліестеру. Покриття з крапель із ПВХ забезпечує кращий контакт із предметом. Добре пропускають повітря. Довжина 240 мм забезпечує щільне прилягання до руки, не зісковзують. Випускаються чотирьох розмірів.

Застосування: захист долоні під час механічних робіт.

*Рукавиці універсальні.* Виконані з натурального латексу, щільно облягають руку й мають високу міцність на розтягання. М'які й зручні. Нижній бік рукавиці з рифленням (у вигляді риб'ячої луски або гранул) забезпечує використання рукавиць для різних видів робіт. Внутрішній бік з чистої бавовни зі спеціальною обробкою для зменшення ризику алергійної реакції. Товщина 0,4 мм, довжина 305 мм. Випускаються чотирьох розмірів.

Застосування: для виконання робіт з водяними розчинами, монтаж устаткування, робота з хімікатами.

*Рукавиці для роботи з хімічними речовинами.* Виконані з нітрилу. Зручні і довговічні в експлуатації. Використовуються в роботі з хімічними речовинами: органічний спирт, бензил, бутанол, формальдегід, фреон, хідрозина 65 та ін. Прекрасне поєднання механічної міцності і хімічної стійкості. Втричі міцніші на розривання, аніж гумові. Внутрішній бік з бавовни містить противіробкові й бактеріостатичні речовини для гігієни рук. Можна працювати у вологому середовищі. Товщина 0,28–0,38–0,56 мм, довжина 330–380–455 мм. Розміри 6–11.

*Рукавиці з каучуку поліакрилового.* М'які й еластичні. Внутрішня частина оброблена бавовною. Висока хімічна стійкість на органічні розчинники, масла, жири, смоли. Повністю не пропускають водяні розчини, високий опір на розривання і розрізання. Шорсткий нижній бік у вигляді ромбів забезпечує якісний захват предметів. Використовують для роботи з хімічними речовинами (органічні спирти, смоли, фарби, органічні розчинники та ін.), акумуляторами, знежирення поверхонь. Випускаються трьох кольорів, товщина 0,28–0,38–0,425–0,56 мм, довжина 330–380–455 мм. Розміри 6–11.

*Рукавиці з комбінації латексу з неопреном.* Можуть використовуватися під час робіт у фенолах, органічних розчинниках, формальдегідах,

органічних барвників, азотній кислоті 10–70 %, гідрохінолі, гідроазині, фреоні, кислотах, водяних розчинах аміаку та ін. Внутрішня обробка з чистої бавовни зі спеціальною обробкою, водночас зменшується ризик алергійної реакції. Товщина 0,68 мм, довжина 323 мм. Розміри 6,5–11.

*Рукавиці зі шкіри.* Виготовляються з цільних шматків шкіри. Захищають від проколів, опіків, спадин, порізів, а також від бризків і іскор розплавленого металу. Застосування: під час зварювальних робіт, пов'язаних з великими механічними навантаженнями, в складних кліматичних умовах, за низьких температур.

ЗІЗ до рук повинні витримувати механічні зусилля під час проколювання: за легких механічних навантажень – не менш як 50 Н, за великих – не менш як 200 Н. Зусилля під час проколювання шкіри працівника становить 38,8–78,4 Н.

**Догляд за ЗІЗ рук.** Трикотажні рукавиці та ткані рукавички повинні щодня піддаватися пранню або хімчистці. Рукавиці з полімерних матеріалів після кожної робочої зміни потрібно промивати й висушувати, але віддалік від нагрітих поверхонь. ЗІЗ рук, що використовуються в роботі з агресивними середовищами, повинні ретельно промиватися проточною водою або нейтралізуватися 5 % розчином кальцієвої соди.

На ефективність і терміни використання ЗІЗ рук впливають такі фактори: механічні навантаження під час виконання технологічних операцій, термін дії впливу шкідливих факторів, концентрація хімічних речовин, процес зберігання, правильне очищення, сушіння.

Під час роботи з рукавичками з полімерних матеріалів необхідно звертати увагу на дату виготовлення, термін і умови зберігання та чищення.

### 5.5. Засоби індивідуального захисту органів слуху

У показниках професійної захворюваності шум – один з головних фізичних шкідливих факторів. Багато років поспіль з усіх випадків професійної захворюваності основна маса припадає на вплив промислових аерозолів, нейросенсорну глухуватість і вібраційну хворобу. Показники цих трьох несприятливих з погляду впливу людини факторів виробничого середовища завжди залишалися досить високими впродовж останніх десятиліть, міняючись місцями в кількісному вираженні.

Встановлено, що підвищений рівень шуму знижує працездатність під час розумової праці до 60 %, збільшує число помилок у розрахункових

роботах до 50 %, за фізичної праці знижує продуктивність до 30 %. Наприклад, глухі і люди, які чують погано, становлять найбільшу частку інвалідів у Великій Британії, що налічує 8,7 млн людей, або 15 % населення країни. У США втрата слуху в результаті виробничої діяльності – одне з найпоширеніших професійних захворювань. За розрахунками Інституту охорони здоров'я США, більш як 30 млн людей щодня працюють в умовах з небезпечним рівнем шуму. Понад 10 млн страждають від втрати слуху внаслідок небезпечних рівнів шуму.

У документах Міжнародної організації праці (МОТ) під шумом розуміють будь-який звук, що може викликати втрату слуху або бути шкідливим для здоров'я.

Звук як фізичне явище – це хвильовий рух пружного середовища, як фізіологічне – визначається відчуттям, що сприймається органом слуху під час впливу звукових хвиль у діапазоні частот 16–20 000 Гц. Акустичні коливання з частотою менш як 16 Гц називають інфразвуком, вище 20 кГц – ультразвуком.

Люди найгірше почуваються під час впливу інфразвуку і повітряних вібрацій з частотою близько 7 Гц. Такі коливання викликають резонанс грудної клітини і черевної порожнини). Вирізняють такі зони активного і пасивного інфразвуку: зона "функціонального спокою" – верхня межа 85–90 дБ. У цій зоні інфразвук не впливає негативно на організм. Зона "функціонального стомлення" – верхня межа 105–110 дБ. Для цієї зони перебування в умовах відносного звукового спокою (нижче 90 дБ) впродовж 15–20 хв забезпечує повний процес відновлення. Зона "функціональних початкових деструктивних змін" – верхня межа 115–140 дБ. На процеси відновлення після перебування в такій зоні потрібно 2–2,5 доби. За вищих рівнів звуку починається зона незворотних деструктивних змін в організмі.

За систематичного впливу інтенсивного низькочастотного ультразвуку з рівнями, що перевищують гранично допустимі рівні (ГДР), можуть спостерігатися функціональні зміни центральної і периферичної нервової системи, серцево-судинної системи, ендокринної системи і слухових вестибулярних аналізаторів.

Найбільш характерні захворювання – вегето-судинна дистонія та астеничний синдром. Персонал, який тривалий час обслуговує устаткування, що створює низькочастотні ультразвукові коливання, скаржиться на головний біль, запаморочення, загальну слабкість, швидку стомлюваність, розлад сну, сонливість удень, дратівливість, погіршен-

ня пам'яті, підвищену чутливість до звуків, різь в очах від яскравого світла. Трапляються скарги на похолодання рук, приступи блідості або почервоніння обличчя. За систематичного впливу високочастотних ультразвукових коливань виникають захворювання нейросудинного, нейром'язового апарату, остеопороз та інші зміни дегенеративно-дистрофічного характеру.

Порівняно з високочастотним шумом інфразвук слабкіше впливає на слухові функції, але викликає вираженіші відхилення від норми вестибулярної функції.

Велика увага приділяється зменшенню рівня шумів на етапі проектування і розробки технологічного обладнання: розробляються конструкції машин і устаткування зі зменшеними шумовими характеристиками, освоєно випуск шумо-, вібропоглинальних матеріалів, розроблено і проваджено стандарти з унормування шуму, методів його вимірювання, визначення шумових характеристик машин і обладнання. Однак, як виявляють експериментальні виміри рівня шумів на робочих місцях, на багатьох промислових підприємствах рівні шуму перевищують ГДР, регламентовані санітарними нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Нормованими параметрами постійного шуму є рівні звуку в октавних смугах із середніми геометричними частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Відомим фактом є те, що втрата слуху необоротна і медицина поки що неспроможна вилікувати такі хвороби. Рівень корекції, що дають слухові апарати, вкрай невисокий. Дуже важливо доносити до людей важливість цієї проблеми, починаючи з дитячого віку. Адже кожний плеєр дає рівень шуму, що перевищує ГДР апіорі, навіть якщо не робити сильну гучність, а на дискотеці на її відвідувачів обрушується до 120 дБ, що цілковито неприпустимо.

Залежно від умов праці ГДР шуму на робочих місцях коливаються від 40 до 140 дБ (табл. 5.5). ГДР шуму на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств становить 80 дБ і не повинні перевищувати цю межу.

Вплив різних рівнів шуму на організм людини:

- ✓ 30–55 дБ – не викликає занепокоєння;
- ✓ 60–85 дБ – навантаження на центральну нервову систему, за тривалого впливу – невроз;

- ✓ 90–120 дБ – за тривалого впливу викликає глухуватість;
- ✓ 125–150 дБ – болючий поріг, можливість виникнення розриву барабанної перетинки;
- ✓ більш як 160 дБ – смерть.

Таблиця 5.5. Рівні звукового тиску деяких шумів

Джерело шуму	Рівень, дБ	Відстань від джерела шуму
Кишенькові годинники	20	На відстані 1 м
Шепіт	40	На відстані 0,3 м
Мова середньої гучності	60	На відстані 1 м
Металорізальні верстати	80–90	На робочому місці
Ткацькі цехи	100	У проходах між верстатами
Деревообробні верстати	100–120	На робочих місцях
Пневматичне kleпання листового металу	100–120	На відстані 1 м
Реактивні двигуни	120–140	На відстані 5 м

З-поміж різноманітних проявів шумової патології головною ознакою є зниження слухової чутливості, що повільно прогресує. Під впливом шуму виникають вегетативні реакції, що спричиняють порушення периферичного кровообігу за рахунок зниження капілярів, змінюється артеріальний тиск. Шум викликає зниження імунологічної реактивності і загальної опірності організму, що проявляється в підвищенні рівня захворюваності із втратою часу працездатності. За довгострокового впливу шуму виникає стійке підвищення слухових порогів, що в остаточному підсумку призводить до різних форм патології (часткова або повна втрата слуху).

Дуже часто технічні й архітектурні будівельні методи зниження шуму потребують чималих матеріальних витрат і економічно недоцільні, і тільки слухові пристрої є єдиним засобом захисту від дії шуму високих рівнів. Маючи гарні захисні властивості і широку сферу застосування, слухові пристрої є важливим резервом безпеки на виробництві. Таким чином, основне призначення ЗІЗ від шуму – перекрити найбільш чутливий канал проникнення шуму в організм – вухо людини. Перекриття вушної мушлі і вушного каналу визначило розробку конструкцій індивідуальних слухових пристроїв – протишумних навушників і вушних вкладишів.

**Класифікація ЗІЗ органів слуху.** Для вибору тих чи тих ЗІЗ органів слуху передусім необхідно користуватися єдиною, яка відповідає Державним стандартам, термінологією. Нині в Україні стандарти гармонізовано з європейськими ДСТУ EN 3521, ДСТУ EN 13819, ДСТУ EN 458, ДСТУ EN 24869. У стандартах визначено типи слухових пристроїв, сформульовано основні вимоги до захисних і експлуатаційних показників, встановлено вимоги їхнього контролю. Визначено основні вимоги до слухових пристроїв – навушників, вкладишів і навушників, що закріплюються на захисній касці. У цих стандартах встановлено вимоги до ефективності (поглинальної дії) слухових пристроїв, зусилля притиснення до привушної ділянки й регулювання слухових пристроїв відповідно до антропометричних особливостей голови людини. Встановлено вимоги до суб'єктивного і спрощеного методів вибору навушників.

**Вушні вкладиші** (відповідно до ДСТУ EN 352-2) – слуховий пристрій, який носять у внутрішній частині слухового каналу (вушного) або у вушній мушлі. Захисні вкладиші класифікуються за низкою показників:

- ✓ разового і багаторазового використання;
- ✓ типові і зроблені на індивідуальне замовлення;
- ✓ окремі і з'єднані твердим або напівтвердим наголовником чи шнуром.

Окремі вкладиші розміщують у внутрішній частині вушного каналу і застосовують при рівні шуму 25–35 Дб. З'єднані вкладиші, які розташовують у вушній мушлі (перед вушним каналом), мають нижчу захисну спроможність (ГДР до 15 Дб), однак мають низку переваг перед звичайними вкладишами. Вони втримуються біля входу в слуховий канал пружного наголовника, що може розташовуватися над головою, під підборіддям, на шиї, і зменшують тиск на голову користувача порівняно з наголовником навушників.

**Протишумний навушник** (відповідно до ДСТУ EN 352-1) – слуховий пристрій, що складається з двох звукоізолювальних чашок (прикривають вушні мушлі), з'єднаних між собою твердим або м'яким притискним пристроєм (наголовником), виготовленим з міцних пластиків або металевих пружин. Наголовник забезпечує притиснення ущільнювальних прокладок до привушної поверхні голови до 14 Н. Деякі навушники мають конструкцію наголовника із жорстких матеріалів, з можливістю регулювати зусилля притиснення. Наголовник навушників може закріплюватися над головою, на шиї, під підборіддям. Його конструкція

здебільшого забезпечує просторове регулювання закріпленого на ньому корпусу навушника щодо вуха залежно від розмірів голови.

Усі протишумні навушники мають звукоізолювальні корпуси (чаші), виконані з різних полімерних матеріалів або легких металів, заповнені зсередини пористими звукопоглиначами (ультратонке скловолокно, повсть, пінополіуретан та ін.). Для зручного і щільного прилягання до привушної ділянки на корпусах кріпляться ущільнювальні прокладки з ПВХ плівок, заповнених речовинами з значним внутрішнім тертям, поліуретаном або латексними матеріалами. Деякі моделі протишумних навушників у корпусах мають отвори з рухливими заслінками, що дає змогу за потреби ефективно міняти звукоізоляцію слухового пристрою.

Ефективність захисту навушників прямо залежить від обсягу звукоізолювальної чаші і кількості звукопоглиначів, що в них перебуває. Що більший обсяг навушників, то вищі їхні захисні властивості. Однак збільшуються вага і об'єм навушників, що знижує комфортність їхнього використання. Тому, вибираючи слуховий пристрій, потрібно чітко усвідомлювати необхідний рівень зниження шуму, щоб не піддавати персонал зайвому навантаженню (табл. 5.6).

**Таблиця 5.6.** Ефективність слухових пристроїв (для груп А і Б)

Група слухового пристрою	Значення мінімального поглинання шуму для слухового пристрою, дБ, за частоти, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
А	5	8	10	12	12	12	12
Б	–	5	1	9	9	9	9

Останнім часом з'явилися електронні протишумні навушники із вмонтованими в них електронними пристроями, що забезпечують активні методи компенсації звукового поля (поворот фази первинного звукового поля 180°). Водночас досягається ослаблення прийнятого вухом сигналу на 10–15 дБ в ділянці низьких частот (від 50 до 300 Гц), саме в тій ділянці частот, де ефективність звичайних ЗІЗ від шуму мала.

Деякі електронні пристрої забезпечують частотний діапазон ослаблення звуку вище частотного діапазону корисних робочих сигналів. Виготовляються протишумні навушники з переговорними пристроями, з можливістю прослуховування функціональної музики.

**Протишумні навушники, вмонтовані в захисну робочу каску** (відповідно до ДСТУ EN 352-3). Складаються з двох звукоізолювальних чашок, що прикривають вушні мушлі і прикріплені за допомогою спеціального пристосування до захисної каски. Кріплення слухового пристрою дає змогу за потреби звільнити вушну мушлю від навушника і закріплювати його зверху каски.

**Вимоги до ЗІЗ органів слуху.** Слухові пристрої підібрано правильно, якщо спектр шуму на робочому місці за відрахуванням ослаблення, забезпечуваного слуховим пристроєм, не перевищує ГДР. Вибір слухових пристроїв повинен враховувати індивідуальні властивості користувача, тому перш ніж замовляти ті чи ті слухові пристрої керівники служби охорони праці повинні ознайомити персонал з пропонованим асортиментом і отримати попередню згоду на їхнє використання в конкретному виробництві. Краще, якщо працівники просто приміряють різні слухові пристрої. У цьому разі ефект від використання і носіння їх буде максимальним, економічні затрати – обґрунтованими.

Виробничий персонал, який тривалий час працює в умовах шуму, повинен звикати до слухових пристроїв – впродовж одного–двох місяців, з носінням по 1–3 години на день, збільшуючи час носіння впродовж 2–3 тижнів. Це дасть змогу організму прилаштуватися без можливих неприємних відчуттів. Ефект носіння слухових пристроїв буде більшим, якщо для їх вибору будуть запрошені фахівці (технічні або медичні працівники). Зазвичай слухові пристрої мають невелику ефективність у ділянці низьких частот, що уможливорює більш-менш нормальне спілкування в умовах височастотного шуму. Після щоденного місячного використання слухових пристроїв виконується контролювання умов нормальної роботи. Якщо все-таки проблема залишається – необхідно використовувати слухові пристрої з переговорними пристроями або слухові пристрої, що фільтрують певні частотні діапазони, які заважають сприйняттю мови.

Щоб правильно вставити вкладиш у зовнішній слуховий канал, необхідно взятися рукою за верхню частину протилежної вушної мушлі, розпрямивши в такий спосіб прохід зовнішнього вуха, і вставити попередньо скручений (якщо це необхідно) вкладиш. Вкладиш потрібно вставити максимально глибоко. Правильним вважається, якщо, дивлячись на людину у фас, ми не бачимо вкладишів у його вушному каналі, вкладиші гарної якості не розправляються зразу після скручування, а дають змогу спокійно їх вставити й лише потім розправ-

ляються, набираючи форму вушного каналу. Разові вкладиші можна використовувати, доки вони не перестануть відновлювати форму, але не повинні піддаватися впливу води. Багаторазові вкладиші можна мити слабким мильним розчином. Правильно підібрані й одягнені навушники обов'язково закривають повністю вушну мушлю. Їх миють на смузі обтюрації слабким мильним розчином.

### 5.6. Оцінка відповідності властивостей ЗІЗ

ЗІЗ повинні забезпечувати властивості, які контролюються відповідно до вимог, зазначених у Державних стандартах.

**У захисному одязі** контролюються показники, які визначають захисні властивості, надійність та якість виробу. Для фізико-механічних випробувань від кожного зразка захисного комплексу виділяють окремі ділянки, з яких вирізають елементарні проби, розмір яких встановлено для конкретних методів випробувань. Підготовку елементарних проб до випробувань фізико-механічних властивостей матеріалу здійснюють згідно з ГОСТ 10681 упродовж 24 годин у кліматичних умовах за температури ( $20 \pm 2$ ) °C, вологості ( $65 \pm 5$ ) %. Захисний одяг необхідно контролювати за такими показниками:

1. Стійкість захисних комплектів до різних температурних режимів під час експлуатації та зберігання здійснюють за такими показниками:
  - ✓ збереження міцності матеріалів після дії підвищених, низьких температур і циклічної зміни температур;
  - ✓ збереження жорсткості матеріалу після дії підвищених, низьких температур і циклічної зміни температур.
2. Масу комплектів визначають зважуванням на терезах 2-го класу точності згідно з ГОСТ 24104.
3. Контроль часу захисної дії від газоподібних і крапельних отруйних речовин здійснюють відповідно до методик Міноборони України.
4. Контроль повітропроникності здійснюють на приладі FF-2 за ГОСТ 8973 до ізолювальних костюмів, ГОСТ 12088, ДСТУ ISO 9237 – до фільтрувальних костюмів.
5. Контроль паропроникності здійснюють згідно з ГОСТ 22900 на елементарних пробах діаметром ( $55 \pm 1$ ) мм, вирізаних з крапкових проб зразків захисного одягу.

6. Контроль жорсткості здійснюють згідно з ГОСТ 8977 на трьох елементарних пробах розмірами (20x95) мм (з відхиленням  $\pm 2$  мм), вирізаних з ізолювального захисного одягу в поздовжньому напрямку.
7. Контроль міцності на розрив матеріалу здійснюють згідно з ГОСТ 17316 на шістьох елементарних пробах розміром (50x250), вирізаних у поздовжньому (три проби) та поперечному (три проби) напрямках. Розмір робочої ділянки проб (50x100) мм. Проби вирізають із зразків захисного одягу кожного виду.
8. Контроль подовження тканини під час розривання здійснюють на матеріалі згідно з ГОСТ 17316 на шістьох елементарних пробах розміром (50x250) мм, вирізаних із зразків захисного одягу в поздовжньому (три проби) та поперечному (три проби) напрямках з розміром робочої ділянки (50x100) мм.
9. Перевірку стійкості до проколів здійснюють згідно з ГОСТ 12.4.118 та ДСТУ ISO 13996 на п'ятьох елементарних пробах діаметром ( $66 \pm 1$ ) мм, вирізаних із зразків ізолювального захисного одягу.
10. Визначення стійкості до багаторазового згинання здійснюють згідно з ГОСТ 8978 на шістьох елементарних пробах розміром (80x50) мм, вирізаних у поздовжньому напрямку із зразків ізолювального захисного одягу.
11. Контроль водонепроникності здійснюють методом кошеля згідно з ГОСТ 22944, та ДСТУ ISO 9865 на чотирьох пробах (дві проби без шва, дві зі швом). Елементарні проби діаметром ( $400 + 10$ ) мм вирізають із зразків ізолювального захисного одягу.
12. Контроль водотривкості для текстильних матеріалів здійснюють згідно з ГОСТ 3816 і ДСТУ EN 20811 методом визначення стійкості тканини до проникнення води під гідростатичним тиском на п'ятьох пробах. Елементарні проби діаметром ( $100 + 10$ ) см<sup>2</sup> вирізають із зразків захисного одягу.
13. Контроль міцності швів на розрив здійснюють згідно з ГОСТ 28073 на елементарних пробах розміром (50x250) мм по чотири проби кожного типу шва, що перевіряється (по дві проби перпендикулярно шву за шириною та довжиною) для кожного типу виробів, вирізаних із зразків захисного одягу.
14. Контроль стійкості до прання здійснюють за методиками ГОСТ 30157.0, ГОСТ 30157.1, ДСТУ ISO 6330 на пробах розміром

(200 x 200) мм, вирізаних із зразків захисного одягу багаторазового використання.

**ЗІЗОД** необхідно контролювати відповідно до ДСТУ EN 136 за такими показниками.

1. Стійкість маски до різних температурних режимів під час експлуатації та зберігання здійснюють за такими показниками:
  - ✓ стійкість до теплового випромінювання визначається під час дії джерела теплового випромінювання з тепловим потоком  $8,0 \text{ кВт/м}^2$ , розташованим на відстані 175 мм від маски;
  - ✓ стійкість до температурного впливу визначається за таких умов: 72 години в умовах сухої атмосфери за температури  $70^\circ\text{C}$  і відносної вологості 95–100 %; 24 години за температури  $-30^\circ\text{C}$ ;
  - ✓ стійкість до займання визначається за температури полум'я  $800\text{--}850^\circ\text{C}$  на відстані 20 мм.
2. Контроль герметичності здійснюють під час випробування негативним тиском 10 мбар. Зміна тиску під маскою впродовж хвилини не повинна перевищувати 10 мбар.
3. Опір диханню контролюють у повітряному потоці  $10 \text{ дм}^3/\text{хв}$  з температурою  $23^\circ\text{C}$  і абсолютним тиском 1 бар. Повітряний потік діє в трьох напрямках: прямо вперед; вертикально вгору; вертикально вниз за горизонтального та поворотного розміщення маски.
4. Коефіцієнт підсмоктування визначається для контролю щільності прилягання маски до обличчя під час випробувань в установці з використанням гексафториду сірки ( $\text{SF}_6$ ) або хлориду натрію ( $\text{NaCl}$ ) в аерозольному вигляді.
5. Панорамне скло не повинно спотворювати обмеження для зору. Для панорамного скла визначають загальну площу поля зору і площу перекривального поля зору.

**Методи випробувань касок.** Захисні каски необхідно контролювати відповідно до ДСТУ EN 397 за показниками механічної, електричної дії та вогнестійкості і водонепроникності. Найважливіші – амортизація енергії удару і стійкість до впливу гострих предметів, що падають (перфорація).

Випробування касок на амортизацію і перфорацію здійснюють за максимально позитивних і максимальних негативних температур, передбачених в інструкціях для експлуатації.

1. Випробування на амортизацію. Захисні властивості касок повинні перебувати в межах норми в діапазоні температур від  $-10^\circ\text{C}$  до  $+50^\circ\text{C}$ . Випробування касок на амортизацію енергії удару здійснюють під час вертикального удару енергією не менш як 50 Дж (для полегшеної каски – не менш як 20 Дж). Зусилля, передане на макет голови, не повинно перевищувати 5 кН.
2. Випробування на перфорацію. Випробування касок на перфорацію здійснюють вертикальним ударом енергією 30 Дж (для полегшених касок – 10 Дж). Каска повинна виключати торкання конусного ударника поверхні макета голови.
 

Конус ударника повинен мати такі параметри: маса  $3,0 \pm 0,1 \text{ кг}$ ; кут вістря бойка  $60 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ; радіус вістря бойка  $0,5 \pm 0,1 \text{ мм}$ ; мінімальна висота конуса 40 мм; твердість вістря бойка від 50 до 45 за шкалою С. Роквелла.

Висота падіння конусного ударника, вимірювана від точки удару на касці вістря бойка, повинна бути  $1000 \pm 5 \text{ мм}$ .
3. Випробування на вогнестійкість. Корпус захисної каски піддають впливу полум'я факела. Каска вводиться в полум'я пальника Бунзена діаметром сопла  $10 \pm 0,2 \text{ мм}$  найбільш пласкою частиною, що перебуває на відстані 50–100 мм від центра корпусу. Як газ використовується пропан із чистотою не менш як 95 %. З допомогою регулятора подачі повітря факел регулюється так, щоб блакитний конус мав чітку форму завдовжки  $45 \pm 5 \text{ мм}$ . Полум'я пальника повинно бути спрямовано вгору під кутом  $45^\circ$ . Верхівка полум'я повинна впродовж 10 с стикатися з корпусом каски в будь-якій точці, віддаленій від вершини каски на 50–100 мм. Через 5 с після відведення полум'я на корпусі каски не повинно бути палаючих місць з краплями матеріалу.
4. Електрозахисні властивості касок характеризуються величиною напруги електричного струму до 1200 В і припустимим максимальним струмом витоку, який повинен бути не більш як 1,2 мА за збереження напруги впродовж 1 с.

Випробування касок на електричну ізоляцію здійснюють трьома способами. Перший – каску на  $(15 \pm 2)$  хв занурюють у воду, потім витягають, витирають і одягають на металевий макет, на який подають задану напругу (струм витоку вимірюють між зовнішньою та внутрішньою поверхнею каски). Другий – каску вміщують на  $(24 \pm 0,5)$  годин у розчин кухонної солі з концентрацією  $(3 \pm 0,2) \text{ г/дм}^3$  за температури



( $20 \pm 2$ ) °C, потім каску витягають, витирають і розміщують у контейнері з розчином кухонної солі. Струм витоку вимірюють між зовнішнім електродом, зануреним у розчин усередині каски, і електродом, що міститься в контейнері поза каскою. Третій – виміряється струм витоку між двома будь-якими точками на поверхні каски, що перебувають на відстані не менш як 20 мм одна від одної. Каску надягають на макет таким чином, щоб бризки розплавленого металу потрапляли в коло радіусом 50 мм із центром у верхній частині каски.

Під час випробувань контролюють:

- ✓ проникнення розплавленого металу крізь каску;
- ✓ деформацію більш як 10 мм, вимірювану під прямим кутом до базисної площини каски;
- ✓ горіння каски з утворенням полум'я через 5 с після потрапляння на неї розплавленого металу.

Пристосування для кріплення кабелю світильника (для шахтарських касок) повинно бути на зовнішній поверхні потиличної частини корпусу і витримувати без поломки не менш як 1000 циклів проходження сталевого циліндра діаметром 9 мм.

5. Випробування матеріалу корпусу каски на водонепроникність (перед перфорацією). Корпус каски без внутрішнього оснащення занурюють у воду з кімнатною температурою  $20 \pm 2$  °C на 24 години, виймають і висушують фільтрувальним папером або тканиною. Візуально оцінюють відсутність деформації і після цього випробують на перфорацію за нормальної температури.

### Висновки

1. ЗІЗОД класифікуються за принципом дії – фільтрувальні та ізолювальні. У виборі і застосуванні ЗІЗОД для мінімізації шкідливого впливу необхідно враховувати такі фактори: концентрацію кисню в повітряному середовищі впродовж усього часу виконання робіт; види шкідливих і небезпечних речовин, у тому числі задушливі і ОР; форму присутності забруднювальних речовин у повітрі: пил, волокна, туман, дим, мікроорганізми, газ, пара, радіонуклідні частки або гази.
2. Вибір засобів захисту голови базується на імовірності механічних ушкоджень голови працівника під час фронтальних і бічних навантажень.

3. Засоби захисту рук вибирають з урахуванням впливу конкретних небезпечних і шкідливих виробничих факторів: механічних, хімічних, термічних, електричних, в середовищі біологічно активних і радіонуклідних речовин.
4. Слухові пристрої підібрано правильно, якщо спектр шуму на робочому місці не перевищує гранично припустимих рівнів. Вибір слухових пристроїв повинен враховувати індивідуальні властивості користувача, у цьому разі ефект від використання і носіння їх буде максимальним, а економічні затрати обґрунтованими.
5. ЗІЗ виготовляють, використовують і контролюють відповідно до вимог, вказаних у Державних стандартах України. Нині більшість Державних стандартів розроблено з використанням методичних розробок, наведених в європейських і міжнародних стандартах.

### Контрольні запитання до розділу 5

1. За яких умов доцільно використовувати ЗІЗОД?
2. Поясніть різницю між фільтрувальними та ізолювальними ЗІЗОД.
3. За якими показниками здійснюється контролювання захисних властивостей ЗІЗОД?
4. Вкажіть клас і маркування захисних фільтрів.
5. Які функції виконують лицьові півмаски і маски фільтрувальних ЗІЗОД?
6. Вкажіть основні вимоги до матеріалів, з яких виготовляють ЗІЗ для голови.
7. Перелічіть основні вимоги до ЗІЗ очей і засоби, які забезпечують ці вимоги.
8. За яких умов виникає необхідність застосування ЗІЗ очей та органів слуху?
9. Поясніть різницю в конструктивному виконанні навушників і вкладишів.
10. З урахуванням яких шкідливих факторів здійснюється вибір ЗІЗ рук?



## Додаток

## Завдання

для модульного контролю з конструкторсько-технологічної діяльності фахівців курсу "Новітні технології виготовлення засобів індивідуального захисту"

## Завдання № 1

Модель і конструкція гідрокостюма залежно від умов використання

Мета завдання – обґрунтувати залежність моделі гідрокостюма від умов використання, розробити конструкцію гідрокостюма.

Вихідні дані наведено в табл. 1 відповідно до варіантів.

Таблиця 1. Вихідні дані для завдання

Назва асортименту	Номер варіанта	Вид матеріалу	Товщина матеріалу, мм	Температура води, °С	Глибина занурення, м	Термін перебування в воді, год
	2	3	4	5	6	7
Гідрокостюм для профілактично-ремонтних робіт	1	Неопрен	3	+25	На поверхні води	1 – 2
	2	Неопрен	4	+20	На поверхні води	1 – 2
	3	Неопрен	5	+18	5	1 – 2
	4	Неопрен	6	+15	10	1
	5	Неопрен	7	+10	40	1
	6	Неопрен дубльований трикотажним полотном з одного боку	6	+8	20	0,5
	7	Неопрен дубльований трикотажним полотном з обох боків	7	+6	40	0,2
	8	Неопрен дубльований з обох боків плюшем	7	+5	40	0,2

Продовження табл. 1

		3	4	5	6	7
Гідрокостюм для рятувальних робіт	9	Неопрен	5	+20	5	1 – 2
	10	Неопрен	6	+15	10	1
	11	Неопрен	7	+10	40	1
	12	Неопрен дубльований трикотажним полотном з одного боку	6	+8	20	0,5
	13	Неопрен дубльований трикотажним полотном з обох боків	7	+5	40	0,2
	14	Неопрен дубльований з обох боків плюшем	7	+3	40	0,2
Гідрокостюм для підводного полювання	15	Неопрен	3	+25	На поверхні води	1 – 2
	16	Неопрен	4	+23	На поверхні води	1 – 2
	17	Неопрен	5	+18	5	1 – 2
	18	Неопрен	6	+15	10	1
	19	Неопрен	7	+13	15	1
	20	Неопрен дубльований трикотажним полотном з одного боку	6	+10	20	0,5

## Послідовність виконання завдання:

1. Охарактеризуйте матеріал, який використовують для виготовлення гідрокостюмів.
2. Наведіть умови використання гідрокостюмів.
3. Перелічіть ергономічні вимоги до конструкції гідрокостюма.
4. Наведіть топографію ділянок гідрокостюма, на яких виникають підвищені механічні навантаження.

5. Вкажіть ергономічні показники, які потрібно враховувати під час конструювання гідрокостюма.
6. Розрахуйте тепловий опір гідрокостюма.
7. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі гідрокостюма.

### Контрольні запитання

1. З якими умовами праці пов'язана діяльність рятувника в акваторії?
2. Який ризик виникнення професійних захворювань у рятувників?
3. Який комплекс вимог потрібно враховувати під час розробки моделі гідрокостюма?
4. Як впливають температурні умови в акваторії на розробку моделі гідрокостюма?
5. Які види неопрену застосовують для виготовлення гідрокостюмів мокрого типу?
6. Які види неопрену застосовують для виготовлення гідрокостюмів сухого типу?

### Завдання № 2

#### Визначення показників якості гідрокостюма

**Мета роботи** – обґрунтувати показники якості моделі та конструкції гідрокостюма.

**Вихідні дані** наведено в *табл. 1* відповідно до варіантів.

#### Послідовність виконання завдання:

1. Наведіть фізико-механічні, теплові і захисні характеристики обраного за варіантом виду матеріалу.
2. Обґрунтуйте вплив температурних умов в акваторії на конструкцію гідрокостюма під час виконання професійних обов'язків.
3. Розробіть модель гідрокостюма відповідно до умов праці.
4. Визначіть показники якості і термін висихання гідрокостюма.
5. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі гідрокостюма.

### Контрольні запитання

1. Чим зумовлено використання неопрену для виготовлення гідрокостюмів?
2. Які фізико-механічні характеристики має неопрен, дубльований трикотажним полотном?
3. Які фізико-механічні характеристики має неопрен, дубльований штучним хутром?
4. Які фізико-механічні характеристики має неопрен, дубльований плюшем?
5. Як впливає дублювання матеріалами на зміну теплопровідності неопрену?

**Завдання № 3****Технологія виготовлення гідрокостюма**

**Мета завдання** – обґрунтувати технологію виготовлення гідрокостюма залежно від умов використання.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 1** відповідно до варіантів.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть кліматичні умови, тривалість щоденного використання та середній термін служби гідрокостюма до списання.
2. Наведіть перелік основних шкідливих і небезпечних факторів в акваторії.
3. Виберіть модель і визначіть конструктивні особливості гідрокостюма.
4. Обґрунтуйте вибір технологій обробки деталей і вузлів гідрокостюма залежно від середнього терміну служби до списання.
5. Обґрунтуйте вибір технологій обробки деталей і вузлів гідрокостюма залежно від необхідної міцності з'єднань.
6. Охарактеризуйте устаткування, яке застосовуватиметься під час виготовлення гідрокостюмів.
7. Наведіть конструкцію моделі гідрокостюма.

**Контрольні запитання**

1. Які основні рухи виконує рятувальник під час робіт в акваторії?
2. Які вимоги потрібно враховувати під час вибору технології з'єднання швів?
3. Яким чином кліматичні умови в акваторії впливають на методи обробки гідрокостюмів для рятувальних робіт?
4. Які властивості мають шви з'єднання, отримані під час застосування різних видів клеїв?
5. З якими факторами пов'язані вимоги, які треба враховувати під час визначення терміну висихання гідрокостюма?

**Завдання № 4****Модель і конструкція гідрокостюма залежно від шкідливих і небезпечних факторів**

**Мета роботи** – розробити конструкцію гідрокостюма з урахуванням основних шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на організм рятувальника під час занурення у воду.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 2** відповідно до варіантів.

**Таблиця 2**

Номер варіанта	Шкідливі і небезпечні фактори	Температура води, °С	Термін перебування у воді, год.	Глибина занурення, м
1	Гідростатичний тиск води, особливості ландшафту дна	+25	0,5	40
2	Швидкісні зміни зовнішнього тиску, особливості ландшафту дна	+25	0,5	40
3	Хімічні властивості води, небезпечні морські тварини	+20	1,0	10
4	Хімічні властивості води, небезпечні морські рослини	+20	1,0	30
5	Неоднорідна структура дна, течія	+18	1,0	10
6	Брудна вода, каміння, печери	+18	1,5	20
7	Нестача кисню	+15	1,0	10
8	Вплив азоту	+10	0,5	15

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть перелік основних шкідливих і небезпечних факторів, які виникають під час проведення рятувальних робіт у воді.
2. Наведіть умови використання гідрокостюма.
3. Наведіть топографію ділянок гідрокостюма, на яких виникають підвищені механічні навантаження.
4. Вкажіть, які ергономічні показники потрібно враховувати залежно від небезпечних і шкідливих факторів.

5. Розробіть модель і визначіть конструктивні особливості гідрокостюма.
6. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі гідрокостюма.

### Контрольні запитання

1. З якими шкідливими і небезпечними факторами пов'язані умови діяльності працівника в акваторії?
2. Якими факторами зумовлена імовірність виникнення професійних захворювань?
3. Який комплекс вимог потрібно враховувати під час вибору матеріалу гідрокостюма?
4. Як змінюється конструкція гідрокостюма рятувальника залежно від зони проведення робіт?
5. Як впливають температурні умови в акваторії на конструкцію гідрокостюма рятувальника?

### Завдання № 5

#### Модель і конструкція захисного одягу для нафтопереробних підприємств

**Мета завдання** — обґрунтувати залежність моделі захисного одягу від шкідливих факторів виробництва, розробити конструкцію одягу.

**Вихідні дані** наведено в *табл. 3* відповідно до варіантів.

Таблиця 3

Номер варіанта	Шкідливі фактори	Стать працівника	Діапазон температури довкілля, °С	Середній термін служби до списання, рік
1	Кислоти	жіноча	+10 ... +30	2
2	Нафта	чоловіча	-10 ... +20	2
3	Нафтопродукти	чоловіча	-10 ... +20	1
4	Луги	жіноча	+10 ... +30	1
5	Електростатичні поля	чоловіча	+10 ... +30	1
6	Промисловий пил	чоловіча	+10 ... +30	2
7	Нафтопродукти	жіноча	-10 ... +20	1
8	Органічні розчинники	чоловіча	+10 ... +30	1

#### Послідовність виконання завдання:

1. Наведіть умови праці виробничого персоналу на нафтопереробних підприємствах.
2. Перелічіть ергономічні вимоги до конструкції захисного одягу.
3. Виділіть топографію ділянок захисного одягу, на яких виникають підвищені механічні навантаження.
4. Охарактеризуйте матеріал, який використовується для виготовлення захисного одягу.
5. Розрахуйте тепловий опір захисного одягу.
6. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які фактори впливають на ступінь ризику виникнення професійних захворювань та отруєнь?
2. Які основні рухи виконує працівник під час виконання професійних обов'язків на різних ділянках нафтопереробного підприємства?
3. Які шкідливі фактори існують на різних ділянках нафтопереробного підприємства?
4. Які вимоги висувають до конструкції захисного одягу?
5. Які додаткові ЗІЗ використовують під час комплектації захисного одягу?

**Завдання № 6****Технологія виготовлення захисного одягу на нафтопереробних підприємствах**

**Мета завдання** – вибрати технологію виготовлення захисного одягу залежно від шкідливих факторів виробництва.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 3** відповідно до варіантів.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть мікрокліматичні умови праці, тривалість щоденного використання та середній термін служби захисного одягу до списання.
2. Наведіть перелік основних шкідливих факторів на робочому місці.
3. Виберіть модель та визначіть конструктивні особливості захисного одягу.
4. Обґрунтуйте вибір технологій обробки деталей і вузлів захисного одягу залежно від середнього терміну служби до списання.
5. Обґрунтуйте вибір технологій обробки деталей і вузлів захисного одягу залежно від необхідної міцності з'єднань.
6. Охарактеризуйте устаткування, яке застосовуватиметься під час виготовлення захисного одягу.
7. Наведіть конструкцію моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які вимоги висуваються до конструкції захисного одягу багаторазового використання?
2. Які існують способи з'єднання деталей під час виготовлення захисного ізолювального одягу багаторазового використання?
3. Перелічіть вимоги до швів з'єднання?
4. Які вимоги висуваються до методів обробки, що застосовуються під час виготовлення ізолювального одягу?
5. Які види сучасного устаткування застосовують під час виготовлення ізолювального одягу?

## Завдання № 7

## Модель і конструкція захисного одягу

## разового використання

**Мета завдання** – обґрунтувати залежність моделі захисного одягу разового використання від шкідливих факторів виробництва, розробити конструкцію одягу.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 4** відповідно до варіантів.

Таблиця 4

Варіант	Матеріал	Діапазон температур довкілля, °С	Шкідливі фактори	Термін перебування в зоні забруднення, год
1	Поліпропілен	+15...+30	Промисловий пил, аерозолі	12
2	Поліпропілен	+10...+25	Кислоти з концентрацією до 30 %	6
3	Поліпропілен	+5...+20	Луги з концентрацією до 50 %	8
4	Поліпропілен	+5...+15	Нафта	8
5	Поліетилен	+15...+30	Бойові хімічні речовини	3
6	Поліетилен	+10...+25	Пил, аерозолі з радіонуклідами	8
7	Поліетилен	+5...+20	Кислоти з концентрацією до 30 %	6
8	Поліетилен	+5...+15	Органічні розчинники	8
9	ПВХ	+15...+30	Вода з радіонуклідами	8
10	ПВХ	+10...+25	Нафта	12
11	ПВХ	+5...+20	Нафтопродукти	12
12	ПВХ	+5...+15	Кислоти з концентрацією до 50%	8

## Послідовність виконання завдання:

1. Охарактеризуйте умови праці виробничого персоналу.
2. Охарактеризуйте матеріал, з якого виготовляють захисний одяг.
3. Перелічіть ергономічні вимоги до конструкції захисного одягу.
4. Виділіть топографію ділянок захисного одягу, на яких виникають підвищені механічні навантаження.
5. Розрахуйте тепловий опір захисного одягу.
6. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі захисного одягу.

## Контрольні запитання

1. Які захисні характеристики мають полімерні матеріали: поліетилен, поліпропілен, ПВХ?
2. Які теплозахисні властивості мають полімерні матеріали?
3. Якими факторами зумовлено застосування захисного одягу разового використання?
4. Які вимоги висувають до фізико-механічних характеристик полімерних матеріалів залежно від терміну використання?
5. Які переваги і вади має одяг разового використання?

**Завдання № 8****Технологія виготовлення захисного одягу  
разового використання**

**Мета завдання** – вибрати технологію виготовлення захисного одягу залежно від умов праці.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 4** відповідно до варіантів.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть умови праці персоналу у захисному одязі разового використання.
2. Обґрунтуйте вибір технології обробки деталей захисного одягу залежно від матеріалу.
3. Обґрунтуйте вибір технології обробки деталей і вузлів захисного одягу залежно від міцності з'єднань та еластичності.
4. Обґрунтуйте вибір устаткування для виготовлення захисного одягу разового використання.
5. Наведіть конструкцію моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які вимоги висуваються до конструкції захисного одягу разового використання?
2. Які існують способи з'єднання деталей під час виготовлення захисного ізолювального одягу разового використання?
3. Які вимоги висуваються до швів з'єднання?
4. Які вимоги висуваються до методів обробки, застосовувані під час виготовлення одягу разового використання?
5. Які види сучасного устаткування застосовують під час виготовлення одягу разового використання?

**Завдання № 9****Модель і конструкція захисного одягу для персоналу АЕС**

**Мета завдання** – обґрунтувати залежність моделі захисного одягу від умов праці і шкідливих факторів виробництва, розробити конструкцію одягу.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 5** відповідно до варіантів.

**Таблиця 5**

Номер варіанта	Види робіт	Шкідливі фактори	Діапазон температури довкілля, °С	Термін використання, год
1	Регламентні	Пил з радіонуклідами	+10...+20	8
2	Дезактивація	Вода з радіонуклідами	+10...+20	4
3	Ремонтно-профілактичні	Зовнішні іонізуючі β-випромінювання	-10...+40	2
4	Аварійні	Зовнішні іонізуючі α-, β-, γ-випромінювання	-10...+40	1

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть умови праці виробничого персоналу на різних ділянках АЕС.
2. Перелічіть ергономічні вимоги до конструкції захисного одягу.
3. Охарактеризуйте матеріал, з якого виготовляють захисний одяг багаторазового використання на АЕС.
4. Охарактеризуйте матеріал, з якого виготовляють захисний одяг разового використання на АЕС.
5. Виділіть топографію ділянок захисного одягу, на яких виникають підвищені механічні навантаження.
6. Розрахуйте тепловий опір захисного одягу.
7. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які засоби використовують для захисту персоналу АЕС від зовнішніх іонізуючих полів?
2. Чим зумовлена потреба захисту персоналу від дії іонізуючого випромінювання?
3. Які існують джерела радіонуклідних забруднень?
4. Які вживають заходи для забезпечення нормованих рівнів опромінювання персоналу АЕС?
5. Які захисні властивості мають матеріали з ПВХ-покриттям?

**Завдання № 10****Технологія виготовлення захисного одягу для персоналу АЕС**

**Мета завдання** – вибрати технологію виготовлення захисного одягу залежно від умов праці і шкідливих факторів виробництва.

**Вихідні дані** наведено в табл. 5 відповідно до варіантів.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Охарактеризуйте умови праці на ділянці АЕС, де передбачається використання захисного одягу.
2. Обґрунтуйте вибір технології обробки деталей захисного одягу залежно від матеріалу.
3. Обґрунтуйте вибір технології обробки деталей і вузлів захисного одягу залежно від міцності з'єднань.
4. Обґрунтуйте вибір устаткування для виготовлення захисного одягу.
5. Наведіть конструкцію моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які існують вимоги до конструкції захисного одягу щоденного використання?
2. Які види захисного одягу належать до основних засобів захисту?
3. Які види захисного одягу належать до додаткових засобів захисту?
4. Які існують способи з'єднання деталей під час виготовлення захисного ізолювального одягу?
5. Які існують вимоги до швів з'єднання?



**Завдання № 11****Моделі і конструкції захисного одягу для шахтарів**

**Мета завдання** – обґрунтувати залежність моделі захисного одягу від умов праці і шкідливих факторів виробництва, розробити конструкцію одягу.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 6** відповідно до варіантів.

**Таблиця 6**

Номер варіанта	Умови праці	Шкідливі фактори	Діапазон температур довкілля, °С	Середній термін служби до списання, день
1	Шахти завглибшки до 200 м	Вугільний пил	+20...+30	180
2	Шахти завглибшки до 500 м	Вугільні аерозолі	+20...+40	180
3	Шахти завглибшки до 1000 м	Вугільні аерозолі, газ	+20...+50	90
4	Обводнювальні шахти	Вугільні аерозолі, вода	+20...+30	30

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть характеристики умови праці шахтарів.
2. Перелічіть ергономічні вимоги, яким повинна відповідати конструкція захисного одягу.
3. Наведіть характеристики матеріалу, з якого виготовляють захисний одяг багаторазового використання.
4. Наведіть топографію ділянок захисного одягу, на яких виникають підвищені механічні навантаження.
5. Розрахуйте тепловий опір захисного одягу.
6. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Якими додатковими ЗІЗ комплектують захисний одяг?
2. Ризик виникнення яких шкідливих факторів спостерігається в копальнях?
3. Які фактори впливають на імовірність виникнення професійних захворювань та отруень?
4. Які ергономічні вимоги висуваються до захисного одягу?
5. Які методи використовують для з'єднання деталей захисного одягу?

**Завдання № 12****Модель і конструкція захисного одягу для робіт під час аварій**

**Мета завдання** – обґрунтувати залежність моделі захисного одягу від умов праці та шкідливих факторів, розробити конструкцію одягу.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 7** відповідно до варіантів.

Таблиця 7

Но-мер варіанта	Види забруднень довкілля	Шкідливі фактори	Термін перебування в зоні забруднення, год	Діапазон температур довкілля, °С
1	Хімічні речовини	Аерозолі отруйних речовин	12,0	+10...+20
2	Хімічні речовини	Розчини хімічних сполук	12,0	-10...+5
3	Хімічні речовини	Нафта і нафтопродукти	12,0	+5...+15
4	Біологічно активні речовини	Аерозолі зі збудниками інфекційних захворювань	6,0	+10...+20
5	Біологічно активні речовини	Порошки хвороботворних мікроорганізмів	3,0	-10...+5
6	Зовнішні поля іонізуючого випромінювання	α, β-випромінювання	3,0	+10...+20
7	Зовнішні поля іонізуючого випромінювання	γ-випромінювання	0,5	-10...+5
8	Радіонуклідні речовини	Аерозолі і вода	10,0	+10...+20

**Послідовність виконання завдання:**

1. Розробіть комплект ЗІЗ для рятувника під час виконання робіт.
2. Наведіть умови експлуатації захисного одягу рятувником під час виконання робіт.

3. Наведіть основні рухи рятувників у період виконання професійних обов'язків.
4. Наведіть фізико-механічні характеристики матеріалу, який використовують для виготовлення захисного одягу.
5. Наведіть топографію ділянок захисного одягу, на яких виникають підвищені механічні навантаження.
6. Розрахуйте тепловий опір захисного одягу.
7. Наведіть художньо-технічне оформлення моделі захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які засоби використовують для захисту рятувальників від зовнішніх іонізуючих полів?
2. Чим зумовлена імовірність розповсюдження біологічно активних речовин?
3. Які існують джерела радіонуклідних забруднень?
4. Які існують можливості виникнення аварій з хімічним забрудненням довкілля?
5. Які імовірні наслідки виникнення аварій на АЕС?

**Завдання № 13****Технологія виготовлення захисного одягу для проведення робіт під час аварій**

**Мета завдання** – вибрати технологію виготовлення захисного одягу залежно від умов праці і шкідливих факторів.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 7** відповідно до варіантів.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть умови та термін використання захисного одягу.
2. Обґрунтуйте вибір технології обробки деталей захисного одягу залежно від терміну експлуатації.
3. Обґрунтуйте вибір технології обробки з'єднань деталей і вузлів захисного одягу залежно від їх фізико-механічних характеристик.
4. Виберіть устаткування і його технічні характеристики для виготовлення захисного одягу.
5. Наведіть конструкцію захисного одягу.

**Контрольні запитання**

1. Які існують колективні й індивідуальні засоби захисту від хімічних і біологічно активних речовин?
2. Які існують вимоги до конструкції ізолювального одягу?
3. Які способи використовують для з'єднання деталей в ізолювальних костюмах?
4. Які існують вимоги до конструкції фільтрувального одягу?
5. Які способи використовують для з'єднання деталей у фільтрувальних костюмах?

**Завдання № 14****Модель і конструкція захисного одягу для персоналу в технологічно чистих приміщеннях**

**Мета завдання** – обґрунтувати залежність моделі захисного одягу від умов праці, розробити конструкцію одягу.

**Вихідні дані** наведено в **табл. 8** відповідно до варіантів.

**Таблиця 8**

Но- мер варі- анта	Вид виробництва	Вид захисту	Діапазон температур довкілля, °С	Середній термін служби до списання, день
1	2	3	4	5
1	Ділянки фар- мацевтичного підприємства	Від часток органічного походження	+10...+15	15
2	Біохімічні на- уково-дослідні лабораторії	Від часток органічного походження	+12...+15	25
3	Ділянки радіо- електронних підприємств	Від часток неорганічного походження	+18...+24	75
4	Ділянки харчових підприємств	Від часток органічного походження	+12...+18	25
5	Ділянки з виробництва медичного об- ладнання	Від часток неорганічного походження	+18...+23	75
6	Ділянки з вироб- ництва електро- технічного обладнання	Від часток неорганічного походження	+18...+25	75
7	Ділянки з вироб- ництва комп- лектуючих до комп'ютерів	Від часток неорганічного походження	+15...+25	75

Продовження табл. 8

1	2	3	4	5
8	Ділянки з виробництва оптичної апаратури	Від часток неорганічного походження	+20...+30	50

**Послідовність виконання завдання:**

1. Наведіть умови праці виробничого персоналу на ділянках в технологічно чистих приміщеннях.
2. Перелічіть ергономічні вимоги, яким повинна відповідати конструкція захисного одягу.
3. Охарактеризуйте матеріал, який використовують для виготовлення захисного одягу.
4. Наведіть топографію ділянок захисного одягу, на яких виникають підвищені механічні, теплові, електростатичні навантаження.
5. Наведіть конструкцію одягу і методи з'єднання швів.

**Контрольні запитання**

1. Які існують класифікації технологічно чистих приміщень?
2. Які комплекси заходів розроблено для забезпечення необхідного рівня чистоти?
3. Чим зумовлена потреба створення захисного одягу для персоналу, який працює в технологічно чистих приміщеннях?
4. Які матеріали доцільно використовувати для виготовлення захисного одягу?
5. Які вимоги до комплектації ЗІЗ персоналу в технологічно чистих приміщеннях?

**Список скорочень**

- ЗІЗ – засоби індивідуального захисту  
 АЕС – атомна електрична станція  
 ОНПЗ – Одеський нафтопереробний завод  
 ХНПЗ – Херсонський нафтопереробний завод  
 ОР – отруйні речовини  
 ПВХ – полівінілхлорид  
 НД – нормативна документація  
 ВВ – вуглецеві волокна  
 ВВМ – вуглецево-волокнисті матеріали  
 ПАН – поліакрілонітріл  
 ФЛМ – фільтрувальний матеріал  
 ГК – гідрокостюм  
 СВЧ-зварювання – зварювання за допомогою струмів високої частоти  
 ТЧП – технологічно чисті приміщення  
 ІВ – іонізуюче випромінювання  
 ГДР – гранично допустимий рівень  
 ГДК – гранично допустима концентрація  
 ЗІЗОД – засоби індивідуального захисту органів дихання  
 ЗЗК – загальновійськовий захисний комплект  
 ЦНС – центральна нервова система

### Список рекомендованої літератури

1. Бобков А.С. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности. – М.: Химия, 1997. – 256 с.
2. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. – М.: Academia, 2004. – 384 с.
3. Вредные вещества в промышленности: Справочник / Под общей редакцией Н.Э. Левиной. – Л.: Химия, 1985. – 464 с.
4. Єременко В.Г. Основи дозиметрії та радіаційної безпеки. – Харків.: ХПІ, 2006. – 155 с.
5. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. – К.: Каравела, 2004. – 328 с.
6. Клемин В.В., Луценко Г.П., Ременсон В.А. Обеспечение экологической безопасности при повседневной деятельности воинских частей и подразделений. – МО РФ, 2000. – 304 с.
7. Константинов С.М. Теплообмін. – К.: ВПІ ВПК Політехніка, 2005. – 304 с.
8. Коггл Дж. Биологические эффекты радиации. – М.: Мир, 1986. – 256 с.
9. Куренова С.В., Савельева Н.Ю. Конструирование одежды. – Ростов: Феникс, 2003. – 188 с.
10. Лазур К.Р. Швейне матеріалознавство. – Львів: Світ, 2003. – 240 с.
11. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2000. – 864 с.
12. Литвиненко Г.Є., Яцишина Л.К., Малова Т.Л., Константинов С.М. Моделювання і оптимізація технологічних процесів - К.: Вища школа, 2001. – 252 с.
13. Основи охорони праці / За ред. К.Н. Ткачука, М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2003. – 470 с.
14. Патлашенко О.А. Матеріалознавство швейного виробництва. – Київ: Арістей, 2003. – 288 с.
15. Патлашенко О.А. Основи конструювання одягу. Лабораторний практикум. – К.: Арістей, 2003. – 188 с.

16. Романов В.Е. Системный подход к проектированию спецодежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 128 с.
17. Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. Материаловедение швейного производства. – М.: Изд.центр "Академия", 2000. – 240 с.
18. Средства индивидуальной защиты работников (классификация, качество, гармонизация нормативных документов) / Под общей редакцией Н. А. Лысюка и Ю.Г. Сорокина. – К.: ННИИОТ, 2005. – 83 с.
19. Суворова О.В. Материаловедение швейного производства. – Ростов: Феникс, 2001. – 416 с.
20. Сушан А.Т. Інженерне проектування швейних виробництв. – К.: Арістей, 2007. – 172 с.
21. Ткачук К.Н., Воробйов В.Д., Герасимов Ю.Ю. Метрологічне забезпечення обладнання і засобів вимірювальної техніки випробувальних лабораторій засобів індивідуального захисту. – К.: ННДІОП, 1998. – 24 с.
22. Ткачук К.Н., Гурін А.О. Охорона праці. – К.: Охорона праці, 1998. – 319 с.
23. Трахтенберг І.М., Коршун М.М., Чабанова О.В. Гігієна праці та виробнича санітарія. – К., 1997. – 464 с.
24. Черних В.П., Зименковський Б.С., Гриценко І.С. Гетероцепні та природні сполуки. – Х.: Основа, 1997. – 256 с.

*Навчальне видання*

**Литвиненко Галина Євгеніївна**

**Третьякова Лариса Дмитрівна**

## **ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ: ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ.**

*Навчальний посібник*

Редактор Н. Лісова

Коректор Н. Цісик

Художник обкладинки М. Невінчаний

Підписано до друку 10.09.2008.

Формат 60x84/16. Папір офсетний № 1. Гарнітура PragmaticaСТТ.

Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 18,8. Обл. вид. арк. 13,6.

Наклад 1000 прим. Зам. 8-1329

Видавництво "Лібра"

01032, Київ-32, вул. Саксаганського, 110, кв. 1. Тел./факс 234-76-19.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів

видавничої справи ДК № 26 від 31.03.2000

Поштова адреса: 01032, Київ-32, а/с 68. E-mail: libra-k@i.com.ua

Ідентифікаційний код 21554843

Надруковано ЗАТ "Віпол"

Київ, вул. Волинська, 60.

**Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д.**

**Л 64** Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування.  
Навч. посібник. – К.: Лібра, 2008. – с. 320.

**ISBN 978-966-7035-92-1**

У посібнику розглянуто умови праці та характеристики шкідливих і небезпечних факторів та пов'язані з ними ризики виникнення професійних захворювань у хімічній, нафтопереробній, гірничодобувній галузях, на об'єктах ядерної енергетики, під час рятувальних робіт в умовах хімічного, біологічного та радіонуклідного забруднення на поверхні та в акваторії.

Запропоновано нові моделі засобів індивідуального захисту та рекомендації щодо їх застосування.

У посібнику приведено завдання з модульного контролю студентів курсу "Новітні технології виготовлення засобів індивідуального захисту".

**Посібник відповідає програмі курсу "Охорона праці" для студентів вищих навчальних закладів усіх технічних спеціальностей. Він буде корисним для студентів вищих навчальних закладів за спеціальністю 7.091801 "Технологія швейного виробництва". Може бути рекомендований для спеціалістів з питань охорони праці в галузях.**

УДК 687.157.004

ББК 65.247