

658.382.3(075)
С 34

В. Й. СИВКО

БЕЗПЕКА
ВИГОТОВЛЕННЯ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ
АПАРАТУРИ



19 04 74
Міністерство освіти та науки України
Житомирський інженерно-технологічний інститут

В. Й. Сивко

БЕЗПЕКА ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

(навчальний посібник)

Рекомендовано методичним семінаром
кафедри геотехнологій та промислової
екології ЖІТІ

НТБ ВНТУ



413529

658.382.3(075) С 34 2000

Сивко В. Й. Безпека виготовлення та експлуатації



2000

Сивко В.Й.

С34 **Безпека виготовлення та експлуатації радіоелектронної апаратури: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 142 с.**

У посібнику викладені деякі організаційні питання з охорони праці, вимоги техніки безпеки, виробничої санітарії та ергономіки до робочих місць і виробничих приміщень, вимоги безпеки праці при виготовленні радіоелектронної апаратури (РЕА), умови безпечної експлуатації РЕА, забезпечення сприятливих умов праці користувачів ЕОМ.

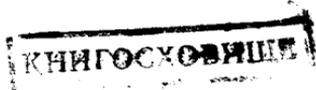
Для студентів спеціальностей “Системи управління і автоматики”, “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами”, “Радіотехніка”, “Біотехнічні та медичні апарати і системи” навчальних закладів IV рівня акредитації.

Табл: 7. Рис: 3. Бібл. назв: 12

413529

Рецензент:

доктор технічних наук, завідувач кафедри “Медичні прилади та системи” Житомирського інженерно-технологічного інституту **Манойлов В'ячеслав Пилипович**



Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1. Загальні умови безпеки праці

Зміни, що відбуваються нині в нашій країні, загострюють і проблеми безпеки людини на виробництві та в побуті.

Під страхом скорочення, галопуючого і прихованого безробіття працюючі часто-густо терплять погані умови праці і побуту і, як результат, ризикують своїм здоров'ям, а іноді й життям. Як свідчить аналіз, кількість виробництв, цехів, дільниць, які не відповідають вимогам охорони праці, за останні п'ять років постійно збільшується.

За статистичними даними профспілок, у народному господарстві України (без урахування навчальних закладів) щорічно гине близько 2,5 тис. і травмується більше 140 тис. чоловік, на обліку перебуває близько 180 тисяч інвалідів з професійних захворювань (не враховуючи прихованих даних і побутових травм, що за неофіційними даними складає третину цієї кількості потерпілих). Взагалі втрати працездатного населення примушують звернути на охорону праці найсерйознішу увагу. В свою чергу, Закон України "Про охорону праці" передбачає реалізацію прав трудящих на безпечні і нешкідливі умови праці, пільги і компенсації, на соціальний захист у випадках завдання шкоди здоров'ю в зв'язку з виробничими травмами і професійними захворюваннями через колективний договір (угоду) з охорони праці. Вже створена і працює національна програма з питань охорони праці.

Створення на підприємстві безпечних умов праці, оптимізація виробничого середовища, зниження фізичного і нервово-психічного напруження працюючих в основному залежать від того, в якій мірі при створенні і застосуванні технічних засобів і технологій враховані особливості людського фактора і ергономічні вимоги системи "людина-машина-середовище".

Технологічний процес та організація виробництва щодо питань безпеки праці повинні забезпечувати:

- узгодженість роботи устаткування, що виключає виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- завантаження обладнання у межах його проектної потуж-

ності, що сприяє ритмічній роботі персоналу, зайнятого в технологічному процесі;

- процес виробництва згідно з нормативно-технічною документацією, державними стандартами;

- розміщення устаткування з підвищеним рівнем шуму, пилу тощо в окремих приміщеннях або кожухах;

- розташування пультів управління, робочих місць операторів у безпечних місцях, а в шумних чи з забрудненим повітрям приміщеннях – в ізольованих кабінах;

- для обслуговування і ремонту устаткування, розміщеного вище рівня підлоги на 1,1 м, – огорожу висотою не менше ніж 0,8 м;

- сходи завширшки 0,8–1,0 м, нахилом не більше 45° і з поручнями для піднімання на майданчик, робоче місце;

- організацію кожного робочого місця згідно вимог ергономіки;

- робочі місця засобами для їх прибирання і чистки обладнання;

- пожежовибухонебезпеку виробництва;

- охорону навколишнього середовища;

- можливість при необхідності застосування засобів захисту працівників;

- автоматичну світлову та (або) звукову сигналізацію при виникненні аварійної ситуації;

- розміщення виробничого устаткування з безпечним та зручним процесом його експлуатації і можливістю евакуації працюючих;

- виключення розміщення устаткування над робочими зонами, неізолюваними лініями електропередачі, проїздами, проходами, в зонах підвищеної температури, запиленості, загазованості тощо;

- розміщення пересувного устаткування у місцях, які включають небезпечні і несприятливі умови працюючих та перешкоди транспортним засобам, технологічним процесам і можливості евакуації працюючих.

Умови праці – сукупність факторів виробничого середови-

ща, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Безпека – відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю нанесення шкоди здоров'ю.

Безпека праці – стан умов праці, за яких з певною ймовірністю виключений вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Працездатність – спроможність людини до активної діяльності, яка характеризується можливістю виконання роботи і функціональним станом організму в процесі роботи.

Допустимий рівень виробничого фактора – це такий, вплив якого при роботі установленої тривалості протягом всього трудового стажу не призводить до травм чи захворювань.

Безпека виробничого устаткування – це властивість устаткування зберігати відповідність вимогам безпеки праці при виконанні заданих функцій в умовах, передбачених нормативно-технічною документацією (інструкцією).

Важкі фізичні роботи (категорія 3) – види діяльності з витратою енергії понад 250 ккал/год (290 Вт).

Перелік робіт з підвищеною небезпекою затверджується Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Крім того, перелік важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх та жінок, а також граничні норми піднімання і переміщення ними важких речей, затверджуються МОЗ за погодженням з Держнаглядом праці. На основі цих переліків галузеві міністерства, інші центральні органи державної виконавчої влади затверджують галузеві переліки важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці.

Згідно з державним стандартом, це слід робити там, де є:

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь устаткування;
- застосування технології виробництва, що не виключає

контакт людини зі шкідливими речовинами;

– підвищений рівень вібрацій, шуму, вологості повітря робочої зони, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, інфрачервоної радіації, пульсація світлового потоку тощо.

Система управління охороною праці на підприємстві – це комплекс організаційних, економічних, соціально-правових і технічних заходів, спрямованих на створення здорових і безпечних умов праці.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює перший керівник, котрий забезпечує розподіл обов'язків між керівниками підрозділів і служб, встановлює завдання і функціональні обов'язки з питань управління охороною праці. Зазначені обов'язки відображаються в положеннях підрозділів та служб і в посадових обов'язках керівних працівників (див. 1.2).

Діяльність керівників щодо створення належних умов охорони праці спрямовується на профілактику виробничого травматизму та професійних захворювань, нормалізацію умов праці на робочому місці: підтримання працездатності, впровадження нових технологій виробництва, забезпечення допустимого рівня виробничих факторів, безпеки виробничого устаткування, усунення важких фізичних робіт та шкідливих виробничих факторів.

На кожному підприємстві проводиться щорічно облік і аналіз показників стану охорони праці. Аналізу підлягають: дані про виробничий травматизм, матеріали про нещасні випадки, професійні захворювання, аварії, стан небезпечних і шкідливих виробничих факторів, матеріали оцінки безпеки устаткування і умов праці на робочих місцях, стан виконавської дисципліни з питань охорони праці структурних підрозділів та служби охорони праці підприємства.

На підставі результатів аналізу стану охорони праці приймаються відповідні рішення щодо заходів, спрямованих на усунення виявлених причин та профілактику небезпечного впливу на людину технологічних процесів і обладнання. Ці заходи повинні включатися в план роботи і колективний договір та угоду з охорони праці.

З метою запобігання нещасним випадкам та аваріям усі робітники повинні здійснювати взаємоконтроль і самоконтроль безпеки робіт до початку роботи і в її процесі.

Треба завжди пам'ятати, що порушення правил безпеки праці призводить до травм, аварій, загибелі людей.

До початку роботи кожен робітник повинен:

- разом з майстром або самостійно оглянути своє робоче місце, перевірити справність устаткування, інструментів, огорожень, достатність освітлення, роботу вентиляції, стан проходів, проїздів, наявність знаків безпеки, інструкцій, технологічної документації, правильне і безпечне розміщення на робочому місці матеріалів, деталей та заготовок, наявність і справність засобів індивідуального захисту;

- виявлені порушення негайно усунути, а якщо порушення не можуть бути усунені самостійно, повідомити про них бригадира, майстра або громадського інспектора з охорони праці;

- перевірити і оцінити свої теоретичні і практичні знання та вміння щодо наміченої роботи;

- оцінити свій психофізіологічний стан, а в разі нездужання звернутися до лікаря або бригадира.

У процесі роботи кожен працівник зобов'язаний:

- не допускати порушень інструкції з охорони праці та правил внутрішнього розпорядку;

- не допускати порушень трудової і технологічної дисципліни та процесу виробництва;

- користуватися під час роботи засобами індивідуального захисту, якщо це вимагається правилами (інструкцією);

- негайно припинити роботу у тих випадках, коли подальші дії працюючого можуть призвести до аварії, спричинити загрозу для здоров'я та життя робітників чи забруднення навколишнього середовища, повідомивши про це бригадиру або майстру;

- особисто вживати посильних заходів щодо усунення загрози його життю чи здоров'ю, або оточуючих людей чи навколишньому середовищу.

Згідно з Законом "Про охорону праці" до працівників підприємств можуть застосовуватися будь-які заохочення за актив-

ну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо поліпшення умов праці.

1.2. Обов'язки з охорони праці посадових осіб підприємства

Загальне керівництво роботою з охорони праці на підприємстві здійснює його керівник (власник), а безпосереднє – головний інженер.

Керівник і головний інженер зобов'язані забезпечити:

– створення безпечних і здорових умов праці, утримання устаткування у відповідності з нормами і правилами техніки безпеки і виробничої санітарії;

– виконання заходів з охорони праці у строки, передбачені колективним договором і угодою профспілкового комітету з адміністрацією (власником), а також необхідних невідкладних заходів для запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням;

– надання статистичної звітності за встановленими формами у відповідності до “Єдиної державної системи показників умов і безпеки праці”;

– негайне повідомлення місцевому органу державного нагляду за охороною праці, прокуратурі та іншим встановленим відповідним положенням організаціям про груповий або із смертельним наслідком нещасний випадок;

– приміщення для методичного кабінету з охорони праці і влаштування його необхідними засобами у відповідності з нормами;

– притягнення до відповідальності порушників трудової дисципліни, правил і норм безпеки праці.

Головний інженер зобов'язаний також керувати роботою відділу охорони праці та контролювати стан охорони праці в цехах та інших підрозділах підприємства.

А т е с т а ц і ю адміністративно-технічного персоналу з трудового законодавства, правил та норм техніки безпеки і виробничої санітарії, а також з правил устрою і безпечної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки проводять у відповідності з

“Положенням про порядок проведення інструктажу з техніки безпеки і виробничої санітарії та навчання робітників безпечним прийомом і методам роботи на підприємствах та в організаціях галузі”, яке містить наступні етапи:

– розслідування нещасних випадків, що сталися на виробництві, і контроль за здійсненням заходів із запобігання подібним нещасним випадкам;

– планове впровадження у виробництво досконалих засобів техніки безпеки, науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських розробок, раціоналізаторських і винахідницьких пропозицій та передового досвіду роботи з охорони праці інших підприємств;

– розробку, коректування, затвердження і подовження строку дії інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії;

– затвердження узгоджених зі службою охорони праці та інспекцією Державного пожежного нагляду планування розміщення обладнання, апаратури і організацію робочих місць у підрозділах;

– контроль за станом повітряного середовища, стічної води, рівня шуму, вібрації, іонізуючих, електромагнітних та інших випромінювань, освітлення, температурного режиму на робочих місцях, у виробничих і допоміжних приміщеннях;

– контроль за відповідністю стандартам, технічним умовам, правилам та нормам техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки виробів, обладнання, пристосувань і технологічних процесів, що розроблюються на підприємстві, та всебічного дослідження рекомендованих для застосування нових матеріалів і речовин з метою запобігання їх шкідливої дії на працюючих з розробкою інструктивних вказівок з безпечних методів роботи з ними.

Заступник директора із загальних (комерційних) питань забезпечує:

– своєчасне складання заявок на забезпечення підрозділів відповідними матеріалами, стандартизованим обладнанням і приладами для виконання заходів з охорони праці, спецодягом,

спецвзуттям, м'якими та іншими засобами індивідуального захисту;

– належний санітарний стан території підприємства і санітарно-побутових приміщень;

– організацію громадського харчування, включаючи молоко (пектин) або інший рівноцінний харчовий продукт, питного водопостачання, медичного обслуговування та відпочинку працівників, збереження, знешкодження, прання та ремонту спецодягу, дезинфекції приміщень;

– прийняття, збереження на складах, транспортування і видачу в підрозділі матеріальних цінностей, в тому числі небезпечних і шкідливих речовин у відповідності з “Типовою інструкцією з техніки безпеки і виробничої санітарії при складуванні матеріальних цінностей” і нормами, що затверджені керівництвом підприємства;

– безпеку праці при експлуатації транспортних і вантажопідйомних засобів, що знаходяться у його віданні, та безпеку руху пішоходів на території підприємства.

Заступник директора з капітального будівництва (начальник ВКБ) забезпечує:

– технічний нагляд за відповідністю затвердженим проектам об'єктів, що будуються і реконструюються, і за станом існуючих будівель та споруд;

– виконання планів будівництва нових і реконструкції діючих об'єктів санітарно-побутового та оздоровчого призначення;

– експлуатацію обладнання, вантажопідйомних механізмів і транспортних засобів на будівельних майданчиках у відповідності з діючими правилами, в тому числі контроль за безпекою ведення будівельних і ремонтно-будівельних робіт підлеглими підрозділами;

– своєчасне проведення поточних, профілактичних і капітальних ремонтів будівель та споруд підприємства;

– розробку і здійснення заходів з підготовки підприємства до роботи в літній та осінньо-зимовий періоди.

Заступник директора з виробництва, заступник (помічник) директора з соціально-побутових питань, заступник

директора з кадрів та режиму і заступник директора з економічних питань забезпечують організацію роботи з охорони праці у безпосередньо підлеглих підрозділах у відповідності з діючими положеннями, а також контроль за їх дотриманням керівниками підлеглих підрозділів.

Головний конструктор, начальники тематичних відділів, лабораторій та інших конструкторських і науково-дослідницьких підрозділів забезпечують:

- відповідність виробів, машин і механізмів, що розроблюються, стандартам, технічним завданням, технічним умовам, правилам і нормам техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки;

- всебічне дослідження шкідливої дії речовин та матеріалів, що призначені для застосування у виробах і у виробництві, та забезпечення безпеки праці при використанні цих речовин і матеріалів;

- відображення конкретних заходів безпеки в інструкціях з налагодження та випробування, в експлуатаційній і ремонтній документації на нові вироби, машини та механізми.

Головний технолог, начальники технічних відділів, бюро і технологи підрозділів забезпечують:

- своєчасну розробку і впровадження у виробництво технологічних процесів, засобів механізації і автоматизації, що забезпечують звільнення працівників від важких, монотонних і шкідливих робіт;

- відображення вимог безпеки в розроблених державних і галузевих стандартах, стандартах підприємства, в технічній документації на спеціальне технологічне обладнання, оснащення та інструмент у відповідності з ГОСТ 1.26 – 77 і в технологічній документації у відповідності з ГОСТ 12.3.003 – 74;

- розробку планувань виробничих і допоміжних приміщень, розміщення обладнання та організації робочих місць у відповідності з нормами та правилами техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки, узгодження планувань зі службами охорони праці і пожежного нагляду;

– розробку і корегування санітарного паспорту підприємства, підрозділу;

– визначення категорій виробничих приміщень за пожежо- та вибухонебезпеку;

– проведення робіт з виключення із технологічних процесів сильнодіючих отруйних, вибухонебезпечних, агресивних, горючих речовин;

– організацію зберігання і випробовування абразивного та іншого інструменту у відповідності зі стандартами, правилами та інструкціями.

Головний механік забезпечує:

– справний стан обладнання, вантажопідйомних механізмів та іншої техніки, що знаходиться в його розпорядженні, а також своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонту, які забезпечують безпеку їх експлуатації;

– проектування, виготовлення і технічний огляд після виготовлення і ремонту зйомних вантажопідйомних пристосувань;

– розробку та здійснення заходів для покращення умов праці у напрямках своєї діяльності;

– своєчасну атестацію і перевірку знань персоналу, який обслуговує вантажопідйомні механізми та інші об'єкти з підвищеною небезпекою, з видачею відповідних посвідчень атестованому персоналу;

– розробку, узгодження і затвердження інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії персоналу, який зайнятий експлуатацією об'єктів, що знаходяться в його розпорядженні;

– виготовлення нових (додаткових) огорожень та інших засобів захисту на обладнання, що експлуатується, для забезпечення безпеки працівників;

– проектування і виготовлення нестандартного обладнання із врахуванням вимог безпеки згідно ГОСТ 12.2.003 – 74.

Головний енергетик забезпечує:

– експлуатацію електроустановок, в тому числі радіоелектронного обладнання, у відповідності з діючими правилами і контроль за їх додержанням у підрозділах;

– розробку і впровадження досконалих блокувальних, вимикаючих, огорожувальних та інших захисних пристроїв та засобів, які забезпечують безпеку монтажу, ремонту і обслуговування електроустановок;

– справний стан, своєчасний огляд і експлуатацію у відповідності з правилами устрою і експлуатації парових і водогрійних котлів, посудин, що працюють під тиском, газового господарства, ацетиленових, кисневих установок та іншого обладнання;

– підтримання нормальної температури у приміщеннях, в тому числі розробку і здійснення заходів з підготовки підприємства до роботи в літній і осінньо-зимовий періоди та покращення умов праці за напрямками своєї діяльності;

– монтаж і введення в експлуатацію вентиляційних установок і систем у встановленому порядку;

– раціональне освітлення території підприємства, виробничих і допоміжних приміщень та робочих місць з проведенням інструментальної перевірки з метою підтримання освітленості у відповідності зі СНіП II-4-79;

– узгодження зі службами охорони праці і пожежного нагляду плануваль для розміщення обладнання, що знаходиться в його веденні;

– своєчасну атестацію та перевірку знань персоналу, що виконує роботи на електроустановках та інших об'єктах з підвищеною небезпекою, і який залучається до виконання робіт з особливою небезпекою, з видачею відповідних посвідчень особам, що атестовані;

– розробку, узгодження і затвердження у встановленому порядку інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії для осіб, що виконують роботу з монтажу, ремонту і експлуатації електроустановок та інших об'єктів з підвищеною небезпекою;

– узгодження розроблених у підрозділах інструкцій з техніки безпеки і виробничої санітарії для осіб, які зайняті регулюванням, налагодженням, ремонтом і експлуатацією радіоапаратури, пристроїв, електрифікованого інструменту та технологічного електрообладнання.

Начальник відділу організації праці і заробітної плати забезпечує контроль за додержанням основ законодавства про працю стосовно робочого часу, часу відпочинку, відпусток і застосування праці робітників і службовців у відповідності з кваліфікацією, посадою і наданням пільг у залежності від умов праці.

Начальник цеху (керівник структурного підрозділу підприємства) забезпечує:

- утримання та експлуатацію виробничих і допоміжних приміщень, обладнання вентиляційних пристроїв, вантажопідйомних і транспортних засобів, інструменту, пристосувань, зйомних вантажозахватних пристосувань, огорожувальних та блокувальних пристроїв, робочих місць, проходів і проїздів у відповідності з діючими правилами та інструкціями і здійснення інших заходів, які забезпечують безпеку праці на підпорядкованих дільницях;

- систематичну (не рідше одного разу за тиждень) перевірку стану охорони праці на виробничих та інших дільницях у відповідності з “Положенням про організацію контролю і виконання посадових зобов’язань підлеглим адміністративно-технічним персоналом”;

- своєчасне складання та виконання планів заходів з поліпшення умов праці і представлення пропозицій службі охорони праці для включення до угоди з охорони праці між профспілковим комітетом і адміністрацією підприємства на здійснення нomenклатурних заходів з охорони праці;

- своєчасне та якісне проведення майстрами, прорабами та іншими керівниками дільниць і служб первинного інструктажу робітників при прийнятті на роботу і при переведенні на іншу, а також періодичних і позапланових інструктажів;

- своєчасна видача справного спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту, мила, а також молока (пектину) чи інших рівноцінних продуктів;

- питне водопостачання у відповідності з діючими санітарними правилами;

– безпечно зберігання, транспортування і застосування небезпечних і шкідливих речовин;

– організацію навчання підлеглого персоналу за програмами, затвердженими керівництвом підприємства, а також своєчасної атестації і перевірки знань персоналу, зайнятого регулюванням, наладкою і обслуговуванням електричних установок, виконанням інших робіт підвищеної небезпеки;

– своєчасну розробку і узгодження зі службою охорони праці підприємства інструкцій з техніки безпеки і виробничої санітарії за професіями, видами робіт, видачу затверджених інструкцій робітникам, а також забезпечення дільниць засобами наочної агітації з охорони праці;

– розслідування нещасних випадків на виробництві та профзахворювань у відповідності з положенням про розслідування і виконання заходів з усунення причин травматизму та захворюваності;

– складання списків робітників цеху для періодичного огляду у відповідності з положенням про медогляд;

– організацію та проведення виробничої гімнастики, передбаченої у цеху, структурному підрозділі.

Майстер, старший майстер, цеховий механік, енергетик, прораб, начальник сектора та інші керівники ділянок робіт забезпечують:

– організацію робіт і робочих місць у відповідності з вимогами стандартів ССБТ, правил техніки безпеки і виробничої санітарії, які регламентують безпеку праці при виконанні конкретних робіт, і нагляд за додержанням робітниками інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії;

– щоденну перевірку стану охорони праці на підлеглий дільниці у відповідності з “Положенням про організацію контролю”;

– своєчасне проведення інструктажу робітників при прийнятті на роботу і переведенні з однієї роботи на іншу, а також періодичного і позапланових інструктажів у встановленому порядку;

– відповідність нормам і правилам техніки безпеки і виробничої санітарії проходів, проїздів; справність обладнання, пристосувань та інструменту; наявність та справність огорожувальних, екрануючих, блокуючих та сигналізуючих пристроїв на обладнанні та установках;

– наявність на дільниці інструкцій, попереджувальних знаків і плакатів з техніки безпеки і виробничої санітарії та їх належний стан;

– негайне повідомлення керівництва підрозділу про випадки виробничого травматизму, які скоїлися на підпорядкованій дільниці, і проведення інших заходів, передбачених положенням про розслідування;

– обов'язкове і належне використання робітниками спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту;

– організацію та проведення виробничої гімнастики, передбаченої на дільниці.

Заступник головного інженера, начальник відділу (бюро), старший інженер з охорони праці забезпечують:

– опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці (СУОП) та оперативного-методичного керівництва роботою з охорони праці;

– аналіз причин виробничого травматизму і професійних захворювань та організацію розробки підрозділами заходів з охорони праці для їх запобігання;

– підготування проекту угоди профспілкового комітету з адміністрацією підприємства на здійснення заходів з охорони праці на основі пропозицій підрозділів і контроль за здійсненям цих заходів;

– організацію паспортизації цехів і атестації робочих місць;

– проведення вступного інструктажу з охорони праці зі всіма, хто влаштовується на роботу (див. 1.4), у відповідності із затвердженою головним інженером підприємства програмою, контроль за проведенням у підрозділах первинного інструктажу на робочому місці, періодичних та позапланових інструктажів;

– пропаганду з охорони праці на основі планомірної роботи методичного кабінету, проведення у підрозділах лекцій, бесід,

обладнання вітрин, кутків, демонстрацію кіно- і діафільмів;

– участь інженера з охорони праці у розслідуванні аварій, нещасних випадків та захворювань, що сталися на виробництві, у відповідності з положенням про їх розслідування і контроль за виконанням заходів з усунення причин їх виникнення;

– контроль за своєчасним проведенням атестації і перевірки знань персоналу, який обслуговує об'єкти з підвищеною небезпекою, у відповідності з графіками, що затверджені головним інженером підприємства;

– участь в організації розробки огороджувальних конструкцій та інших засобів захисту працівників з використанням досягнень науково-дослідних організацій та досвіду передових підприємств, а також контроль за їх впровадженням у виробництво;

– контроль за виконанням керівниками підрозділів діючих правил і норм з техніки безпеки та виробничої санітарії, наказів по підприємству, постанов і розпоряджень органів державного нагляду;

– контроль за додержанням затверджених головним інженером підприємства графіків визначення (заміру) стану повітряного середовища, рівня шуму і вібрацій, іонізуючих і електромагнітних випромінювань, освітленості, а також за своєчасністю огляду та випробовування посудин, що працюють під тиском, манометрів, вантажопідйомних механізмів та інших об'єктів, на які розповсюджується дія відповідних спеціальних правил;

– контроль за додержанням законодавства з охорони праці жінок і підлітків, своєчасним забезпеченням їх молоком (пектином) чи іншими рівноцінними продуктами, милом, спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;

– контроль за своєчасною розробкою у структурних підрозділах інструкцій з техніки безпеки і виробничої санітарії за професіями та видами робіт і забезпечення ними керівників дільниць;

– контроль за станом умов праці у підрозділах з участю в перевірках представника служби охорони праці, а також підготування матеріалів про стан охорони праці на підприємстві і

пропозицій керівництву про усунення викритих порушень правил і норм та недоліків в організації роботи з охорони праці;

- розгляд і узгодження планувань розміщення обладнання;
- участь представника служби охорони праці в роботі комісії з прийому встановленого нового, капітально відремонтованого і модернізованого обладнання, а також реконструйованих ділянок виробництва і санітарно-побутових приміщень, що вводяться в експлуатацію.

Робітники служби охорони праці підприємства *мають право*:

- перевіряти стан техніки безпеки, промислової санітарії і додержання положень законодавства з охорони праці у всіх підрозділах підприємства у будь-який час;
- припиняти (забороняти) виконання робіт на ділянках, агрегатах, установках, обладнанні у випадках безпосередньої загрози життю і здоров'ю працюючих і повідомляти про це головного інженера чи директора підприємства;
- вимагати від керівників підрозділів подання матеріалів і пояснень з питань недодержання стандартів, правил, положень, інструкцій і норм з охорони праці;
- давати керівникам підрозділів вказівки (розпорядження) для усунення виявлених недоліків у роботі з охорони праці, а також про виконання поточних та планових заходів, що спрямовані на забезпечення безпеки праці (вказівка працівника служби охорони праці є обов'язковою і може бути скасована лише директором чи головним інженером підприємства);
- залучати за погодженням з відповідним керівником спеціалістів підприємства до вирішення питань, що входять до їх компетенції;
- давати пропозиції керівництву підприємства щодо заохочення колективів підрозділів і окремих осіб за добру організацію роботи з охорони праці;
- вимагати від керівників підрозділів притягнення до дисциплінарної відповідальності осіб, що допускають порушення інструкцій, правил, норм і стандартів з безпеки праці.

Робітники служби охорони праці підприємства *несуть відповідальність* за:

- несвоєчасне і неякісне виконання робіт, покладених на них наказами керівництва, положеннями і посадовими інструкціями;
- неправильне використання наданих їм прав;
- несвоєчасне пред'явлення документів і невідповідність їх чинним законам, правилам і нормам з охорони праці, наказам і розпорядженням організацій, що стоять над ними;
- недодержання безпосередньо підлеглими працівниками правил та інструкцій, які регламентують безпеку праці;
- несвоєчасне вжиття заходів щодо усунення недоліків у роботі з охорони праці.

1.3. Організація та система управління безпекою праці на підприємстві

Згідно з Законом про охорону праці власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на кожному робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;
- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

– організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

– розроблює і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства, та встановлює правила виконання робіт і поведінки працівників на підприємстві відповідно до державних нормативних актів, безкоштовно забезпечує працівників нормативними актами підприємства;

– здійснює постійний контроль за додержанням працівниками технологічних процесів, правил експлуатації машин, устаткування та інших засобів виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог охорони праці;

– організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками в галузі охорони праці.

Функція організації роботи містить в собі встановлення обов'язків, прав і відповідальності лінійних керівників, функціональних служб і всіх працюючих за виконання вимог з охорони праці. Ця функція включає проведення впорядкованих дій, які спрямовані на виконання всіх інших функцій і завдань в системі управління охороною праці. Кожний лінійний керівник (директор, головний інженер, начальник цеху, майстер) і функціональний керівник (головний механік, головний енергетик та ін.) мають знати і виконувати свої завдання і функції управління охороною праці в підпорядкованому йому підрозділі підприємства.

Вирішення завдань управління охороною праці забезпечується взаємодією усіх підрозділів і служб підприємства.

Одним із основних завдань керівників і спеціалістів є створення здорових і безпечних умов праці. У своїй діяльності вони керуються законодавством про охорону праці, стандартами України, нормами і правилами, наказами урядових і відомчих органів. Обов'язки з охорони праці мають бути включені окре-

ним розділом у посадову інструкцію або інший документ, який визначає конкретні обов'язки цих працівників. У посадових обов'язках (інструкціях) керівників і спеціалістів слід конкретно вказати, які функції і завдання вони виконують.

Керівник підприємства (власник) забезпечує загальне керівництво роботами щодо поліпшення умов і безпеки праці, головний інженер проводить роботу в цій галузі безпосередньо, головний механік відповідає за безпеку виробничого обладнання, головний технолог – за безпеку технологічних процесів, головний енергетик – за безпечну експлуатацію електро- й енергообладнання. Головний економіст забезпечує розробку економічних питань охорони праці, головний бухгалтер фінансує плани з охорони праці, нараховує платежі у фонди охорони праці, компенсації та відшкодування втрат здоров'я потерпілим на виробництві, матеріальне заохочення працівникам щодо виконання ними заходів з охорони праці та ін. Відділ матеріально-технічного постачання організовує матеріально-технічне забезпечення планів робіт з охорони праці і постачає підрозділи засобами індивідуального і колективного захисту. Служба стандартизації організовує впровадження державних стандартів, інших ДНАОП, розробку стандартів підприємства та контролює їх дотримання.

Відділ кадрів організовує профвідбір, профорієнтацію і навчання працівників. Юридичний відділ забезпечує правову основу управління охороною праці, поліпшення умов праці.

Начальники цехів, дільниць, майстри, бригадири відповідають за виконання всіх вимог охорони праці в своїх підрозділах.

Служба охорони праці опрацьовує цілісну систему управління охороною праці, проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці, координує діяльність усіх підрозділів і служб у цій галузі та виконує інші функції (див. 1.2) згідно з "Типовим положенням про службу охорони праці".

Управління – це цілеспрямована дія керівництва підприємства (підрозділу) на виробничий колектив з метою вирішення поставлених перед ним завдань. Система управління охороною

праці є складовою частиною загальної системи управління підприємством, однією з його цільових підсистем. Вона забезпечує комплексне вирішення питань охорони праці на всіх стадіях процесу виробництва.

Процес управління охороною праці – це підготовка, прийняття і реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів з охорони праці.

Система управління охороною праці (СУОП) – це сукупність органів управління, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці.

Створення СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації.

Головною метою управління охороною праці є створення найкращих умов праці, запобігання травматизму і профзахворюванням, поліпшення виробничого побуту.

Об'єктом управління є стан охорони праці на робочих місцях, який залежить від відповідної діяльності керівників структурних підрозділів, функціональних служб і всього колективу підприємства.

Робота з охорони праці невід'ємна від виробничої і соціально-економічної діяльності і тому має здійснюватись на всіх її етапах. Отже, об'єкт управління "Охорона праці" може розглядатися як ряд локальних об'єктів (завдань, заходів) всієї діяльності підприємства.

Виробнича діяльність на підприємстві починається з навчання робітників і службовців, технічної підготовки виробництва, матеріально-технічного постачання, встановлення виробничого обладнання, організації технологічних процесів та ін. Виходячи з цього, визначаються відповідні завдання управління охороною праці (локальні об'єкти управління), визначається мета управління, орган управління (підрозділ або функціональна

служба), встановлюються критерії ефективності управління.

Встановлення цілей, завдань і критеріїв ефективності управління по кожному локальному об'єкту управління дає можливість контролювати реальний ступінь їх виконання. Подальша структуризація цілей СУОП може бути спрямована на визначення їх за довгостроковим, середньостроковим і оперативним горизонтом управління.

Довгострокові цілі СУОП визначаються перспективним планом поліпшення умов, охорони праці і санітарно-оздоровчих заходів, який складається на підприємствах за довільною формою. Середньострокові (поточні) цілі СУОП встановлюються щорічним планом комплексних заходів, що включаються в колективний договір і угоду з охорони праці. Оперативні цілі визначаються щомісячними і кварталними планами робіт.

Управління охороною праці має здійснюватися на всіх стадіях виробничого циклу підприємства: при науково-дослідних, проектних, будівельних, монтажних, налагоджувальних роботах, під час експлуатації, а також при ремонтних і демонтажних роботах. Тому управління охороною праці розглядається як єдиний процес, який охоплює всі стадії – від технічного завдання на проектування підприємства до його реконструкції або ліквідації; від розробки технічного завдання на продукцію підприємства до її експлуатації у споживача.

Як на рівні підприємства, так і в кожному підрозділі, має функціонувати контур управління охороною праці, який складається з суб'єкта управління, об'єкта управління, блоку збору інформації і блоку керівних дій. На підставі порівняння одержаної інформації про стан об'єкта управління з програмою органу управління приймає рішення про необхідність застосування відповідних керівних дій, тобто використання належних методів управління з метою вирішення встановлених перед колективом завдань з охорони праці.

Управління здійснюється шляхом виконання відповідних об'єктивно необхідних стадій, або функцій управління, до яких належать:

- 1) прогнозування і планування робіт з охорони праці;
- *2) організація роботи;

- 3) оперативне керівництво і координація;
- 4) контроль, облік, аналіз роботи;
- 5) стимулювання.

Кожна функція управління має відносно самостійний характер і здійснює певну, властиву їй, дію на об'єкт.

Процес управління здійснюється шляхом послідовного виконання зазначених загальних функцій управління. Невиконання навіть однієї функції порушує процес управління, тобто досягнення поставленої мети.

Функція прогнозування і планування визначає темпи виконання робіт з реалізації поставлених завдань і досягнення мети роботи. Ця функція є провідною і визначальною серед інших. Вона забезпечує формування мети і потрібних результатів і встановлює шляхи її досягнення.

Функція організації забезпечує створення відповідної організаційної структури управління охороною праці, формування цієї структури, визначення обов'язків адміністрації. Функція оперативного керівництва і координації забезпечує повсякденну практичну реалізацію планів робіт і усунення виявлених порушень і відхилень. Функція стимулювання сприяє активізації роботи працюючих. Функція контролю, обліку і аналізу дозволяє виявляти відхилення від встановлених вимог, завдань і планів робіт, а також визначати ефективність здійснення інших функцій управління.

Управління охороною праці здійснюють: на підприємстві в цілому – керівник (головний інженер); в цехах, на дільницях і в службах – керівники відповідних підрозділів і служб.

Організаційно-методичну роботу, підготовку рішень і контроль за їх реалізацією виконує служба охорони праці.

Впровадження СУОП проводиться шляхом розроблення відповідних положень або стандартів підприємства (СТП) за функціями управління.

1.4. Організація навчання з охорони праці

Згідно з "Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці" навчання та інструктаж працівників з питань охорони праці є складовою

частиною системи управління охороною праці і проводяться з учнями, вихованцями та студентами навчально-виховних закладів і з працівниками в процесі їх трудової діяльності. Запобігання нещасним випадкам і аваріям неможливо забезпечити без навчання усіх працюючих безпеці праці.

Всі працівники при прийомі на роботу і в процесі роботи проходять навчання (інструктаж) з питань:

- охорони праці;
- надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків;
- правил поведінки при виникненні аварій.

Працівники, зайняті на роботах, що відповідають "Переліку робіт з підвищеною небезпекою", або там, де є потреба у професійному відборі, проходять попереднє навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і через кожні три роки проходять навчання і перевірку знань в органах галузевого або регіонального управління за участю представників органу держнагляду та профспілок.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань, забороняється. У випадку незадовільних знань працівники повинні протягом одного місяця пройти повторну перевірку знань з питань охорони праці.

Вивчення основ охорони праці проводиться в усіх навчально-виховних закладах системи освіти. Студенти технічних, економічних, педагогічних вищих навчальних закладів вивчають дисципліни "Безпека життєдіяльності", "Охорона праці" та "Охорона праці в галузі", а також відповідні розділи в спеціальних дисциплінах. Формою контролю знань студентів з охорони праці є іспит.

Дипломні проекти і курсові роботи студентів технічних, будівельних, сільськогосподарських вищих навчальних закладів (факультетів) повинні охоплювати питання охорони праці.

Інструктаж з охорони праці за характером проведення поділяється на вступний і на робочому місці. Останній за часом проведення поділяється на первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводять з усіма, кого беруть на роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи за даною професією або посадою. Цей інструктаж проводить інженер з охорони праці у відповідно обладнаному кабінеті із застосуванням технічних засобів навчання і наочних посібників за спеціальною програмою. Основною його метою є ознайомлення з характером і особливостями виробництва, джерелами небезпечних і шкідливих факторів, правилами внутрішнього трудового розпорядку, вимогами гігієни, протипожежними вимогами, поведінкою під час аварій, наданням долікарської допомоги потерпілим та ін. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться до початку роботи з усіма новоприйнятими на підприємство або переведеними з одного цеху до іншого чи з тими, які будуть виконувати нову для них роботу, а також з учнями, студентами перед виконанням нових видів робіт в навчальних лабораторіях, майстернях тощо. Первинний інструктаж проводиться, як правило, індивідуально за спеціальною програмою і з практичним показом безпечних прийомів і методів праці. Всі робітники після первинного інструктажу повинні протягом перших 2–15 змін (в залежності від характеру роботи та кваліфікації робітника) пройти стажування під керівництвом досвідчених працівників.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці за програмою первинного інструктажу з усіма працівниками незалежно від їх кваліфікації та стажу роботи за професією: на роботах з підвищеною небезпекою – один раз у квартал, на інших роботах – один раз на півріччя.

Позаплановий інструктаж проводиться на робочому місці або в кабінеті охорони праці при зміні технологічного процесу, заміні устаткування тощо, зміні нормативних актів з охорони праці, при порушенні інструкцій з безпеки праці, перерві в роботі протягом 1–2 місяців. Обсяг і зміст інструктажу визначаю-

ться залежно від причин і обставин, які викликали необхідність у його проведенні.

Цільовий інструктаж проводять при виконанні разових робіт, що не пов'язані з прямими обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства), при ліквідації наслідків аварій, виконанні робіт за нарядам-допуском чи дозволом. Цільовий інструктаж фіксується нарядам-допуском або іншою документацією.

Всі інструктажі на робочому місці проводить безпосередній керівник робіт (начальник дільниці, майстер, викладач тощо). Всі види інструктажів завершуються перевіркою знань і набутих навичок з безпеки праці. Про проведення інструктажів, стажування та допуск до роботи робиться запис у журналі інструктажу на робочому місці і в особистій картці з обов'язковими підписами інструктованого і інструктуючого.

Основою інструктажів на робочому місці є **інструкції з безпеки** для окремих професій, видів робіт, дільниць, служб. Інструкції з охорони праці встановлюють правила виконання робіт і поведінку на підприємстві та на робочому місці, дотримання яких забезпечує зберігання здоров'я і працездатності робітників. Вони мають розроблятися на підставі державної нормативно-технічної документації та типових інструкцій для відповідних професій. Інструкції на підприємстві розробляються керівниками структурних підрозділів (цехів, лабораторій, відділів) за участю головних спеціалістів і погоджуються із службою охорони праці. В інструкції мають бути наведені правила безпеки перед початком та під час роботи, після закінчення роботи, дії в аварійних ситуаціях, а також вказана відповідальність за їх порушення і обов'язки адміністрації.

Інструкції затверджуються головним інженером і вводяться в дію наказом. Нормативною основою для розробки інструкцій є ДНАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розробку інструкцій з охорони праці".

При прийомі робітників на роботу за деякими спеціальностями має проводитись професійний відбір, який включає оцінку відповідності суб'єктивних даних людини (властивостей, характеристик) професійній діяльності.

1.5. Загальні ергономічні вимоги до робочих місць і виробничого устаткування

Робоче місце для виконання робіт сидячи організують при легкій роботі, що не потребує вільного пересування працюючого, і при роботі середньої важкості у випадках, обумовлених особливостями технологічного процесу. Улаштування робочого місця, взаємне розташування всіх його елементів (сидіння, органів керування, засобів відображення інформації тощо) повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психологічним вимогам, а також характеру роботи.

Конструкція робочого місця повинна забезпечувати виконання робочих операцій у межах зони досяжності моторного поля. Зони досяжності моторного поля у вертикальній і горизонтальній площинах для середніх розмірів тіла людини і зони для виконання ручних операцій і розміщення органів керування показані на рис. 1.

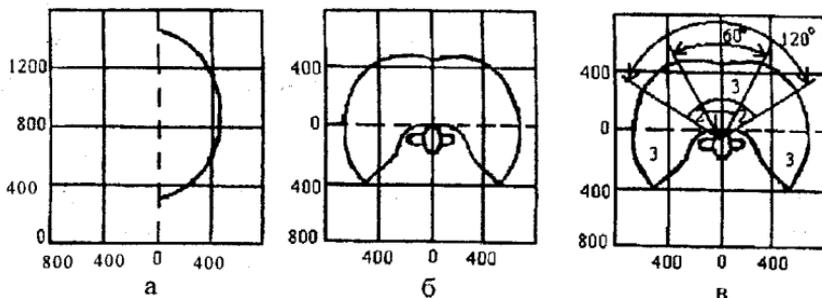


Рис. 1. Зона досяжності моторного поля:

а – у вертикальній площині; б – у горизонтальній площині при висоті робочої поверхні над підлогою 725 мм; в – для виконання ручних операцій і розташування органів керування; 1 – для розташування найбільш важливих і найчастіше використовуваних органів керування (оптимальна зона моторного поля); 2 – для розташування часто використовуваних органів керування (зона досяжності моторного поля); 3 – для розташування рідко використовуваних органів керування (зона досяжності моторного поля)

При проектуванні устаткування й організації робочого місця варто враховувати антропометричні показники жінок (якщо працюють тільки жінки), чоловіків (якщо працюють тільки чоловіки), загальні середні показники жінок і чоловіків (якщо працюють жінки і чоловіки). Конструкція виробничого устатку-

вання і робочого місця повинна забезпечувати оптимальне положення працюючого, що досягається регулюванням робочої поверхні, робочого сидіння і простору для ніг. Залежність цих параметрів від зросту людини показана на рис. 2.

При нерегульованій висоті робочої поверхні висоту робочої поверхні визначають за рис. 2 для працюючих зростом 1800 мм. Оптимальна робоча поза для працівників нижчого зросту досягається за рахунок збільшення висоти робочого сидіння і підставки для ніг на розмір, рівний різниці між висотою робочої поверхні для працюючих зростом 1800 мм і висотою робочої поверхні, оптимальною для зросту даного працівника.

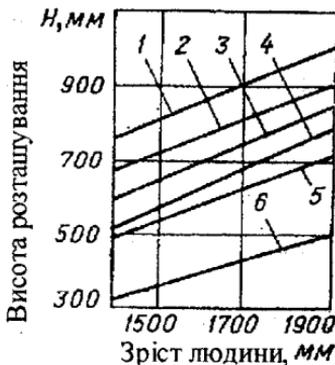


Рис. 2. Номограми залежності регульованих параметрів робочого місця

Форму робочої поверхні різного устаткування слід встановлювати з урахуванням характеру виконуваної роботи. Вона може бути прямокутною, мати виріз для корпусу працюючого або поглиблення для настільних машин тощо. При необхідності на робочу поверхню варто встановлювати підлокітники.

Підставка для ніг повинна бути регульованою за висотою, шириною не менше як 300 мм, довжиною – не менше як 400 мм. На передньому краї слід передбачити бортик висотою 10 мм, а поверхня її повинна бути рифленою.

Органи керування при роботі двома руками розміщуються з таким розрахунком, щоб не було перехрещування рук. На робочій поверхні в горизонтальній площині органи керування слід розміщувати таким чином: дуже часто використовувані і найбільш важливі – в зоні 1 (рис. 1, в); часто використовувані і менш важливі – в зоні 2; рідко використовувані – в зоні 3.

Висота робочої поверхні у залежності від виду роботи

Робота	Висота робочої поверхні, мм		
	Для чоловіків	Для жінок	Для жінок і чоловіків
Дуже точні зорові роботи (складання годинників, гравіювання, картографія, складання дуже дрібних деталей тощо)	930	1020	975
Точні роботи (монтаж дрібних деталей, верстатні роботи, що потребують високої точності тощо)	835	905	870
Легкі роботи (монтаж більш крупних деталей, конторська робота, верстатні роботи, що не потребують високої точності тощо)	700	750	725
Друкування на машинці, друкарському устаткуванні, перфораторах, легка складальна робота крупних деталей тощо	630	680	655

При розміщенні органів керування у вертикальній площині необхідно враховувати вид роботи (табл. 1). Органи керування допускається розміщувати вище 1100 мм, якщо з технічних причин розташувати їх до зазначеного рівня неможливо, але вони використовуються рідко. Аварійні органи керування слід розташовувати в зоні досяжності моторного поля, при цьому необхідно передбачити спеціальні засоби розпізнавання і запобігання їх мимовільного вмикання. Для звільнення рук операції, що не потребують точності і швидкості виконання, можна передати ножним органам керування.

Засоби відображення, що використовуються часто і потребують точного і швидкого зчитування показань, слід розташовувати у вертикальній площині під кутом ± 15 градусів від нормальної лінії зору й у горизонтальній площині під кутом ± 15

градусів від сагітальної площини (рис. 3). Засоби відображення інформації, що потребують менш точного і швидкого зчитування показань, допускається розташовувати у вертикальній площині у межах під кутом ± 30 градусів від сагітальної площини. Рідко використовувані засоби відображення інформації допускається розташовувати під кутом 60 градусів від нормальної лінії зору та у горизонтальній площині під кутом ± 60 градусів від сагітальної площини.

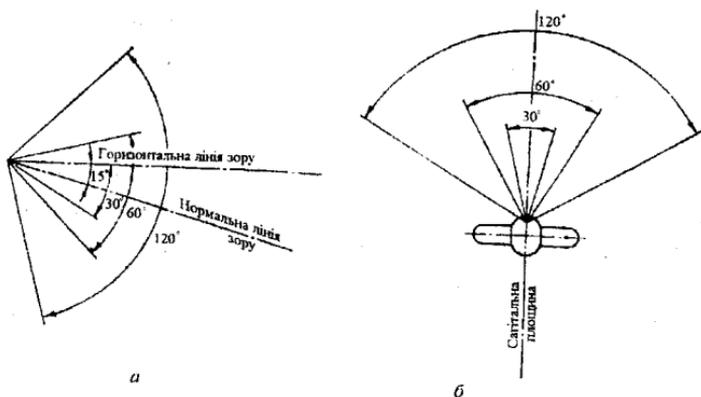


Рис. 3. Зона зорового спостереження:

- а – у вертикальній площині;
- б – у горизонтальній площині

Для створення комфортних і високопродуктивних умов праці на робочому місці велике значення має розташування допоміжного устаткування, організаційно-технічного оснащення. Тому вони повинні відповідати ергономічним вимогам. Організація і поліпшення умов праці на робочому місці є одним з найважливіших резервів продуктивності праці й економічної ефективності виробництва.

При виборі положення працюючого необхідно враховувати: фізичне навантаження;

розміри робочої зони і необхідність пересування в ній працюючого у процесі виконання робіт;

особливості технологічного процесу (необхідна точність дій, характер чергування у часі пасивного спостереження і фізичних дій, необхідність ведення записів тощо);

заходи, спрямовані на зниження втомлюваності.

Вимоги до виробничого устаткування необхідно розглядати в комплексі з засобами технологічного й організаційного оснащення в конструкції виробничого устаткування. Спеціальні технічні і санітарно-технічні засоби (огородження, екрани, вентилятори тощо), що забезпечують усунення або зниження рівнів небезпечних і шкідливих виробничих чинників до допустимих значень, і які входять в конструкцію виробничого устаткування, не повинні утруднювати виконання роботи або забезпечувати її виконання із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Конструкція виробничого устаткування повинна забезпечувати такі фізичні навантаження на працюючого, за яких енергетичні витрати організму протягом робочої зміни не перевищували б 1046,7 кДж/год (250 ккал/год). Устаткування повинно виключати монотонність праці, обмежуючи повторення простих робочих дій і тривалість безперервного пасивного спостереження за ходом виробничого процесу або його частини.

Виробниче устаткування з груповими робочими місцями і заданим темпом передачі предмета праці з одного робочого місця на інше повинно забезпечувати можливість зміни темпу виконання робочих дій у межах $\pm 20\%$ від заданого темпу відповідно до динаміки працездатності людини протягом зміни й особливостей робочих дій.

Конструкція органів керування устаткування повинна враховувати необхідну точність і швидкість рухів; частоту використання органа управління; допустимі динамічні і статичні навантаження на руховий апарат людини; антропометричні характеристики рухового апарату людини; необхідність швидкого розпізнавання органів керування, формування і закріплення навичок з управління.

При конструюванні органів керування і їх розміщенні в моторному полі робочого місця необхідно враховувати такі фізіологічні особливості рухового апарату людини:

швидкість руху рук більша при русі в напрямку «до себе», менша – при русі «від себе»;

швидкість руху правої руки більша при русі зліва направо, лівої руки – справа наліво;

лінійна швидкість обертальних рухів рук більша швидкості поступальних рухів;

швидкість плавних криволінійних рухів рук більша швидкості прямолінійних рухів рук з різкою зміною напрямку;

точність руху рук більша при роботі в положенні сидячи, менша – при роботі в положенні стоячи;

точність рухів, що виконується пальцями рук, більша точності руху кистю;

максимальне зусилля, що розвивається правою рукою, більше максимального зусилля, що розвивається лівою рукою;

зусилля тиску і тяги, що розвиваються руками при русі їх поперед корпусу, більше, ніж при русі рук в сторони;

максимальне зусилля при русі ноги досягається в положенні сидячи за наявності упору для спини.

Місця можливих контактів органів керування з руками і ногами працюючого слід виконувати з нетоксичних, а в необхідних випадках – з нетеплопровідних і електроізоляційних матеріалів. Форма і розміри приводних елементів органів керування повинні бути зручними для надійного захоплення руками і запобігання зісковзування рук.

Ножні органи керування застосовуються для здійснення дій, які не потребують великої точності, що вивільняє руки для більш важливих керуючих дій. Розміри, форма, значення переміщення педалі визначають з урахуванням особливостей виробничого устаткування конкретного виду (типу).

Контроль виконання ергономічних вимог здійснюється на стадіях проектування, виготовлення, експлуатації і ремонту виробничого устаткування.

1.6. Вимоги до органів керування виробничого устаткування

Органи керування повинні забезпечувати ефективне управління виробничим устаткуванням як у звичайних умовах експлуатації, так і в аварійних ситуаціях.

Органи керування і функціонально пов'язані з ними засоби відображення інформації необхідно розташовувати поблизу один від одного функціональними групами таким чином, щоб

орган керування або рука працівника при маніпуляції не заслоняли індикаторів. Органи керування слід групувати таким чином, щоб працівник діяв зліва направо і зверху донизу. Значення зусиль, які застосовуються до органів керування, не повинні перевищувати допустимі динамічні і (або) статичні навантаження на руховий апарат людини.

Управління устаткуванням слід здійснювати переважно кнопковими станціями з мінімальною кількістю кнопок. Органи керування повинні мати чіткі написи або символи за ГОСТ 12.4.040–78. Органи аварійного вимикання мають бути червоного кольору, легкодоступними для обслуговуючого персоналу, відрізнятися формою від інших елементів управління, мати покажчики їх знаходження та надписи про їх призначення.

Форма та розміри приводних елементів *кнопових та клавішних* вимикачів і перемикачів мають забезпечувати зручність їх застосування: робоча поверхня тих, що управляється пальцем, повинна бути плоскою або ж злегка увігнутою, а тих, що управляється долонею, – опуклою (грибоподібної форми).

Хід приводних елементів кнопових вимикачів і перемикачів повинен забезпечувати візуальне розрізнення положень “Увімкнено” і “Вимкнено”. У момент приведення в дію конструкція має пружно опиратися пальцю і кисті працюючого, а після завершення дії сигналізувати про це механічно – падінням пружного опору, акустично – “клацанням” або візуально – світловим сигналом. Значення ходу приводних елементів кнопових вимикачів та перемикачів встановлено в стандартах і технічних умовах на виробниче устаткування конкретного виду.

У разі використання двох різних кнопок для вмикання і вимикання пускову кнопку належить розташовувати праворуч від кнопки вимикання або над нею (відповідно за горизонтальним і вертикальним розташуванням кнопок).

Форма і розміри рукояток *важелів керування* мають відповідати способу захоплення (пальцями, кистю), напрямку і значенню зусиль, необхідних для їх переміщення, а також вимогам до фіксації кінцевих позицій. Переріз рукояток важелів для точного регулювання, які переміщуються всією рукою, виконують у формі овалу, в інших випадках він може мати форму круга.

Положення важелів керування мають надійно розрізнятися візуально і (або) дотиком. Розрізнення важелів дотиком за необхідності забезпечують вибором відповідної форми, розміру і розташування рукоятки.

Напрямок переміщення рукоятки важеля має забезпечити при переміщенні вперед (від себе), праворуч чи уверх – увімкнення (збільшення параметра), при переміщенні назад (до себе), ліворуч чи вниз – вимкнення (зменшення параметра). Важелі, що застосовуються для ступеневих перемикачів, мають надійно фіксуватися в проміжних і кінцевих позиціях. За необхідністю кінцеві позиції слід обмежувати спеціальним стопором (упором).

Форма і розміри *поворотних органів керування* (маховиків, поворотних вимикачів та перемикачів тощо) мають відповідати способу захоплювання (пальцями, кистю) з урахуванням діапазону переміщення, швидкості та плавності переміщення. Рукоятки поворотних органів керування, які застосовуються для безперервного і багаторазового обертання, повинні мати конічну або циліндричну форму. Для надійного захоплювання таких органів на їх поверхню наносять рифлення або інший вид покриття, що забезпечує надійне утримання в процесі керування.

Поворотні органи керування повинні мати добре видимі показники напряму переміщення. Слід чітко позначити та при необхідності обмежити стопором кінцеві позиції. Ті з поворотних органів керування, які призначені для ступеневих перемикачів, повинні мати стрілку (мітку, точку тощо), надійну фіксацію і позначки проміжних положень, що надає можливість швидко та однозначно визначити положення органа керування.

Обертання поворотних органів керування за годинниковою стрілкою забезпечує увімкнення (збільшення параметра), обертання проти годинникової стрілки – вимкнення (зменшення параметра). Обертання маховичка керування клапанами за годинниковою стрілкою має призводити до закриття клапана, а проти годинникової стрілки – до його відкриття.

Форма приводного елемента вимикачів та перемикачів *типу "тумблер"* буває циліндричною, конусоподібною або ж у вигляді паралелепіпеда. Приводний елемент циліндричної форми

допускається виконувати у вигляді “кульки” чи “лопатки”. Приводний елемент конусоподібної форми основою конуса має бути повернений в бік працівника. У вимикачів і перемикачів типу “тумблер” при переведенні приводного елемента з однієї позиції в іншу повинен відчуватися перепад пружного опору і чути характерне клацання.

Форма і розмір опорної поверхні *педалі* повинні забезпечувати легке та зручне керування стопою або носком ноги. Опорна поверхня педалі повинна бути не слизькою. При виконанні робіт в положенні сидячи кут нахилу опорної поверхні педалі має забезпечити природне положення ноги і опору п'ятці.

Напрямок руху педалі повинен забезпечувати при натисканні (рух униз, від себе) – увімкнення (збільшення параметра); при зменшенні сили натискання (рух догори, до себе) – вимкнення (зменшення параметра).

1.7. Санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств і виробничих приміщень

1.7.1. Вимоги до генерального плану і території підприємства

При виборі площадки для промислового підприємства слід передбачити можливість гарного природного освітлення, провітрювання території, водопостачання, стоку поверхневих вод. При розміщенні підприємств із забруднюючими атмосфери викидами необхідно враховувати напрямок переважних вітрів.

Для захисту населення навколишньої місцевості від впливу виробничих шкідливостей, що можуть надходити з території підприємства, у відповідності з санітарними нормами встановлюються санітарно-захисні зони (розриви).

У залежності від характеру й інтенсивності виробничих шкідливостей санітарно-захисні зони поділяються на 5 класів із шириною захисної зони з першого до п'ятого відповідно: 1000, 500, 300, 100, 50 м. Приладобудівельні підприємства належать в основному до п'ятого класу, до якого відносяться підприємства без ливарних, але з термічними й іншими цехами, де проводиться обробка металів в гарячому або розжареному стані. Для під-

приємств, що не завдають шкоди навколишньому середовищу, захисна зона не встановлюється. У санітарно-захисній зоні допускається розміщення виробництв з меншим класом шкідливого впливу, а також підсобних приміщень (пожежні депо, пральні, їдальні тощо).

Встановлення захисних зон не знімає з підприємств вимог щодо уловлювання викидів і очищення повітря, зменшення шуму і зниження рівня інших негативних впливів.

Територія підприємства має бути нівельована, обладнана водогonom і каналізацією, проходами і проїздами з твердим покриттям. Територія повинна бути добре освітлена у нічний час, підтримуватись в належному порядку і чистоті. Рекомендується озеленення території, влаштування газонів, фонтанів.

Всі будівлі, споруди і склади розташовують по зонах території у відповідності з виробничими ознаками, характером безпеки і режимом роботи.

Будівлі головної контори, амбулаторії, їдальні, пожежного депо розташовуються поза огорожею заводської території і повинні мати входи з вулиці.

Зона загальнозаводських будівель розташовується біля головного входу заводу (адміністративні, навчальні, культурно-побутові і господарські). Далі розташовується зона оброблювальних цехів, у яку входять цехи холодної обробки матеріалів, оздоблення, складальні, складально-монтажні, склади готової продукції тощо, тобто цехи з менш шкідливими впливами і з більшою кількістю робітників. Зону допоміжних цехів, в яку входять інструментальні, ремонтно-механічні, електромонтажні тощо, розміщують звичайно у центрі оброблювальних і заготівельних цехів.

В дальній зоні – зоні енергетичних будов – розміщують центральні електростанції, котельні, склади палива.

1.7.2. Вимоги до виробничих будівель і приміщень

Виробничі будівлі і споруди основного, допоміжного та підсобного призначення повинні забезпечити найбільш раціональний перебіг технологічного процесу, створити сприятливі виробничі обставини і усунути пожежну небезпеку.

Ширина розривів між будівлями, які освітлюються через віконні прорізи, повинна бути не меншою, ніж найбільша висота до карнизу будівлі, що стоїть навпроти. Якщо санітарний розрив виявиться меншим за протипожежний, приймають розмір протипожежного.

Конструкція виробничих будівель, їх протяжність і число поверхів обумовлюються технологічним процесом, ступенем пожежо- та вибухонебезпечності, наявністю шкідливих відходів.

Виробничі приміщення у відповідності з технологічним процесом можуть мати різні кубатуру, висоту і площу. Правилами регламентуються мінімальні значення об'єму і площі приміщення з розрахунку на одного працюючого: 15 м^3 ; $4,5 \text{ м}^2$. Мінімальна висота приміщення – 3,2 м.

Висота адміністративно-конторських приміщень повинна бути не менше ніж 3 м. На одного працюючого за столом в конторах повинно припадати не менше ніж 4 м^2 площі, в конструкторських бюро – 6 м^2 на креслярський стіл. Площа на одного оператора ПЕОМ (персональної електронно-обчислювальної машини) повинна бути не менше як $4,5 \text{ м}^2$, а відстань між робочими місцями – не менше як 1,5 м.

З гігієнічної точки зору найбільш прийнятними є одноповерхові будівлі. Устаткування, що є джерелом виділення парів чи інтенсивного шуму ($>90 \text{ дБ}$), необхідно розташовувати в ізольованих будівлях або приміщеннях. У випадку розташування в одній будівлі виробництв із різними шкідливими чинниками дільниці потрібно ізолювати одні від одних, а з однаковою шкідливістю – розташувати суміжно.

Приміщення із значними тепловиділеннями від технологічного устаткування, нагрітих матеріалів, а також зі шкідливими виділеннями (газів, пилу, парів) слід розміщувати біля зовнішніх стін будівлі, що полегшує забезпечення припливу свіжого повітря і природну вентиляцію приміщення.

Стіни і підлоги будинків повинні захищати робітників від холоду і вологості, не сорбувати отруйних речовин, легко очищуватися. Матеріал підлоги визначають у залежності від характеру виробництва. Наприклад, у мокрих цехах застосовують ке-

рамічні плитки.

Всі приміщення повинні утримуватися у чистоті. Необхідно регулярно білити стіни і стелю, застосовувати тільки вологе прибирання підлог і стін, виробничі відходи збирати у спеціальні ємності. Треба систематично очищати світильники та вікна від пилу.

1.7.3. Вимоги до санітарно-побутових приміщень

До складу санітарно-побутових приміщень входять: гардеробні, приміщення для сушіння і знешкодження робочого одягу, душові, умивальні, кімнати для приймання їжі, для паління, кімнати гігієни жінки та ін. Склад і нормативи санітарно-побутових приміщень визначаються у відповідності із санітарною характеристикою виробничих процесів. За цією ознакою виробничі процеси розділені на чотири групи.

1. Виробничі процеси протікають при нормальних метеорологічних умовах і відсутні виділення шкідливих газів і пилу – передбачені гардеробна та умивальня, а при можливості забруднення одягу і тіла – також душова.

2. Виробничі процеси протікають за несприятливих метеорологічних умов, із виділенням шкідливих речовин, пилу – додатково: приміщення для відпочинку з охолодженням або обігрівом, приміщення для миття й очищення робочого взуття, інгаляторії.

3. Виробничі процеси пов'язані з різко вираженими шкідливими професійними чинниками (отруйні речовини, іонізуючі випромінювання) – пропускник із гардеробною, душовою, умивальною і, в залежності від характеру виробничих шкідливостей – приміщення спеціального призначення.

4. Виробничі процеси, що потребують особливого санітарного режиму з метою забезпечення особливої якості продукції, а також на харчових підприємствах, підприємствах з виготовлення стерильних матеріалів тощо – кімната медогляду, манікюрна, роздавальні санітарного і робочого одягу.

Розглянемо деякі нормативи щодо санітарно-побутових приміщень. Кількість душових сіток встановлюють з розрахунку 3...15 чоловік на одну сітку, максимальний час помиття най-

більш багатолюдної зміни – 45 хвилин. Вода для миття повинна бути питна. Індивідуальні змішувачі повинні бути біля входу в кабінку. Обов'язковою є наявність переддушової, окремих гардеробних кімнат для спецодягу і домашнього. Питна вода (фонтанчики з водогону чи бачків) повинна знаходитись не далі як за 75 м від робочих місць, з розрахунку від 2 до 5 л на людину за зміну. Температура води повинна бути у межах від 8 до 20 °С. У гарячих цехах повинна бути підсолена газувана вода.

Кімната особистої гігієни жінки повинна бути за наявності у зміни не менше 15 жінок. Бажано її розташувати в одній будівлі із здоровпунктом. Здоровпункти можуть бути цехові, або ж загальнозаводські.

1.8. Технічна естетика на виробництві

Потреба підвищення інтенсивності праці і продуктивності обладнання вимагає від робітників швидкого орієнтування, негайної реакції і правильності виконання робочих рухів і операцій. Значною мірою цьому сприяють засоби технічної естетики.

Кольорове оздоблення приміщень і обладнання є важливим елементом технічної естетики. Рациональне фарбування з урахуванням вимог технічної естетики створює у працюючих добрий настрій. Кольорове оздоблення виробничих приміщень і фарбування обладнання мають відповідати встановленим рекомендаціям.

Сигнально-попереджувальне фарбування елементів будівельних конструкцій, небезпечних елементів обладнання і транспорту, пристроїв пожежогасіння і безпеки праці, а також кольорове оздоблення виробничих знаків безпеки праці мають відповідати вимогам ГОСТ 12.4.026-76. Пізнавальне фарбування трубопроводів повинно відповідати ГОСТ 14202-69. Пізнавальні кольори шин електропристроїв слід визначати згідно з "Правилами будови електроустановок".

Стелі в цехах фарбуються у світло-блакитний, а при відсутності природного освітлення – у білий колір. Відділення, де відбуваються значні тепловиділення, фарбуються у світло-блакитний, а міжвіконні стовпи і панелі – у блакитний кольори.

У цехах, де для виконання робіт необхідно напружувати зір, панелі стін і міжвіконні стовпи фарбуються у світло-зелений колір. Кути приміщень, сміттєві урни і ділянки підлоги, де вони розміщуються, фарбуються у яскраво-зелений колір, крім того, їх добре освітлюють. Цехи з великим виділенням пилу необхідно облицьовувати плиткою чи фарбувати масляними фарбами, що полегшує їх ефективне прибирання.

Для полегшення зорових функцій робітників треба створювати кольоровий контраст між фоном і деталями, що піддаються обробці, органами управління машинами і апаратами. Пульти управління дозувальними пристроями слід фарбувати яскравими кольорами, а конструкції пультаового відділення і днище бункерів – сіро-блакитним кольором.

Виробничі приміщення машин, обладнання необхідно фарбувати з урахуванням естетичних і психофізіологічних особливостей та характеру роботи. Розрізняють дві особливості фарбування – раціональність і захисні властивості. Під раціональністю освітлення і фарбування розуміють їх здатність заспокоювати зір, зменшувати втомлюваність очей, створювати умови для швидкої зорової адаптації в робочому середовищі. Пофарбована поверхня має бути матовою

У промисловості застосовуються розпізнавальне, попереджувальне і відмітне захисне фарбування.

Розпізнавальне фарбування використовують для балонів із стисненими і зрідженими газами, для відкритих заземлювачів, технологічних трубопроводів тощо.

Попереджувальне фарбування свідчить про небезпеку (червоний колір) чи безпеку (зелений колір). Жовтий колір попереджує про можливість виникнення небезпеки, вимагає підвищеної уваги.

Відмітне фарбування служить для розпізнавання однакових за формою, але різних за призначенням предметів (пускові кнопки, арматурні сталі різних марок тощо).

Основними для фарбування обладнання є зелений, сірий і близькі до них кольори. Небезпечні частини і деталі машин фарбуються у яскраві застережні кольори (червоний, жовтий).

Червоним кольором фарбують місця, обладнання і прилади, де може виникнути вогнебезпечна чи аварійна ситуація, яка вимагає невідкладної зупинки.

Жовтим кольором, що позначає увагу і обережність, фарбують обидва гаків вантажопідійомних кранів, низько розташовані над проходами конструкції, а також засоби внутрішньоцехового транспорту, останні сходинки затемнених сходів. У жовтий колір фарбують також огороження небезпечних зон. Чергування жовтих смуг із чорними робить їх більш помітними. Залежно від відстані, з якої попередження має бути помітним, беруть таку ширину смуг, мм: при відстані до 6 м – 20; від 6 до 20 м – 50; від 21 до 40 м – 100; від 40 до 70 м – 200.

Зелений колір свідчить про безпеку руху. Він вказує також на спрямованість вимушеної евакуації, на місця розташування пунктів першої допомоги, аптечок та індивідуальних засобів захисту.

В оранжевий колір фарбують рухомі деталі машин, механізмів, редуктори, трансмісії, внутрішні поверхні огорожень для трансмісій, ременів, а також відкриті частини машин, які можуть уразити людину електричним струмом. Про небезпеку пошкодження очей, осліплення електрозварюванням, про необхідність роботи в окулярах також сигналізують надписи і знаки, виконані оранжевим кольором.

Кількість застосовуваних на підприємстві попереджувальних кольорів має бути мінімальною, оскільки їх надмірність може дезорганізувати.

Існують чотири групи знаків безпеки праці: вказівні, заборонні, попереджувальні і пропонуєчі.

Вказівні знаки мають вигляд синього прямокутника з білим полем, символічним зображенням об'єкта і визначенням відстані до нього. Вказівні знаки використовуються для позначення зон безпеки, місць розташування пунктів першої допомоги, вогнегасників тощо.

Заборонний знак виготовляють у вигляді червоного кола з білим полем, на якому символічно зображується предмет заборони, закреслений червоною смугою. Символічне зобра-

ження може бути замінене написами чорним кольором на білому фоні всередині червоного кола.

Попереджувальні знаки з чорною каймою мають вигляд жовтих трикутників вершиною догори з символічним зображенням об'єктів попередження, пофарбованих у чорний, а при радіаційній і пожежній небезпеці – в червоний колір. Ці знаки попереджують про можливість пожежі, ураження електричним струмом, дії радіації, небезпеку зіткнення з транспортними засобами тощо.

Пропонуючі знаки виконуються у вигляді зеленого прямокутника з символічним зображенням вказівки на білому полі. Вони дозволяють певні виробничі дії лише у разі виконання спеціальних правил безпеки і використання засобів індивідуального захисту.

Для того, щоб добре запам'ятати знаки безпеки праці, їх треба постійно демонструвати в основних місцях скупчення людей.

1.9. Гігієнічна класифікація умов праці

Трудове навантаження працівника може супроводжуватися виникненням психофізіологічних небезпечних і шкідливих факторів, які, у свою чергу, можуть призводити до несприятливої дії на функціональний, емоціональний і інтелектуальний стан людини, викликати зниження працездатності й погіршення здоров'я. Згідно з ГОСТ 12.0.003-74 ці фактори поділяються на фізичні (статичні і динамічні) перевантаження та нервовопсихічні перевантаження (розумове, емоціональне, перевантаження аналізаторів, монотонність праці). Параметрами трудового процесу є важкість і напруженість праці.

Важкість праці – характеристика трудового процесу, що відображує ступінь загальних енергозатрат, переважно навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну і дихальну систему.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображує переважно навантаження на центральну нервову систему.

Відповідно до “Гігієнічної класифікації умов праці” (№4137-86), параметри трудового процесу за ступенем впливу на функціональний стан і здоров’я працюючих поділяються на три класи:

I клас – оптимальні умови і характер праці, за яких виключена несприятлива дія небезпечних і шкідливих факторів на здоров’я працюючих і створюються передумови для зберігання високого рівня працездатності;

II клас – допустимі умови і характер праці, за яких рівень небезпечних і шкідливих факторів не перевищує встановлених гігієнічних нормативів, а можливі функціональні зміни, що викликані трудовим процесом, відновлюються під час регламентованого відпочинку протягом робочого дня або домашнього відпочинку до початку наступної зміни і не чинять несприятливої дії у найближчому і віддаленому часі на стан здоров’я працюючих і їх нащадків;

III клас – шкідливі і небезпечні умови і характер праці, за яких внаслідок порушення санітарних норм і правил можлива дія небезпечних і шкідливих факторів у значеннях, що перевищують нормативи гігієнічних і психофізіологічних факторів трудового процесу, які викликають функціональні зміни організму і можуть призвести до стійкого зниження працездатності і (або) порушення здоров’я працівника.

Оцінка фактичного стану умов праці здійснюється на основі даних атестації робочих місць і складання “Карти умов праці на робочому місці”. Ступінь шкідливості, важкості і напруженості робіт встановлюється в балах за визначеними критеріями. Залежно від фактичного стану умов праці керівники підприємств разом з профспілковим комітетом встановлюють доплати працівникам за відповідною шкалою. Якщо шкідливі і важкі умови праці будуть усунені, то трудові колективи можуть прийняти рішення про віднесення конкретних робочих місць до робіт з нормальними умовами праці з відповідним зменшенням або відміною доплат.

Розділ 2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ЩОДО ВИРОБНИЦТВА РАДІО- ТА ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

2.1. Вимоги безпеки праці у конструкторській і технологічній документації

На всіх стадіях розробки конструкторської (включно ремонтної й експлуатаційної) і технологічної документації повинні виконуватись вимоги нормативно-технічних документів з безпеки праці.

Стадії розробки конструкторської документації встановлює ГОСТ 2.103-68 "ЕСКД. Стадии разработки". У технічному завданні (ТЗ) відповідно до ГОСТ 15.001-73 "Разработка и постановка на производство. Основные положения" вимоги безпеки повинні бути відображені до конструкції розроблюваного виробу при його монтажі, експлуатації, обслуговуванні і ремонті. Підставою для таких вимог служать «Система стандартів безпеки праці» (ССБТ) і галузеві правила з техніки безпеки, а за відсутності останніх використовують результати науково-дослідних робіт і дані аналогічних конструкцій закордонного виробництва.

У технічній пропозиції у відповідності з ГОСТ 2.118-73 «ЕСКД. Техническое предложение» і в ескізному проекті (ГОСТ 2.119-73 «ЕСКД. Эскизный проект») слід дати порівняльний аналіз різних варіантів захисту і вказати рішення із забезпеченням оптимальних вимог безпеки самої конструкції.

У технічному проекті необхідно передбачити всі рішення для забезпечення вимог безпеки, викладених у технічному завданні.

Пояснювальна записка в підрозділі «Відомості про відповідність виробу вимогам безпеки» (ГОСТ 2.102-68 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов») повинна містити прийняті на даній стадії розробки конструктивні рішення щодо забезпечення безпеки конструкції виробу. У ній повинні бути вказані основні норми і вимоги безпеки з шуму, вібрації, загазованості та інші; надані розрахунки, що підтверджують роботоздатність, надійність і ефективність засобів захисту працюючих; описані безпечні прийоми і методи роботи з виробом у режимах і умовах, передбачених ТЗ; описаний порядок і спосіб безпечно-

го транспортування, монтажу, зберігання і введення в дію на місці експлуатації, а також безпека обслуговування при зберіганні й експлуатації.

У технічних умовах відповідно до ГОСТ 1.5-85 «Порядок разработки и согласования требований безопасности в стандартах и технических условиях» у розділі «Вимоги безпеки» повинні бути конкретно викладені вимоги до устрою огорожень, обмежувачів ходу, блокувань, кінцевих вимикачів рухливих елементів, кріплення і фіксації рухливих елементів; освітлення робочих органів, органів керування і приладів контролю у робочому і аварійному стані; допустимих рівнів небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що утворюються при експлуатації устаткування; вимоги до видалення, зниження, локалізації небезпечних і шкідливих виробничих чинників у місцях їх утворення; вимоги до електробезпеки, пожежо- і вибухобезпеки; вимоги до написів і знаків безпеки, ергономічні вимоги та ін.

В інструкції з експлуатації у розділі «Вказівки заходів безпеки» повинні бути вимоги безпеки при встановленні виробів на місці експлуатації, підготуванні до роботи, у процесі роботи, при вимірі параметрів, перевірці технічного стану, в аварійних ситуаціях і під час усунення несправностей, при зберіганні і транспортуванні.

В інструкції з технічного обслуговування у розділі «Вказівки заходів безпеки» повинні бути наведені результати огляду виробу у відповідності з вимогами ССБТ з шуму, вібрації, загазованості тощо. Окремим додатком повинні йти інструкції з охорони праці при виконанні складних робіт; перелік вузлів виробу, які становлять небезпеку при їх розкритті, під час експлуатації і технічного обслуговування. Інструкція з монтажу, пуску, регулювання й обкатування виробу на місці його застосування в обов'язковому порядку повинна висвітлювати вимоги безпеки на всіх етапах робіт.

У формулярі в розділі «Основні технічні дані і характеристики» повинні бути наведені, крім допустимих, і фактичні значення характеристик з шуму, вібрації, загазованості тощо, необхідні для забезпечення безпеки виробу при експлуатації. У відповідності з ГОСТ 2.602-68 «ЕСКД. Ремонтные работы» вимоги безпеки повинні бути внесені в такі документи: загальні вказів-

ки з ремонту; загальні технічні умови на капітальний і середній ремонті; вказівки при середньому ремонті; вказівки при капітальному ремонті.

У загальних вказівках з ремонту виробу в розділі «Організація ремонту» повинні бути викладені вимоги безпеки до робочих місць і технологічних дільниць для проведення ремонту; вимоги безпеки до виробничих будівель і приміщень; до демонтажу, складання і стендових випробувань; до виконання захисних покриттів. Крім того, у цьому розділі повинні бути вимоги пожежної безпеки, вибухобезпеки, а також вимоги до засобів механізації трудомістких технологічних процесів ремонту.

У загальних технічних умовах на капітальний і середній ремонті наводяться загальні показники, норми і вимоги безпеки, яким повинні задовольняти усі відремонтовані вироби. У вказівках з середнього і капітального ремонтів наводяться вимоги безпеки, яких необхідно дотримуватись при ремонті виробів, у тому числі при демонтажі виробів з об'єкта, стендових і інших випробуваннях за всіма показниками безпеки, а також монтажі й випробуваннях виробів на об'єкті.

Вимоги безпеки до технологічного процесу повинні бути викладені у наступних технологічних документах: маршрутній карті, карті ескізів, технологічній інструкції, відомості оснащення, карті технологічного процесу, операційній карті, відомості операцій.

У маршрутній карті обсяг викладення вимог безпеки залежить від методу викладення розроблюваного технологічного процесу. При розробці одиничного (типового, групового) маршрутного і маршрутно-операційного технологічного процесу в маршрутній карті перед найменуванням операції в графі «Найменування і зміст операцій» або «Позначення документа» повинен бути зазначений номер інструкції з охорони праці. У графі «Пристосування і допоміжний інструмент (код, найменування)» повинні бути зазначені засоби захисту працюючих, у графі «Особливі вказівки» – додаткові вимоги безпеки.

Для операцій, що розроблюються на окремих операційних картах, у маршрутних картах наводяться тільки посилення на інструкції з охорони праці, а засоби захисту працюючих повинні вказуватися у відповідних операційних картах.

При розробці одиничного (типового, групового) операційно-технологічного процесу в маршрутній карті слід вказувати тільки позначення інструкцій з охорони праці в графі «Позначення документа». Засоби захисту працюючих і технологічні режими повинні бути зазначені у відповідних документах, що передбачають операційний виклад (операційна карта, карта технологічного процесу і т. ін.).

У технологічній інструкції повинні бути вказівки щодо безпеки праці перед розділом «Опис роботи (операції)». В ній описуються необхідні засоби технологічного оснащення і засоби захисту працюючих.

У відомості оснащення повинні бути включені засоби захисту працюючих, що є частиною технологічного оснащення і забезпечують безпеку технологічного процесу. При необхідності вказівок щодо додаткових вимог безпеки на визначені види робіт їх треба навести у маршрутних картах і картах технологічного процесу у графах «Найменування і зміст операцій», «Особливі вказівки», або викласти їх у технологічній інструкції.

Контроль виконання всіх цих вимог проводиться у відповідності з рекомендаціями: «Методичні вказівки до контролю повноти викладу вимог безпеки праці у конструкторській і технологічній документації».

2.2. Вимоги безпеки праці до промислових роботів та роботизованих комплексів і дільниць

2.2.1. Причини виникнення небезпечних ситуацій

У зв'язку з конструктивними особливостями промислових роботів (наявність великої зони автоматичного переміщення предметів, одночасний рух по декількох координатах, високі швидкості переміщення виконавчих пристроїв, органічний взаємозв'язок з роботою технологічного обладнання) при їх роботі можливий вплив на працюючих фізичних небезпечних виробничих чинників: рухомих частин (виконавчих пристроїв) промислових роботів; виробів, що пересуваються; заготовок, інструментів, матеріалів.

Основні причини виникнення небезпечних виробничих факторів при експлуатації промислових роботів, роботизованих гнучких виробничих комплексів (ГВК) і дільниць наступні:

- непередбачені рухи виконавчих пристроїв промислових роботів при налагодженні, ремонті, під час навчання і виконання програми управління;
- раптова відмова в роботі промислового робота або технологічного обладнання, спільно з яким він працює;
- помилкові (ненавмисні) дії оператора або наладчика під час налагодження і ремонту при роботі в автоматичному режимі;
- доступ людини в робочий простір робота при роботі в режимі виконання програми;
- порушення умов експлуатації промислового робота, роботизованого гнучкого виробничого комплексу;
- порушення вимог ергономіки і безпеки праці при плануванні роботизованого ГВК і дільниці, при розміщенні технологічного обладнання, промислових роботів, пультів управління, завантажувальних і розвантажувальних пристроїв, нагромаджувачів, тари, транспортних засобів й інших засобів технологічного оснащення.

Конструкція промислового робота і виробничого обладнання, що застосовується у складі роботизованого гнучкого виробничого комплексу (дільниці), повинна відповідати вимогам за ГОСТ 12.2.003-74, загальним ергономічним вимогам до виробничого обладнання і вимогам стандартів системи безпеки праці на окремі групи виробничого обладнання.

2.2.2. Вимоги до конструкції промислових роботів і їх складових частин

Загальні вимоги. Промислові роботи, призначені для експлуатації в умовах підвищеної запиленості і температури, наявності вибухо- і пожежонебезпечних сумішей та в інших несприятливих умовах виробничого середовища, повинні мати відповідне захисне виконання.

Захватний пристрій повинен утримувати об'єкт маніпулювання при раптовому вимиканні живлення. Промисловий робот споряджають регулятором, що знижує швидкість переміщення виконавчих пристроїв, якщо операції навчання і налагодження

вимагають перебування обслуговуючого персоналу в зоні робочого простору.

Для підвищення безпеки праці оператора конструкції промислових роботів мають пристрої, що забезпечують отримання і передачу на пульт управління інформації:

- про режим роботи (виконання програми, робота за кадрами програми, ручне керування);
- про спрацювання блокувань робота і технологічного обладнання, що працює спільно з ним;
- про наявність збою в роботі;
- про початок руху виконавчих пристроїв і готовності до руху при виконанні управляючої програми.

Вимоги безпеки до гідропроводів і змащувальних систем, що застосовуються в промислових роботах, встановлюються за ГОСТ 12.2.040-79; до пневмоприводів – за ГОСТ 12.3.001-73; до електрообладнання – за ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79 і «Правилами будови електроустановок» (ПБЕ); шумові характеристики – за ГОСТ 12.1.003-83.

Електрообладнання промислових роботів споряджають такою пусковою апаратурою, яка незалежно від положення органів управління виключає самовільне вмикання обладнання при відновленні напруги, що раптово зникла (так званий “нульовий захист”).

Вимоги до запобіжних, захисних та блокувальних пристроїв. Промислові роботи повинні бути оснащені засобами захисту (огорожувальними, запобіжними, блокувальними, сигналізуючими тощо), що виключають можливість впливу на обслуговуючий персонал небезпечних і шкідливих виробничих чинників при роботі в режимах навчання і виконання управляючої програми. Ці засоби не повинні обмежувати технологічні можливості промислових роботів і зручність їх обслуговування.

В конструкції робота повинні бути засоби, що забезпечують зупинення виконавчих пристроїв у разі попадання людини в запрограмовану частину робочого простору або виході маніпулятора за межі запрограмованого робочого простору. Вихід маніпуляторів за межі запрограмованого робочого простору промислового робота необхідно обмежувати жорсткими упорами, які повинні витримувати навантаження з урахуванням динамічного

і статичного зусиль. При спрацюванні блокувань система управління промисловими роботами переводиться на ручний режим роботи.

Блокувальні пристрої при роботі промислових роботів в одному з режимів виключають можливість роботи в іншому режимі і самовільне перемикаання з одного режиму на інший.

Система управління повинна мати пристрій аварійного зупинення, що спрацьовує за командою оператора при порушенні роботоздатності промислового робота, яке призводить до виникнення небезпечних чинників. При спрацюванні пристрою аварійного зупинення повинна бути виключена можливість діяння на обслуговуючий персонал небезпечних виробничих чинників. Спрацьовування пристрою аварійного зупинення повинно припинити будь-який рух промислових роботів незалежно від режиму роботи. Поновлення роботи промислових роботів після аварійного зупинення повинно забезпечуватися спеціальною командою, що подається оператором.

Сигнальні кольори і знаки безпеки на промислових роботах наносяться за ГОСТ 12.4.026-76 (див. 1.8).

Вимоги до органів управління і засобів відображення інформації. Органи управління і засоби відображення інформації належить розташовувати на панелі пульта управління. Ергономічні вимоги до розташування засобів відображення інформації і органів управління на панелі пульта встановлюють за ГОСТ 23000-78 (див. 1.5 та 1.6).

При виборі засобів відображення інформації перевага повинна надаватися звуковим сигналам. Ергономічні вимоги до засобів звукової сигналізації встановлюють за ГОСТ 21786-76. У приміщеннях, де звуковий сигнал може бути не розпізнаний на фоні виробничих шумів, необхідно використовувати яскравий блимаючий світловий сигнал.

Перемикачі режимів роботи і регулятор швидкості повинні бути забезпечені фіксаторами, які б не допускали самовільного переміщення. Необхідно також виключити можливість вільного доступу до них без застосування спеціального інструменту (ключів, ручок тощо). На перемикачах режимів роботи і регуляторі швидкості повинні бути нанесені чіткі і ясні написи або символи у відповідності з ГОСТ 12.4.040-78.

Органи аварійного зупинення встановлюють у легко доступному місці. Якщо у якості органу аварійного зупинення використовують кнопку, то вона повинна мати виступаючий грибоподібний штовхач збільшеного розміру, пофарбований в червоний колір, мати показники знаходження і напис про призначення.

2.2.3. Вимоги до організації роботизованих гнучких виробничих комплексів і дільниць

При організації роботизованих гнучких виробничих комплексів (ГВК) і дільниць необхідно передбачити комплексну механізацію і автоматизацію роботизованого виробничого процесу і супутніх допоміжних робіт (транспортування заготовок і деталей; завантаження ними нагрмаджувачів; орієнтація деталей, що маніпулюються, в положення, придатне для захоплення; вилучення стружки і окалини з робочої зони тощо), залишаючи за оператором в основному функції управління і контролю за роботою комплексу або дільниці.

Роботизований ГВК або дільницю укомплектовують блокувальними пристроями, що забезпечують відключення комплексу чи дільниці або окремих їх частин у випадку порушення процесу, відмови обладнання, виходу параметрів енергоносіїв за допустимі межі та виключають можливість паралельного управління одним і тим же обладнанням з різних пультів.

Розміщення технологічного обладнання, промислових робіт на роботизованих ГВК або дільницях повинно забезпечувати вільний, зручний і безпечний доступ до них обслуговуючого персоналу при програмуванні, навчанні, налагоджуванні і ремонті.

Планування роботизованих ГВК і дільниць належить виконувати з урахуванням геометричних характеристик робочої зони промислових робіт, діючих норм технологічного проектування відповідних виробництв і конструктивних особливостей промислових робіт.

Вимоги до огорожень. Огороджувальні пристрої (світлозахист, ультразвуковий захист, стаціонарне огороження та ін.) повинні виключати можливість випадкового потрапляння людини в небезпечну зону роботизованого ГВК і дільниці, робочого простору промислового робота.

При використанні в якості огороження світлозахисту, ультразвукових локаторів слід передбачати дублювання цих пристроїв. При розрахунку розмірів огорожень зони необхідно враховувати відстані між стаціонарними огороженнями і межею робочої зони та (або) робочим простором промислового робота і технологічним обладнанням для зручного і безпечного виконання операцій програмування, навчання, ремонту і налагодження промислового робота і обладнання комплексу або ділянки. Слід враховувати систему координат, тип і число роботів, антропометричні дані і робочу зону оператора при виконанні операцій з обслуговування робота та основного технологічного обладнання.

Стаціонарні огороження і блокування не повинні ускладнювати оператору візуального контролю за роботою роботизованого ГВК або ділянки; забезпечувати прохід людини в зону огороження тільки через місця, обладнані відповідними пристроями (світлозахист, дверний проріз з датчиками тощо); виключати можливість потрапляння об'єктів маніпулювання і виходу виконавчих пристроїв промислового робота за огорожену зону. Огороження фарбують у відповідності з ГОСТ 12.4.026-76 (див. 1.8).

Вхід в зону огороження блокують з системою управління. Блокувальні пристрої забезпечують зупинку руху промислового робота при вході людини в зону. В технічно обґрунтованих випадках допускається використовувати в якості огороження вхідні двері, обладнані цифровим замком. На дверях встановлюють знак "ВХІД ЗАБОРОНЕНО".

При переміщенні промисловим роботом об'єктів, маніпулюванні над проходами, проїздами і робочими місцями необхідно встановлювати під зоною руху виконавчих пристроїв промислового робота захисні сітки або інші пристрої, що виключають травмування людини при випадковому падінні об'єкта маніпулювання.

Вимоги до постів управління. Пульт управління роботизованим ГВК або ділянкою повинен міститися за межами зони огороження. Оператор повинен мати вільний огляд елементів робочого місця, робочого простору промислового робота і простору за його межами.

Пульт управління освітлюють. Яскравість елементів, що світяться, та символів на панелі повинна забезпечувати їх правильне сприймання та виключати осліплення оператора.

Роботизовані гнучкі виробничі дільниці великої протяжності необхідно оснащувати додатковими органами аварійного вимикання, розташованими на відстані не більш як 4 м один від одного.

При розміщенні постів управління роботизованими ГВК або дільницями в закритих кабінах дотримуються таких мінімальних внутрішніх розмірів кабіни: висота – 2100 мм, ширина – 1700 мм, довжина – 2000 мм. Ширина двірного прорізу – 660 мм. В кабінку повинно подаватися приточне повітря. Оптимальним є обладнання кабіни системою кондиціонування повітря. Температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря і допустимий вміст шкідливих речовин в повітрі кабіни встановлюють за ГОСТ 12.1.005-88.

2.2.4. Вимоги до експлуатації промислових роботів, роботизованих ГВК і дільниць

Організаційні заходи. До робіт з програмування, навчання, налагодження, експлуатації і ремонту промислових роботів і роботизованих ГВК і дільниць належить допускати осіб не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і отримали посвідчення на право обслуговування промислових роботів, роботизованих ГВК і дільниць

На підприємствах розробляють і затверджують у встановленому порядку інструкції з охорони праці при експлуатації промислових роботів, роботизованих ГВК і дільниць.

Обов'язки обслуговуючого персоналу. Перед початком роботи виконується пробний цикл роботи комплексу на холостому ході. Оператор або наладчик повинен переконатися в справності промислового робота, основного і допоміжного технологічного обладнання, засобів захисту і забезпечити усунення всіх виявлених неполадок.

До початку роботи видаляють за огороження всі сторонні предмети. За неможливості вилучення за огорожу, їх встановлюють поза досяжністю їх виконавчими пристроями промислового робота. Перед початком роботи проводиться тестова пере-

вірка функціонування частин комплексу. При цьому блокувальні пристрої повинні спрацьовувати у відповідності з гідравлічною, пневматичною і електричною схемами.

Обслуговуючому персоналу забороняється знаходитися в робочому просторі промислового робота при його роботі в режимі виконання програми. Допускається поява обслуговуючого персоналу в робочому просторі за багатроверстатного обслуговування у випадку застосування огорожувальних пристроїв, що забезпечують зупинку промислового робота в небезпечній для людини зоні. Неполадки і аварійні ситуації, що виникають в процесі експлуатації, реєструються оператором або налагодником у спеціальному журналі, форму якого встановлює підприємство і затверджує головний інженер.

Безпечні прийоми та методи роботи при навчанні, налагодженні і ремонті промислових роботів. Забороняється виконувати ремонтні роботи, пов'язані з обслуговуванням промислового робота, а також з приєднанням і від'єднанням робочого органу промислового робота без вимикання живлення.

При виконанні робіт в робочому просторі промислового робота в місці вмикання живлення вішають плакат з попереджувальним написом "НЕ ВКЛЮЧАТИ! В РОБОЧОМУ ПРОСТОРИ ПРОВОДИТЬСЯ РОБОТА". Під час навчання і налагодження промислового робота при знаходженні обслуговуючого персоналу в зоні робочого простору швидкість переміщення його виконавчих пристроїв повинна бути малою.

Навчання і (або) налагодка промислового робота з використанням переносного дистанційного пульта управління здійснюються в присутності другої особи, що має посвідчення на право обслуговування промислового робота і ГВК, яка спостерігає за безпекою виконання робіт.

Організація контролю за безпечною роботою. Контроль за справністю обладнання і засобів захисту на роботизованих ГВК і дільницях, за дотриманням працюючими правил безпеки праці здійснює інженерно-технічний персонал цеху, відділ (бюро, інженер) охорони праці (техніки безпеки) підприємства спільно зі службою, що проводить контроль за обладнанням з ЧПУ, промисловими роботами і ГВК.

2.3. Безпека виробництва деталей радіоелектронної апаратури

2.3.1. Особливості виробництва друкованих плат

Підготовка поверхні друкованих плат ведеться на лініях хімічної підготовки поверхні заготовок перед нанесенням фоторезисту або механічним способом на спеціальних зачисних верстатах абразивними кругами. Плати проходять знежирення у розчині, що містить тринатрійфосфат, кальціновану соду, препарат ОС-20 і емульсію КЕ-10-21. Температура розчину 40–60 °С, час операції 2–3 хвилини. Після знежирення та декапування йдуть операції: промивання у гарячій і холодній проточній воді, сушіння і вивантаження з лінії.

При виробництві плат напівадитивним методом після знежирення і промивань плати оброблюють у розчині диметилформаміду у деіонізованій воді для набухання, потім промивають і оброблюють при температурі 50–60 °С травильним розчином, який складається з атитридахрому, сірчаної кислоти та дистильованої води. Після промивань плати нейтралізують в соляній кислоті і активують в розчині у складі паладію двохлористого, олова двохлористого, соляної кислоти та калію хлористого.

Рисунок друкованої плати відтворюється на поверхні заготовки двома способами: експонуванням на нанесений спеціальний шар (фоторезист) або сіткографічним.

За першим способом фоторезист наноситься або у рідкому стані, або у вигляді спеціальної плівки сухого фоторезисту СПФ чи ТФПК товщиною від 20 до 60 мкм, яка прикочується на діелектрик. Ця операція проводиться в установках нанесення плівкового фоторезисту при температурі 100–110 °С. Після прикочування плати витримують у витяжній шафі в нормальних умовах при неактинічному освітленні не менше 30 хвилин.

Метод нанесення рідкого фоторезисту ФПП полягає у зануренні заготовки у розчин в установці, що складається з блоку нанесення фоторезисту, терморадіаційної сушильної камери і системи нагрівання та подачі повітря. Заготовки занурюють у ванну, витримують у ній заданий час і повільно витягують із заданою швидкістю. Сушать плати терморадіаційним способом при безперервному обдуванні повітрям з температурою від 20

до 100 °С. Рівень фоторезисту у ванні підтримується автоматично. Для цього передбачений постійний контроль в'язкості та температури фоторезисту, його безперервна фільтрація, а також фільтрація повітря, що подається в камеру.

Для нанесення рідкого фоторезисту на основі полівінілового спирту (ПВС) операцію занурення повторюють двічі з термообробкою кожного шару в сушильній камері при температурі 40–50 °С протягом 7–10 хвилин.

За другим способом рисунок плати можна отримати методом сіткографічного друку. Трафаретні форми для нанесення рисунків виготовляють впресовуванням плівкового фоторезисту в попередньо натягнуту на раму металеву сітку. Фотошаблон поміщують на сітку з впресованим СПФ і експонують, застосовуючи ртутно-кварцові лампи з ультрафіолетовою емісією. Готовий трафарет суміщають на установці суміщення із заготовкою і переносять у напівавтомат, на якому фарбою через трафарет наноситься рисунок друкованої схеми.

Експонування друкованих плат здійснюється у відповідних установках із застосуванням двобічного опромінення двома парортутними лампами. Проявлення рисунка друкованої плати із сухим плівковим фоторезистом проводиться хлорованим розчинником – метилхлороформом – струменевим методом обробки заготовок, що переміщуються конвеєром. Розчинник подається з блока насосами через розбризкуючі форсунки. У першій та другій камерах установки відбувається проявлення, у третій – струменеве промивання водогінною водою, у четвертій – сушіння повітрям, що нагнітається повітродувною установкою.

Травлення застосовується для видалення незахищеного фоторезистом або фарбою шару фольги після отримання рисунка при виготовленні друкованих плат хімічним методом. Для травлення міді застосовують розчинники, що є токсичними речовинами.

При виготовленні плат напіваадитивним методом травлення міді проводять після нанесення захисного покриття зі сплаву олово-свинець та видалення фоторезисту. Електролітичне міднення і нанесення захисного покриття зі сплаву олово-свинець на провідники та отвори виконують на автоматичних лініях типу "АГ-38". Лінія являє собою ряд ванн модульної конструкції,

які сполучені загальною системою вентиляції (бортові відсмокки), з підведенням проточної холодної та гарячої води і електроенергії для забезпечення процесів. Передача оброблюваних плат проводиться автоматичним маніпулятором з програмним керуванням з пульта оператора, який можливо розмістити в окремому приміщенні. Рівень розчинів у ваннах та їх температура підтримуються також автоматично.

Лужне витравлення міді з прогалинних місць рисунка друкованих плат здійснюється в такій послідовності: завантаження плат, травлення міді, промивання водноаміачним розчином, візуальний вибірковий контроль, промивання біжучою водою, сушіння плат гарячим повітрям, вивантаження плат.

Оплавлення сплаву олово-свинець як фінішна операція хіміко-гальванічної обробки друкованої плати здійснюється нагріванням інфрачервоними променями в конвеєрних установках з двома зонами нагрівання: попередньою і робочою. Температура у зоні попереднього нагрівання 270–300 °С, в робочій зоні – 230–240 °С.

Після оплавлення плати, закріплені на конвеєрі, проходять послідовно наступні операції: промивання в душовій камері проточною водою, промивання деіонізованою водою у ванні ультразвукового двобічного промивання, промивання під душем деіонізованою водою, сушіння в терморадіаційній камері з обдуванням зустрічним повітряним потоком.

Потім друковані плати проходять обробку поверхні на верстатах гідроабразивної та абразивної обробки, обробку контура плат на пресах, фрезерних верстатах, після чого пробивають базові отвори; свердлять або пробивають монтажні отвори.

Різання заготовок звичайно проводиться на роликкових багатоножових ножицях, випробування заготовок – на стандартних механічних кривошипних та ексцентрикових пресах, свердлення – на спеціальних високооберткових верстатах. При позитивному комбінованому та напівадитивному методах, де свердлення отворів проводиться не за рисунком плати, а за координатною сіткою, широко застосовують спеціальні багатошпindelльні свердлильні верстати з числовим програмним управлінням. Під час механічної обробки повітря на робочих місцях забруднюється скловолокнистим пилом.

Багатошарова друкована плата (БДП) складається із спресованих декількох шарів тонких фольгованих діелектриків. Тому такі операції як різання заготовок, підготовка поверхні шарів, отримання рисунка схеми, травлення міді, видалення фоторезисту з внутрішніх шарів і зі зовнішнього шару, хімічна та попередня електролітична металізація, електролітичне міднення й нанесення захисного покриття із сплаву олово-свинець, оплавлення цього сплаву здійснюються в тих же режимах і на тих же установках, що й однобічні та двобічні плати.

Пресування багатошарових плат здійснюється в такій послідовності. На нижній платі попередньо очищеної прес-форми збирається пакет: лист триацетатної плівки, 12–14 аркушів кабельного паперу, знову лист триацетатної плівки, лист нержавіючої сталі, триацетатна плівка БДП з проміжками зі склотканини, потім той же набір технологічних прокладок між нашарованою БДП та верхньою плитою прес-форми. Вмикається обігрів прес-форми, і при температурі від 160 до 170 °С здійснюється пресування у два етапи.

Всі друковані плати проходять ретельний операційний та кінцевий контроль із застосуванням вимірювальних засобів: від лупи і оптичних монтажних пристроїв для візуального контролю до автоматичних установок, що краще, позаяк візуальний контроль впливає на зір працюючих і потребує постійного медичного нагляду.

Одним з різновидів БДП є багатошарові керамічні плати, в яких рисунок схеми отримується методом впалювання в керамічну підкладку нанесених через трафарет спеціальних паст.

2.3.2. Особливості виробництва тонкопліткових мікросхем і мікрозборок

Інтенсивний розвиток радіоелектроніки призвів до появи мікроелектроніки. Основним елементом мікроелектронної апаратури є інтегральна мікросхема – єдиний цілісний мікроелектронний виріб, що виконує визначену функцію перетворення й опрацювання сигналу і має високу щільність розміщення елементів, компонентів, кристалів. Мікроелектронний виріб, що виконує визначену функцію і складається з різноманітних еле-

ментів, компонентів, інтегральних мікросхем і інших радіоелементів, одержало назву мікрозборки.

В основі виготовлення тонкоплівкових мікросхем лежить процес одержання тонких плівок (не більш як 1 мкм) методами термічного осадження (випари з наступним осадженням) у високому вакуумі або катодного розпилення іонним бомбардуванням у середовищі розрідженого інертного газу. Рисунок тонкоплівкової інтегральної мікросхеми одержують нанесенням плівки на певні ділянки підкладки за допомогою маски або видаленням за допомогою фотолітографії плівки, що покриває всю поверхню підкладки, яка являє собою платівку зі скла, ситалу, полікору та іншого діелектричного матеріалу, виготовленого з високим класом чистоти робочої поверхні.

Якщо ж пасивні елементи схеми (конденсатори, резистори), контактні площадки і між'єднання виготовляють послідовним нанесенням на поверхню діелектрика різних паст методом трафаретного друку з наступним їх впалюванням, то така інтегральна мікросхема називається товстоплівковою.

Розглянемо основні операції технології виготовлення тонкоплівкових мікросхем і застосовувані при цьому хімічні речовини.

Очищення підкладок перед напилюванням виконують для видалення механічних і жирових забруднень. Очищення проводять на двох взаємопов'язаних напівавтоматах вібраційного хімічного очищення, камери яких заповнюють розчином перекису водню. Підкладки поміщують у касету і завантажують у центрифугу, де вони очищуються від механічних домішок. Потім підкладки перекладають в робочу камеру напівавтомата для промивання. На другому напівавтоматі відбувається очищення підкладок у перекисно-аміачному розчині та їх промивання після очищення.

Напилювання резистивного шару виконують іоноплазмовим методом, який має такі переваги у порівнянні з методом термічного випаровування у вакуумі: можливість автоматизації процесу напилювання; відсутність наважок; тривалий термін служби мішені; високе відтворення тонкоплівкових резисторів, а також високі електрофізичні властивості напилених шарів; підвищена адгезія напиленого шару з підкладкою.

Сутність процесу напилювання електропровідних шарів (ванадій-мідь і ванадій-алюміній) полягає в осадженні на підкладку атомів вихідного матеріалу, що випаровуються в результаті впливу високої температури й електричного поля. Напилювання ведеться на установці “УВН-2-М2” у два етапи: на першому етапі проводиться напилювання шару з ванадію; на другому – напилювання провідного шару з міді чи алюмінію.

Виготовлення й очищення наважок, застосовуваних для напилювання провідних шарів, проводиться на спеціально обладнаному робочому місці. Розчини для очищення наважок (для ванадія, міді і алюмінію, обробленого в лузі, – розчин азотної кислоти в деіонізованій воді, для алюмінію – розчин гідрату окису калію в деіонізованій воді) готують оператори. Саме очищення ведеться у витяжній шафі занурюванням у ванну з фторопласта, армованого титановою сіткою.

Нанесення фоторезисту виконується на напівавтоматах методом центрифугування, де під дією відцентрових сил фоторезист розтікається по всій поверхні підкладки суцільним рівномірним шаром. Операція повинна проводитись при дотриманні підвищених вимог до очищення і пилезахищеності. Самі підкладки перед нанесенням фоторезисту знепилюють азотом, робочі поверхні камери напівавтомата і столу, зовнішні частини сопел автомата протирають бязевою серветкою, змоченою в ацетоні.

Після нанесення фоторезисту він задублюється впливом інфрачервоних променів на установці “ПТФ-1М” для одержання фоторезистивного шару, стійкого до впливу активних травників.

Процес експонування полягає в опроміненні незахищених фотошаблоном ділянок фотополімерного шару ультрафіолетовими променями з метою руйнації позитивного фоторезисту або полімеризації негативного фоторезисту і наступного видалення зруйнованих ділянок шару або ділянок, що не піддалися полімеризації. Експонування проводиться на установці напівавтоматичного суміщення й експонування “УПСЭ-2”, що працює в напівавтоматичному режимі.

Після експонування підкладки інтегральних мікросхем піддаються опрацюванню розчином тризаміщеного фосфорнокислого натрію в деіонізованій воді для видалення плівки фоторе-

зисту, підданій впливу ультрафіолетових променів. В результаті опрацювання на поверхні підкладки залишається шар фоторезисту, рельєф якого відтворює необхідний рисунок.

Для видалення ділянок, не захищених фоторезистом, після полімеризації експонованого шару фоторезисту застосовують хімічну обробку підкладок у травильних розчинах.

Після одержання на підкладці рисунка резистивного шару вдруге наносять шар фоторезисту з наступним експонуванням, полімеризацією і проявленням для отримання рисунка струмопровідного шару. Травлення проводять в розчинах і на устаткуванні, які застосовуються при операціях травлення резистивного шару. Після видалення шару фоторезисту струмопровідні елементи, розташовані на підкладках, піддаються лудінню. Процес лудіння полягає у нанесенні розплавленого припою на їх поверхню методом занурення з попереднім флюсуванням поверхні струмопровідних елементів.

Після перевірки, виміру, термотренування і підготовки резисторів на кожному модулі ситалові підкладки поділяють на плати з елементами мікросхем. Для цього вони піддаються скрайбуванню, тобто нанесенню на підкладки алмазним різцем рисок у двох взаємно перпендикулярних напрямках між модулями. В результаті в ситалі в місці нанесення рисок концентруються механічні напружки, що послаблюють матеріал підкладки і полегшують поділ підкладок на плати.

Монтаж активних елементів із жорсткими виводами виконується паянням, при цьому виводи елементів сполучають з контактними площадками плат відповідно до креслення, розплавляють припій цих площадок і припій жорстких виводів.

Перевірена плата мікросхеми з активними елементами збирається в корпусі, при цьому вона клеїться до основи корпусу клейовою плівкою МПФ-1.

Загерметизовані мікросхеми проходять контроль.

2.3.3. Особливості виробництва товстоплівкових мікросхем і мікроборок

Завдяки простоті, гнучкості і постійному удосконаленню технологія товстоплівкових мікросхем усе ширше застосовується у виробництві. Із застосуванням електронно-обчислювальних

машин і створенням гнучких автоматизованих систем виробництва, переходом до безлюдного виробництва досягається вивільнення значної кількості робочих місць, поліпшення умов праці і підвищення культури виробництва.

У вітчизняній практиці використовуються автоматизовані комплекси, побудовані на агрегатно-модульному принципі. Кожний автоматизований модуль оснащений завантажувально-розвантажувальними пристроями. Устаткування, об'єднане в комплекс, дозволяє виготовляти 600 мікроборок за 1 годину. Технологічне устаткування, що легко вбудовується в автоматичні лінії: автомати трафаретного друку, лазерної підгонки і контролю, роботизовані робочі місця для укладання електрорадіоелементів на підкладки, автоматичні завантажувально-розвантажувальні пристрої, успішно застосовується при виготовленні гібридних інтегральних мікросхем невеликими партіями, а за необхідності його легко перебудувати на випуск нових виробів. Тому технологію товстопліткових мікросхем і мікроборок застосовують для дрібносерійних і дослідних партій.

Технологічний процес включає такі основні етапи: підготування підкладок, виготовлення трафаретів, нанесення паст на підкладки та їх обробка, контроль параметрів плат, різання і ламання підкладок, монтаж конденсаторів, транзисторів, мікросхем, встановлення і закріплення виводів, очищення плат, функціональну підгонку, герметизацію і маркування. Технологічний процес складається з двох частин: виготовлення плівкової частини і мікроборки.

Найважливішим матеріалом, що застосовується у товстоплівковій технології, є паста, а головною операцією – її нанесення на підкладку. Органічна сполучна (найбільш поширений склад із ланоліну, вазелінового мила, циклогексанола і з етилцелюлози-інтерпіонеола) складає до однієї третини усієї маси пасты і забезпечує збереження придатності пасты для трафаретного друку. Порошкову частину пасты із скла або кераміки виготовляють у кульових, планетарних, вихрових і вібраційних млинах. Порошок змішують з органічною сполучною у спеціальних пастотертках або змішувачах. Приготовлену пасту зберігають у скляній тарі з притертою кришкою.

Важливим компонентом товстоплівкової мікрозборки є також підкладка, яка проходить ретельну обробку перед нанесенням пасти. Її обпікають при температурі 600 °С. Підкладку можна очистити кип'ятінням у водяному розчині перекису водню і аміаку з наступним кип'ятінням у дистильованій воді. Потім її промивають у спирті.

Для забезпечення відтворюваних властивостей плівкових елементів важливе значення має трафарет. Сітчасті трафарети виготовляють із нержавіючої сталі або нейлону. Сітку перед нанесенням на неї фоточутливої емульсії очищують органічними розчинниками, промивають в ультразвуковій ванні спочатку з миючим засобом, а потім у деіонізованій воді.

Трафарет не підлягає тривалому зберіганню, тому час до експонування необхідно скоротити до мінімуму. В установках експонування ділянки, що підлягли засвічуванню, задублюються, емульсія на них стає нерозчинною. Незасвічені ділянки вимиваються теплою водою або органічними розчинниками, внаслідок чого утворюється рисунок, що складається з відкритих вічок сітки.

Операції сушіння і впалювання паст, нанесених у вигляді рисунка, що виконує функції провідників, резисторів, діелектриків, служать для забезпечення адгезії рисунка до підкладки. Сушіння проводять у камерах з інфрачервоними випромінювачами.

Фізико-хімічні процеси, що відбуваються в матеріалах, з яких виготовляють товстоплівкові мікрозборки, важкокерівані, тому одержання заданих властивостей плівок досягається підгонкою.

Існує декілька видів підгонки плівкових резисторів при виробництві товстоплівкових мікрозборок. Найбільше застосування знайшли повітряно-абразивна і лазерна підгонки.

Сутність повітряно-абразивної підгонки полягає в оброблюванні рисунка резистивного шару струменем повітря зі зваженим у ньому порошком оксиду алюмінію. Установка для підгонки має робочу камеру з автоматичним переміщенням робочої голівки. Контроль процесу здійснюється за досягненням заданого опору резистора, який підганяється. Вимикання подачі повітря відбувається автоматично. Проте, незважаючи на ряд переваг

(низьку вартість устаткування, простоту обслуговування і високу продуктивність), інерційність процесу, трудність підгонки резисторів малої ширини, забруднення підкладки і всієї схеми та низка інших недоліків обмежують застосування цього методу. Тому найбільшого розповсюдження набула лазерна підгонка. Вона здійснюється на установках, асортимент яких у нашій країні великий. Режим роботи на цих установках – автоматичний, автономний і ручний. Закріплення плати з резисторами, що підганяються, в контактуюче пристосування, виставлення резисторів у вихідне положення перед підгонкою під промінь лазера і зняття плати після підгонки провадяться оператором вручну, самі ж підгонки – автоматично.

Сутність процесу лазерної підгонки полягає у випалюванні частини, що підлягає видаленню, променем лазера. Цей метод має незаперечні переваги: відсутність механічного контакту з оброблюваним виробом, нечутливість до стану навколишнього середовища, швидке вимикання, можливість автоматизації, оплавлення скла в місці обробки, висока продуктивність і можливість підгонки при функціонуючій схемі тощо.

Сучасне складально-монтажне виробництво мікрозборок – це комплекс автоматизованих і роботизованих пристроїв. Укладання елементів на плати мікрозборок виконується роботами, що керуються вмонтованими мікропроцесорами. Паяння провадиться в установках групового паяння.

Гібридні підкладки із встановленими елементами завантажуються на стрічку, що рухається. Тепло в зоні нагрівання передається через основні стрічки, пари флюсу постійно відводяться із зони нагрівання і робочої зони вентиляційною системою.

Очищення підкладок від залишків флюсів після паяння електрорадіоелементів проводиться в спиртобензиновій (1:1) і спиртофреоновій (1:19) сумішах. Найбільш ефективним є очищення у киплячому розчиннику в установці типу “УПИ”, яка забезпечує постійну дистиляцію спиртофреонової суміші. Застосовується й ультразвукове очищення при використанні водорозчинних флюсів.

Існують різні засоби герметизації: склом, паянням твердим або м'яким припоєм, органічними матеріалами, а також пластмасою.

2.3.4. Заходи безпеки

2.3.4.1. Заходи безпеки при застосуванні сильнодіючих отруйних речовин

Під час виробництва друкованих плат, мікросхем і мікросборок застосовується велика кількість різноманітних хімікатів та сильнодіючих отруйних речовин (СДОР). Розглянемо їх особливості та заходи захисту при їх застосуванні. Всі СДОР поділяються на дві категорії: до категорії I відносяться ті СДОР, що контролюються органами міліції (див. додаток 1); до категорії II відносяться СДОР, що не контролюються органами міліції (див. додаток 2).

За своїми характеристиками всі СДОР розподіляються на п'ять груп:

- група 1 – сипучі і тверді, нелетючі за температури зберігання до 40 °С;
- група 2 – сипкі і тверді, летючі за температури до 40 °С;
- група 3 – (підгрупи А і Б) – рідкі, летючі, що зберігаються у емкостях під тиском (зтиснуті та скраплені газу);
- група 4 – (підгрупи А і Б) – рідкі, летючі, що зберігаються у емкостях під тиском;
- група 5 – кислоти, що димляться.

До роботи зі СДОР не допускаються вагітні жінки і матері, що годують грудьми, а також підлітки до 18 років. Перевезення СДОР будь-яким видом транспорту здійснюється відповідно до правил їх транспортування. На перевезення СДОР ручним вантажем необхідно отримати дозвіл міліції, а перевезення в громадському транспорті (метро, трамвай, тролейбус, автобус) заборонено.

Розфасування сухих СДОР повинно здійснюватись у витяжних шафах, обладнаних вагами, до того ж верх тари, що на вагах, повинен бути вище верху тари, в яку насипаються СДОР. Для розфасування слід застосовувати ложки чи совки із нержавіючої сталі різних розмірів та з різними держакками за довжи-

ною. Довжина держака повинна бути такою, щоб при набірранні отруйної речовини держак виходив із неї на 150–200 мм. Робітники повинні працювати у протигазах.

У ті цехи, що не мають комори для зберігання СДОР, ціанисті солі видаються тільки у розчиненому вигляді і в запломбованій тарі. Для цього повинна бути зворотна тара із гвинтовими герметичними пробками, пофарбована у відповідний колір та з написом “Отрута”. Переливання розчинних отрут повинно здійснюватись за допомогою електронасосів чи ручних насосів та сифонів.

При роботі зі СДОР категорії I в гальванічних цехах необхідно проводити щорічну перевірку ванн на герметичність. Ванни повинні закриватися кришками та мати бортові відсмоки. При роботі з ціанистими електролітами вентиляційна установка повинна обладнуватися фільтрами для знешкодження відпрацьованого забрудненого повітря, світловою та звуковою сигналізацією, що спрацьовує при зупиненні роботи вентиляції. Дільниці робіт з ціанистими електролітами повинні бути ізольовані або ж відокремлені від основного приміщення суцільною перегородкою на висоту 1,5 м, вища її частина може бути сітчастою. Інструмент, який застосовується при роботі на ціанистих ваннах, повинен мати відмітне офарблення.

У лабораторіях СДОР категорії I повинні зберігатися в окремій кімнаті у металевій шафі під замком і пломбою у герметично закритій тарі з написом “Отрута” та назвою речовини. Якщо СДОР не можуть зберігатися у герметично закритій тарі і випаровуються, шафа для їх зберігання повинна бути обладнана витяжною вентиляцією. Відповідальний за зберігання СДОР повинен вести книгу обліку приходу і витрат, яка має бути пронумерована, прошнурована та опечатана. Про витрачання отриманих СДОР категорії I складається акт.

Для роботи з СДОР виділяються окремі столи, на лабораторному посуді робиться напис “Для СДОР”, всі роботи проводяться у витяжній шафі. Розчини СДОР, що залишилися після роботи, повинні здаватися на зберігання відповідальній за СДОР особі.

До найбільш розповсюджених СДОР категорії II відносяться кислоти. Зберігатись кислоти повинні у такій тарі: азотна агре-

сивна – в алюмінієвих бочках і цистернах з корозійно-стійкої сталі марки Х18Н9Т; сірчана всіх концентрацій – із корозійно-стійкої сталі марки ОХ23Н28МЗДЗТ; соляна – в сталевих гумованих бочках і цистернах; фтористоводнева (плавикова) – в ебонітових бідонах ємкістю 20 л та в поліетиленових балонах ємкістю до 50 л. Азотну та сірчану кислоти об'ємом до 40 л можна зберігати у скляних бутлях.

На складі бутлі з кислотами, упаковані в міцні кошелі або в дерев'яні обрешітки, встановлюють групами одного найменування у 2–4 ряди по горизонталі не більше 50–100 шт. у кожній групі. Між групами залишають проходи не менше одного метра. На кожному бутлі повинна бути бірка з найменуванням кислоти, державного стандарту, сорту та маси. При транспортуванні бутлі з кислотами повинні герметично закриватися гумовими ковпаками для запобігання розбризкування. Переносити бутлі з кислотами у межах цеху чи складу належить неодмінно в тарі з ручками для двох робітників із застосуванням спеціальних нош з бортами або перевозити на спеціальних візках. Перенесення бутлів без кошелів забороняється.

Переливання кислот з бутлів у інші посудини здійснюють за допомогою сифона, використовуючи тиск повітря на поверхню рідини. Тиск не повинен бути більший як 0,02 МПа (0,2 кгс/см²). Всі роботи з кислотами треба виконувати в запобіжних окулярах і гумових рукавичках, а в окремих випадках – в гумовому фартусі та гумових чоботах.

Знежирення і промивання деталей і трубопроводів трихлоретиленом, дихлоретаном можливе при дотриманні вимог з обладнання припливно-витяжної вентиляції, при цьому працівники не повинні стикатися з дихлоретаном чи розчином, що містить його суміші. Виготовлення і збут продуктів, що містять дихлоретан, для побутових потреб (продаж населенню) заборонено.

При роботах з хімічним посудом і ампулами можливі випадки їх поломки. Тому, при складанні скляних приладів та з'єднуванні їх за допомогою гумових трубок, а також при надіванні останніх на скляні трубки і при інших роботах зі склом, необхідно захищати руки рушником і працювати у захисних окулярах. Щоб полегшити складання, кінці скляних трубок повинні оплавитися і змочуватись водою, вазеліном чи гліцерином. При перенесенні посу-

дин з гарячою рідиною, при закритті тонкостінної посудини, розкритті ампул необхідно користуватись рушником або іншим матеріалом, щоб захистити руки від травм.

Розкривати запаяні ампули слід після їх охолодження нижче температури кипіння запаяної в них речовини та в захисних окулярах.

2.3.4.2. Безпека при травленні та нанесенні гальванічних покриттів

Травлення, нанесення гальванічних покриттів пов'язані із застосуванням шкідливих і небезпечних для організму людини речовин, наприклад: кислих, лужних і лужно-ціанистих електродолітів, що у багатьох випадках мають підвищену температуру, а також мідних, нікелевих, свинцевих та інших солей і хромового ангідриду. Тому такі технологічні процеси повинні бути механізовані і автоматизовані. Якщо ж неможливо повністю автоматизувати заповнення ванн розчинами, необхідно використовувати спеціальні заливальні пристосування.

У великих цехах слід передбачати механізоване розливання кислот та лугів з трубопроводів або з мірних бачків, що встановлюються над кожною ванною. Завантажувати та розвантажувати великогабаритні деталі слід за допомогою підйомно-транспортних пристосувань.

Ванни повинні закриватися кришками. Ванни з кислотами необхідно встановлювати так, щоб верхні борти їх знаходились на відстані 0,9–1 м від підлоги або настилу, а робітникам не доводилось нахилитися над ванною при завантаженні та розвантаженні деталей.

При підвішуванні пристосувань з деталями на штанги повинна бути виключена можливість падіння деталей у ванну. Забороняється перевіряти надійність кріплення деталей на підвісках шляхом струшування їх над ванною. Підвісні пристосування (підвіски, кошики тощо) повинні бути простими та зручними, виготовлені з кислото- і лугостійкого матеріалу.

При увімкненому електроживленні ванни забороняється завантажувати, розвантажувати, струшувати деталі, очищати штанги і виправляти контакти. Режим травлення повинен відповідати прийнятій технології. Температуру розчинів необхідно під-

тримувати автоматично. Підігрівати розчини сірчаної кислоти до температури вище 60 °С, а соляної – вище 40 °С не допускається. Категорично забороняється застосовувати для травлення суміш оцтової і хлорної кислот, тому що за певним співвідношенням цих кислот суміш схильна до запалення та вибуху.

Особливу увагу слід приділяти коректуванню складу розчину ванн, тому що помилкове додавання в ванну розчину іншого складу може призвести до розігріву і його викиду, виділенню шкідливих парів. Сталеві деталі, що впали у ванну, слід вилучати магнітом, мідні і латунні – перфорованим совком з держакон із матеріалу, стійкого до дії кислот і лугів. Довжина держака повинна бути більше глибини ванни на 40 см. Діставати деталі, які впали у ванну, руками і ставати на борти ванн забороняється.

При роботі з **кислими електролітами** з ваннами нікелювання робітники повинні проходити періодичний медичний огляд через кожні 6 місяців, руки необхідно змащувати захисною маззю для запобігання захворювання нікелевою екземою.

При роботі з **лужними розчинами** необхідно періодично очищувати щілини бортового відсмоктувача, обмивати водою борти ванни і підлогу. На кожній дільниці цеху повинен бути складений графік очищення ванн і бортових відсмоків. Облік профілактичного огляду і ремонту ванн повинен реєструватися в журналі.

Найбільшу небезпеку становить робота з **ціанистими електролітами**. Приміщення повинно бути обладнане автоматичними сигналізаторами наявності у повітрі СДОР. Дільниці повинні бути обладнані потужною вентиляцією. Необхідно постійно слідкувати за контрольною сигнальною лампою, що сигналізує про роботу витяжної вентиляції. У неробочий час усі ванни повинні бути закриті щільними кришками, вентиляція вмикається за 30 хвилин до початку роботи.

Інструмент для робіт з ціанистими ваннами повинен мати розпізнавальне офарблення. Перед зануренням та після вивантаження деталей їх необхідно ретельно промити у двох ваннах з проточною водою. Після вивантаження деталей слід старанно протерти борти ванни мокрою ганчіркою до повного видалення залишків ціанистого розчину.

Електроліти для хромування містять дуже агресивну речовину – хромовий ангідрид. Крім того, до складу деяких типів електролітів входять кремнефтористий калій і інші шкідливі речовини. Шкідливість процесу збільшується тим, що температура розчинів становить 50–90 °С, а процес іде при високих щільностях струму. У зв'язку з цим хромові ванни облаштовуються бортовою вентиляцією. Для зменшення утворення над ваннами туману рекомендується дзеркала ванни покривати скляними або пластмасовими порожнистими кульками, що затримують винесення найдрібніших частинок електроліту. Ванни повинні бути обладнані автоматичними регуляторами температури, кришками і заливними пристроями. Розчинення, заміну електроліту і очищення ванн необхідно проводити у відповідному спецодязі і протигазі марки “В” або респіраторі типу Ф-46К. При випадковому потрапленні електроліту на шкіру обличчя і рук слід видаляти його 5-ти процентним розчином гіпосульфїту з наступним промиванням водою; при потрапленні електроліту в очі – промити 1-но процентним розчином, а потім – водою.

Для приготування **фтористоводневих електролітів** застосовується плавикова, борна кислоти та інші компоненти. Пари плавикової кислоти отруйні і здійснюють шкідливу дію на організм людини, тому електроліти слід готувати на спеціально облаштованому місці, при ввімкнутій вентиляції, користуючись респіратором або протигазом, в захисному спецодязі та взутті.

2.3.4.3. Безпека при нанесенні хімічних покриттів

Для **оксидування** застосовують каустичну соду, їдкий калій, азотнокислий натрій та інші хімічні речовини. Відкриті (без ковпака) ванни оксидування повинні мати бортову вентиляцію і щільну кришку, що автоматично відкривається в один бік. На ванни, в яких оброблюються легкі деталі, що завантажуються вручну, необхідно встановлювати ковпак з витяжкою. Підігрів ванни регулюється автоматично. Рівень розчину у ванні повинен бути нижче її бортів: при ручній роботі на 350–400 мм, при автоматизованій – на 200–300 мм.

При добавлянні у ванну води чи концентрованого лужного розчину необхідно користуватися пристроєм у вигляді лійки з

трубою, що дістає дна ванни. Воду добавляють при закритій кришці і температурі розчину більше 100 °С.

Ванни **фосфатування** повинні бути обладнані кришками, що автоматично закриваються, та місцевою вентиляцією. Обігрів ванн здійснюється паром, температура регулюється автоматично. Для поліпшення умов праці рекомендується замінювати гаряче фосфатування прискореним холодним фосфатуванням методом розпилювання розчину (струменевий метод).

2.3.4.4. Безпека при роботі з легкозаймистими рідинами

Застосування легкозаймистих речовин (ЛЗР) в цехах повинно регламентуватися технологічними документами. Доставка їх з центрального складу здійснюється тільки спеціально навченими робітниками. В цехових коморах, що призначені для зберігання ЛЗР, норма зберігання – односторонній запас при однозмінній роботі цехів і не більше двозмінної потреби – при роботі у дві зміни. Із цехових комор ЛЗР видаються на робочі місця у тарі з кольорових металів, зі щільними кришками, ємкістю не більше 0,5 л. Зберігання рідин на робочих місцях неприпустимо.

Знежирення і промивання деталей повинні проводитися поштучно, під наглядом відповідальної особи з пожежної безпеки, у спеціально облаштованих місцях з відсмоктуванням повітря знизу або на спеціальних столах, обладнаних бортовою витяжною вентиляцією, або у витяжній шафі. У бензин, що застосовується для знежирення деталей, повинна додаватися антистатична присадка “Сігбол”. Приготування розчину бензину з присадкою регламентується відповідними вказівками з безпеки.

Знежирення поверхні деталей виробів проводиться бавовняними серветками, змоченими у розчиннику. Під час роботи треба користуватися двома серветками, застосовуючи їх по черзі. Вільна від роботи серветка повинна лежати на заземленій поверхні, до того ж робітникам рекомендується час від часу ставати на заземлені предмети або торкатися їх руками. Повинні також заземлюватись тара з розчином та деталь, яка знежирюється. Для зняття електростатичної напруги серветку кладуть на металеву сітку, яка сполучена із заземлюючим контуром.

При роботах, пов’язаних із застосуванням ЛЗР, спецодяг працюючих не повинен містити синтетичних матеріалів. Мате-

ріал для обтирання деталей повинен перевірятися на відсутність синтетики. Миття підлог, стін легкозаймистими рідинами та їх складниками, прання в них спецодягу не допускаються

Робітники та інженерно-технічні працівники допускаються до самостійної роботи із застосуванням ЛЗР після проходження навчання, інструктажу та перевірки знань правил з безпеки праці і пожежної безпеки.

2.3.4.5. Безпека при виготовленні деталей з пластмас

У виробництві радіоелектронної апаратури застосовується велика кількість деталей із ізоляційних матеріалів. Деталі виготовляють механічним способом (різанням), що супроводжується великою кількістю пилу і газоподібних продуктів розкладу пластмас. Дія цих виділень на працюючих може призвести до профзахворювань. При обробці матеріалів можливі також механічні травми (порізи, забитості тощо).

Дільниці механічної обробки необхідно ізолювати від інших дільниць цеху. Для видалення пилу безпосередньо із зони дихання верстатів повинні обладнуватись місцевою витяжною вентиляцією, а за наявності великої кількості верстатів застосовують ще й загальнообмінну.

При механічній обробці у великих обсягах шаруватих ізоляційних матеріалів (гетинаксу, текстоліту і склотекстоліту) можливо створити цілком нешкідливі процеси шляхом автоматизації і видалення оператора із зони пилогазовиділень.

Дискові пилки, що застосовуються для різання листового ізоляційного матеріалу, також обладнують місцевою витяжною вентиляцією. З метою запобігання порізів рук дискова пилка повинна бути обладнана пристроєм регулювання положення ріжучої частини пилки відповідно товщині матеріалу, що розкрююється.

Технологічні процеси, що пов'язані із застосуванням склотканини, склопластику, супроводжуються виділенням дрібного гострокрайового пилу, котрий, осідаючи на відкриті ділянки тіла, викликає поколювання, свербіж шкіри. Потрапляючи в очі, такий пил викликає подразнення їх слизової оболонки, а потрапляючи в дихальні шляхи – крім їх подразнення, може призвести при тривалій дії до небезпечного захворювання легень – сілі-

козу. Тому роботи зі склотканинами повинні проводитись в окремому приміщенні, обладнаному припливно-витяжною вентиляцією. Спецодяг перед здаванням у гардероб повинен знефлюватись пилососом. Після закінчення роботи працівники повинні прийняти душ без застосування мила, тому що втирання мила посилює зуд.

При механічній обробці ізоляційних матеріалів слід застосувати засоби індивідуального захисту від пилу, що утворюється (респіратори і окуляри).

2.4. Безпека праці при паяльних роботах

2.4.1. Небезпечні та шкідливі фактори

Монтаж електричних схем приладів та радіоапаратури проводиться за допомогою різних видів паяння. Кожному з них властиві певні відповідні шкідливі та небезпечні фізичні фактори, що відрізняються як кількісними, так і якісними характеристиками. При цьому деякі види паяння продукують одночасно декілька таких фізичних факторів, що призводять до травм, погіршення умов праці і виникнення пожеж та вибухів. Такими потенційними шкідливостями і небезпеками можуть бути: запиленість та загазованість повітря робочої зони; наявність інфрачервоних випромінювань від розплавленого припою у ванні або від паяльника; наявність електромагнітного випромінювання високої частоти; дія ультразвуку на організм монтажника при пайці хвилиною, котра утворюється за рахунок дії ультразвуку на розплавлений припій; дія електростатичного заряду; незадовільна освітленість робочих зон або підвищена яскравість; незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні; дія бризок та крапель розплавленого припою; ураження електричним струмом.

Біологічна дія деяких вихідних компонентів припою наведена у таблиці 2.

Враховуючи шкідливість вихідних компонентів, що входять до складу припою, флюсів та миючих середовищ, до приміщень та робочих дільниць, де виконується паяння, ставляться особливі вимоги.

Таблиця 2

Біологічна дія, клас небезпеки та гранично допустима концентрація (ГДК) у повітрі робочої зони деяких компонентів, що входять до складу припою

Компонент	Характер токсичності та дії	Клас небезпеки	ГДК, мг/м ³
Алюміній	При вдиханні пилу вражаються легені, виникає дифузний фіброз – алюміноз	3	2,00
Кадмій	Спостерігається ураження печінки, легенів, нирок, системи кровообігу, статеві та репродуктивної функції	1	0,10
Марганець	Діє на центральну нервову систему, викликає органічні зміни головного мозку, дистрофічні зміни в печінці та легенях	2	0,30
Мідь	Ураження органів дихання, шлунково-кишкового тракту, печінки, нирок, анемія, пневмосклероз	2	1,0
Нікель	Ураження нервової системи, шлунково-кишкового тракту, печінки, серцево-судинної системи (гіпотонія), системи крові, слизової оболонки верхніх дихальних шляхів	2	0,50
Олово (оксид)	Ураження бронхів, проліферативно-кліткова реакція в легенях. При тривалій дії можливий пневмоконіоз	3	10,0
Свинць	Ураження нервової системи, крові, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, статеві системи, ураження перебігу вагітності	1	0,01
Сурма	Ураження дихальних шляхів, травного тракту, нервової системи, серцевого м'язу	2	0,50
Титан	Астмоїдні бронхити, емфізема, фіброз легенів	3	10,0
Цинк	Ураження дихальної та травної систем, нирок, серця	2	0,50

2.4.2. Вимоги до виробничих приміщень, технологічних процесів і обладнання

Дільниці, на яких зосереджені операції паяння, виділяють в окреме приміщення. Опорядження приміщень, повітропроводів, комунікацій, опалювальних приладів має допускати їх очищення від пилу і періодичне обмивання. Стики стінні, стін зі стелею та підлогою роблять зкругленими; стіни, віконні рами, опалювальні прилади, повітропроводи повинні бути гладенькими та покритими олійною фарбою світлих тонів (панелі на рівні 1,5 – 2 метри від підлоги краще облицювати плиткою). Підлоги повинні бути водостійкими та виготовлені з матеріалу, що має підвищену міцність і опір стиранню та запаленню, без щілин та мати ухили до трапів каналізації.

При розробці технологічного процесу до програми робіт повинні закладатись тільки стандартизовані припої та флюси.

Використання припоїв, до складу яких входять кадмій та свинець, слід різко обмежувати, а при пайці у замкнених просторах, що погано провітрюються, припої, які містять кадмій, слід виключити.

При пайці хвилею подачу, занурення та виймання виробів необхідно виконувати автоматично, забезпечивши запобігання розбризкуванню припою. При пайці автоматами з високочастотним нагрівом інтенсивність електромагнітного поля не повинна перевищувати допустимі норми згідно ГОСТ 12.1.006-76. Крім того, автомати повинні бути обладнані вбудованими місцевими відсмоктувачами. Переміщення дрібних виробів конвейєром виконується у спеціальній тарі, яка виключає забруднення робочих поверхонь.

Рідкі флюси наносять на вироби за допомогою пензлика або спеціальних пристроїв, що виключають забруднення флюсом робочих поверхонь або шкіри рук. На постах паяння дозволяється зберігати флюс і припій у кількості змінної витрати.

2.4.3. Вимоги до вентиляції і опалення

Експлуатація дільниць пайки, не обладнаних місцевою витяжною вентиляцією, забороняється. Вентиляційні установки повинні вмикатися до початку робіт і вимикатися після їх закін-

чення. Робота вентиляційних установок повинна контролюватися за допомогою спеціальної сигналізації (світлової, звукової).

Конструкція місцевих відсмоктувачів і зона розташування всмоктуючої частини повітроприймача вибирається залежно від габаритних розмірів і форми виробів. У зоні паяння швидкість направленного потоку, що утворюється місцевими відсмоктувачами, повинна на 0,2 м/с перевищувати рухомість повітря в зоні пайки, але бути не менше 0,5 м/с. На дільницях, де допускається природне провітрювання, швидкість повітря в зоні пайки, що утворюється місцевими повітроприймачами, повинна бути не менше 0,6 м/с. Електропаяльники у робочому стані повинні знаходитися у зоні дії витяжної вентиляції. Повітря на дільниці паяння слід подавати повітря розосереджено у верхню зону приміщення через плафони, перфоровані або щілинні стелі, перфоровані повітропроводи, панелі та ін. Швидкість руху повітря в робочій зоні радіомонтажника повинна бути не більша 0,3 м/с.

Приміщення, в яких містяться дільниці паяння, обладнуються відокремленою припливно-витяжною вентиляцією. Приплив повітря повинен складати 95% обсягу витяжки. Недостатні 5% припливного повітря надходять із суміжних, більш чистих приміщень. Рециркуляція повітря у приміщенні паяння не допускається. Утворені повітрообміни слід перевіряти на забезпечення в приміщеннях необхідних метеорологічних умов за ГОСТ 12.1.005-88.

2.4.4. Вимоги до санітарно-побутових, допоміжних приміщень і засобів індивідуальної профілактики

Місця, відведені для паління, а також кімнати для приймання їжі і виробничі дільниці обладнуються умивальниками, до яких безперервно повинна подаватися гаряча і холодна вода протягом всіх змін. Біля умивальників передбачаються бачки з 1% розчином оцтової кислоти або змивальної пасту на основі ОП-7 для попереднього обмивання рук і наступного миття їх теплою водою з милом.

Для захисту шкіри рук від впливу сенсibiliзуючих речовин, що входять до складу флюсів, застосовуються захисні мазі і пасту типу «Миколан», паста «ИЕР-1», «ХИОТ-14», казеїнова паста і біологічні рукавички, що наносять на шкіру перед початком

зміни і після обідньої перерви. Після роботи для шкіри рук необхідно застосовувати жирні поживні креми.

Питну воду для працюючих на дільницях пайки подають через фонтанчики, які встановлюють поза паяльними дільницями, але поблизу них.

Паяльні роботи повинні виконуватися робітниками у передбаченому для цього спецодезії, який забороняється брати додому. У приміщеннях, де виконується паяння, забороняється зберігати будь-який вид одягу, особистих речей, приймання та зберігання їжі, питної води, а також паління. Вхід в робочому одязі у кімнати для приймання їжі, їдальні і буфети забороняється.

Міняти і здавати до прання робочий одяг необхідно не рідше одного разу на тиждень.

2.5. Безпека експлуатації оптичних квантових генераторів

«Лазерна технологія» – цей термін охоплює нові методи обробки, тобто нагрів деталей світловим променем – випромінюванням лазеру. У приладобудуванні лазер служить інструментом для підготовки резисторів інтегральних схем, зварювання прецизійних деталей, свердління (вірніше пробивання) малих отворів, прецизійного різання. У вітчизняній промисловості застосовуються два типи лазерів: твердотілі та газові. Основним джерелом енергії є оптичний квантовий генератор (ОКГ). У зону оброблювання можуть бути введені допоміжні джерела енергії: механічної, електромагнітної та іншої, які поліпшують процес оброблення, наприклад при різанні, обробці отворів. Лазерне випромінювання формується оптичною системою в світловий пучок з визначеними характеристиками і спрямовується на деталь, що оброблюється.

Спостереження та контроль ведуть також за допомогою оптичної системи, а контроль параметрів випромінювання для коректування – з використанням системи датчиків. Датчики контролюють температуру зони обробки, стан поверхні деталі, що оброблюється, яскравість світіння плазменого факела. Сигнали датчиків дозволяють управляючому пристрою змінювати параметри випромінювання та зупиняти обробку.

Найбільш розповсюджені газові (молекулярні) лазери на двооксиді вуглецю (CO_2), оскільки вони мають найбільшу вихідну потужність та високий ККД. Лазери на CO_2 працюють у безперервному та в імпульсному режимах. На поверхні речовини під дією лазерного випромінювання при густині потоку потужності до 10^6 – 10^7 Вт/см² починається інтенсивне випаровування (кипіння) матеріалу, в результаті чого на поверхні матеріалу виникає ямка. При подальшому збільшенні густини потоку потужності у центрі світлової плями у розплаві утворюється вузький глибокий отвір, метал із якого частково випаровується.

Лазери використовують для автоматизованого різання різних матеріалів з одержанням тонких і точних розрізів, а також для виконання різання за складним профілем у двох і навіть трьох вимірах.

Процес інтенсивного випаровування матеріалу під дією потужного лазерного імпульсу використовують для одержання отворів, причому у будь-якому напрямку. Лазером можна отримати отвори в крихких (кераміка) і дуже твердих (алмазні фільтри) матеріалах.

Лазер використовують для виготовлення фотошаблонів в електронному приладобудуванні, для приварювання виводів активних елементів до підкладки гібридних інтегральних мікросхем, для підгонки резисторів тонкоплівкових мікросхем за рахунок видалення випаровуванням частини металевої плівки, нанесеної на підкладці.

Основними джерелами небезпеки оптичних квантових генераторів (ОКГ) є:

- висока напруга джерела живлення;
- прямий світловий промінь генератора, а також його відбиті, переломлені та розсіяні промені;
- озон;
- електромагнітні поля;
- бризки, випари, аерозолі чи інші частинки оброблюваного матеріалу;
- світло імпульсних ламп накачування;
- рентгенівське та нейтронне випромінювання.

Встановлювати ОКГ можна в окремих або загальних виробничих приміщеннях залежно від потужності генератора. Примі-

щення, в яких розташовані ОКГ, повинні мати матову поверхню, що забезпечує розсіяне відбиття світла з коефіцієнтом відбиття не більше 0,4.

Безпека експлуатації ОКГ визначається такими умовами: застосуванням захисних пристроїв, навчанням для набуття відповідної кваліфікаційної групи з техніки безпеки, проведенням повторного інструктажу.

Для захисту персоналу від ураження електричним струмом високої напруги застосовують дистанційне управління, блокування, автоматичні замикачі, механічні заземлювачі, сигналізацію та захисні ізолюючі засоби. Для запобігання ураження обслуговуючого персоналу прямим світловим променем необхідно застосовувати огорожу від виходу променя за межі установки, не допускати проникнення людини у зону проходження променя чи зону підвищеної інтенсивності опромінювання, передбачати блокування або засувки при роботі з оптичними системами спостереження. З метою обмеження розповсюдження відбитих, заломлених і розсіяних променів використовують мішені, скорочують довжину променя для зменшення енергії випромінювання, застосовують огорожі та попереджувальну сигналізацію. Для захисту від електромагнітних полів, світла імпульсних ламп накачування, рентгенівського і нейтронного випромінювання застосовують відповідні екрани (непрозорі зі сталі, дюралюмінію, гетинаксу, текстоліту і т. ін.). Захист органів дихання від озону, бризок, випаровувань, аерозолей та інших частинок матеріалу, що оброблюється, забезпечується використанням боксів, витяжних шаф, загальнообмінної вентиляції.

При роботі з ОКГ оператор може виконувати такі операції:

- установку (зняття) активних елементів ОКГ;

- з'єднання активних елементів з електричною та технологічною частинами обладнання;

- орієнтацію ОКГ у необхідному положенні;

- установку та зняття деталей, що оброблюються;

- вмикання та вимикання ОКГ;

- маніпуляцію органами керування, розміщеними на зовнішніх панелях та пультах;

- вимірювання параметрів ОКГ на випробувальній установці.

Оперативно-ремонтний персонал при технічному обслуговуванні виконує операції по заміні імпульсних ламп накачування, запобіжників і сигнальних ламп, пристроїв блокування і сигналізації, регулюванню та виправленню найпростіших несправностей механічного модулятора добротності або маніпулятора променя ОКГ, заміні охолоджуючої рідини в ОКГ з рідинним охолодженням.

Складальники і наладчики ОКГ допускаються до виконання таких операцій: монтажу і демонтажу несучої конструкції ОКГ і складних вузлів з вивіркою і підгонкою деталей, заміни і юстирування дзеркал резонатора, настройки та перевірки механічних характеристик вузлів, установлення і заміни активного елемента ОКГ, ремонту і налагоджування радіоелектронної частини установки для одержання генерації ОКГ і підбирання оптимального режиму його роботи, заміру параметрів.

2.6. Безпека праці при електрохімічній і електрофізичній обробці матеріалів

У приладобудуванні, радіотехніці, радіоелектроніці й інших галузях промисловості все ширше застосовують прогресивні методи обробки матеріалів: електрохімічні, електрохіміко-механічні (анодно-механічні) і електрофізичні. Матеріали і методи робіт, що використовуються, у ряді випадків екологічно шкідливі, а самі технологічні процеси небезпечні для обслуговуючого персоналу. Кожний метод характеризується певною сукупністю небезпек і шкідливостей (табл. 3).

Захист від небезпечної дії електричного струму. Безпосередньо на робочому органі процесу застосовується широкий діапазон напруг: до 36 В – при електрохімічних, анодно-механічних і електроконтактних методах; 200–400 В – при нагріванні і плазмовій обробці; 10–150 В – при електронно-іскровій обробці, а вище 1000 В у широких межах – при інших методах обробки. Безпека експлуатації устаткування забезпечується застосуванням захисного заземлення, занулення, захисного вимикання, основних і додаткових електрозахисних засобів відповідно до правил застосування заходів захисту від електричного струму.

Основні небезпеки та шкідливості, супутні електрохімічним

№	Спосіб обробки	Виробничі небезпеки						
		Елек-трична напруга		Механічні				Тер-мічні
		До 1000 В	Вище 1000 В	Вироби що оброблюються	Вузли устаткування	Підвищений тиск	Знижений тиск	Підвищена температура
1	Електрохімічні методи	+				+		+
2	Анодно-механічні методи	+		+	+			
3	Електроіскрова обробка	+		+	+			
4	Електроімпульсна обробка	+		+	+			
5	Нагрів токопровідних матеріалів	+		+				+
6	Електромеханічні методи	+		+	+			+
7	Ультразвукова інтенсифікація фізико-хімічних процесів	+	+					
8	Ультразвукова інтенсифікація металургійних процесів.	+	+					+
9	Ультразвукова розмірна обробка	+	+	+	+			
10	Плазмова обробка	+					+	+
11	Електровибухові методи		+					
12	Електронно-променева обробка		+		+			
13	Електромагнітне імпульсне формоутворення		+		+			
14	Лазерна обробка		+			+	+	+

та електрофізичним методам обробки

Виробничі шкідливості													
Хімічні		Випромінювання						Механічні коливання			Виділення у повітрі		
Агресивні речовини	Пожеонебезпечні речовини	Інфрачервоне	Видиме	Ультрафіолетове	Лазерне	Іонізуюче	ЕМП (радіочастотне)	Шум	Ультразвук	Вібрації	Гази	Пари	Пил і аерозолі
+												+	
			+					+		+	+		+
	+		+	+				+	+		+	+	+
			+	+				+	+		+	+	+
+		+									+		
		+	+	+					+		+	+	+
+									+	+		+	+
		+	+					+	+		+		+
			+			+		+			+	+	+
			+				+	+			+		
+	+		+	+		+		+			+		
			+	+			+				+		
					+						+	+	

Захист від механічних і термічних небезпек здійснюється застосуванням різноманітних огорож і блокувань, а також дотриманням відповідних правил безпеки при виконанні певних операцій технологічного процесу.

Захист від агресивних хімічних речовин. Особливу небезпеку при електрохімічних методах оброблення, нагріванні в електроліті струмопровідних матеріалів й ультразвуковій інтенсифікації фізико-хімічних процесів становлять різні хімічні речовини, які застосовуються у якості електролітів і очищувальних розчинів.

Електроліти, які застосовуються при електрохімічній обробці матеріалів, являють собою розчини сильних кислот (сірчаної, фосфорної, хромової, соляної, плавикової, азотної та ін.), їх суміші у різних пропорціях, а також розчини і розплави їдких лугів. Нагрів струмопровідних матеріалів провадиться в розчинах їдких лугів або солей лужних металів. Ультразвукове очищення провадиться у середовищі різноманітних розчинників, водних розчинів мінеральних і органічних кислот, розчинах їдких лугів і солей (фосфати, карбонати, фториди) та ін.

Небезпечна дія електролітів і розчинів для ультразвукового очищення проявляється, коли вони потрапляють у вигляді крапель, бризок або струменів на відкриті ділянки тіла (шкіру або слизові оболонки). Кислоти збезводнюють і окислюють шкіру, викликаючи хімічні опіки. Дія кислот виявляється негайно, а руйнація зачіпає тільки поверхневий шар тканин. Концентровані, гарячі кислоти і їх суміші можуть спричинити обвуглювання уражених ділянок. Під дію лугів тканини шкірного покрыву руйнуються і виникають хімічні опіки, які супроводжуються утворенням хворобливих ран, які повільно гояться. Розплави лугів здійснюють одночасно хімічну і теплову дію. Небезпека ураження розплавами лугів зростає, якщо в розплавлене середовище потрапляє вода, при миттєвому закипанні якої викидається велика кількість лугу. Розчини солей і емульсії менш небезпечні для шкіри, ніж кислоти або луги, проте попадання їх на слизову оболонку очей являє собою певну небезпеку. Деякі застосовувані солі є сильними отрутами (такі, як ціанисте срібло і ціанистий калій).

До числа найважливіших заходів, що забезпечують безпеку роботи обслуговуючого персоналу, належать: механізація й автоматизація процесів, зміна складу електроліту для зниження його агресивності, влаштування загальної і місцевої вентиляції, застосування індивідуальних засобів захисту і застосування надійних огороджувальних пристроїв.

Механізація й автоматизація є одним із найбільш надійних засобів забезпечення безпеки праці. Усуваючи необхідність ручної праці і запобігаючи перебуванню обслуговуючого персоналу безпосередньо поблизу устаткування, пристрої автоматизації і механізації виключають небезпеку зіткнення працюючого з агресивними речовинами і вірогідність травмування.

Зміна складу електроліту. Вибір електроліту проводиться не тільки за технологічними вимогами, але й за ознакою безпеки і нешкідливості обслуговування. Наприклад, для видалення поверхневих забруднень рекомендується надавати перевагу електролітам, що є розчинами солей, а не електролітам, що складаються з кислот, навіть якщо подібна заміна пов'язана з деяким уповільненням процесу. Аналогічно можна рекомендувати проведення знежирення не в гарячих лужних розчинах, а у нешкідливих органічних розчинниках, хоча це може виявитись економічно менш вигідним.

Влаштування місцевої і загальної вентиляції – обов'язковий захід захисту від агресивних хімічних речовин. Більш ефективним є влаштування місцевої вентиляції, що запобігає розповсюдженню шкідливостей у повітрі приміщення поза технологічним обладнанням.

Використання індивідуальних засобів захисту є надійним, але додатковим заходом забезпечення безпеки при роботі зі шкідливими хімічними речовинами. Індивідуальні засоби захисту необхідно застосовувати як додатковий захист або в аварійних випадках. Проте іноді недосконалість застосовуваного устаткування зумовлює необхідність постійного застосування цих засобів. До засобів індивідуального захисту відносяться захисні окуляри, респіратори, протигази, спецодяг, спецвзуття, захисні пасти та мазі. Із спецодягу застосовуються кислото-лугостійки рукавички, а також фартухи і захисні костюми із кислотостійких тканин.

До захисних засобів відносяться також спеціальні гідранти у вигляді короткого шлангу зі сплющеним наконечником для подання води з водогінної мережі, спеціальний гідрант у вигляді фонтанчика питної води, а також речовини, що нейтралізують і дезинфікують (розчини соди, борної кислоти тощо). Ці пристрої використовують для швидкого і зручного змивання бризок і крапель небезпечних хімікатів, що потрапили на шкіру або в очі працюючих.

Застосування надійних огорожувальних пристроїв – дуже доцільний захід захисту при експлуатації установок з потенційними джерелами хімічної небезпеки. Тип, форму і розміри огорож вибирають відповідно до конструкції, яку потрібно огородити.

Організаційні і спеціальні заходи безпеки. Безпеку роботи можна підвищити, запроваджуючи загальне інструктування персоналу, обов'язкове ознайомлення працюючих із властивостями усіх застосовуваних хімічних продуктів, чітке вивчення правил поводження з ними і їх зберігання. Крім того, для безпечної роботи з агресивними хімічними речовинами передбачають спеціальні заходи безпеки.

Розливання їдких рідин у невеликих кількостях повинно провадитися за допомогою спеціальних штативів, що нахилиються, скляних трубок із грушею, а у виняткових випадках – безпосередньо із сулії. У цьому випадку сулію необхідно поміщати в плетений кошик з двома ручками і переливати рідину в чистий посуд, поступово нахилиючи кошик.

Розводячи сірчану кислоту, її необхідно **вливати тонким струменем у холодну воду**, одночасно розмішуючи. Вливати воду в концентровану сірчану кислоту категорично забороняється. Концентровану сірчану кислоту необхідно вливати в чистий й обов'язково сухий посуд, щоб уникнути сильного розігрівання. При вливанні у вологу посудину відбувається розбрикування кислоти, що може викликати опіки.

При нейтралізації концентрованих кислот (особливо сірчаної) необхідно попередньо розбавляти їх дистильованою водою і користуватися розведеними розчинами лугів. Для нейтралізації лугів застосовують розведену кислоту.

При подрібленні їдкого натру і подібних хімікатів необхідно обов'язково вживати заходів обачності, щоб дрібні шматки цих речовин не потрапляли в очі, на тіло або у складки одягу. Для цього треба надіти окуляри і гумові рукавички, шматок речовини загорнути в тканину, і тільки тоді приступити до подріблення.

Всі ціаністі солі, що входять до складу деяких електролітів, є сильнодіючими отрутами. При потраплянні в організм вони викликають задуху, параліч серця і смерть. Робота з такими речовинами повинна виконуватись у витяжній шафі з діючою тягою. На випадок аварії (припинення тяги, розрив посудини і т. ін.) біля витяжної шафи завжди повинен бути наготові протигаз.

Основні заходи пожежної безпеки. Особливо небезпечні у пожежному відношенні електроіскровий і електропроменевий методи обробки матеріалів.

При електроіскровій обробці як робоче середовище звичайно використовують рідкі граничні вуглеводні (гас, солярове і веретенне масла). Запалення може відбутися при підйманні й опусканні ванни, якщо не вимкнути напругу на електродах, при іскрінні в місці закріплення електрода, при перегріві рідини, при наявності в рідині легких фракцій (бензину), при роботі з поливанням робочою рідиною і внаслідок інших причин.

Основні заходи пожежної безпеки у цьому випадку такі: застосування негорючих рідин або рідин із якомога високою температурою спалаху, підтримання температури робочої рідини на визначеному рівні, заборона знаходитися біля верстата у просякнутому мастилом спецодязі, улаштування надійної вентиляції, наявність належних засобів пожежогасіння та ін.

Специфічною небезпекою вакуумних електронно-променевих установок, застосовуваних для плавлення або зварювання, є конденсація дисперсного металу на стінках камери й утворення відкладень, які у деяких випадках мають високу спроможність самозайматися на повітрі. Неуважність до цієї обставини може спричинити опіки при чищенні, завантаженні й інших операціях, що проводяться з відкриттям камери.

Щоб уникнути запалення і вибухів продуктів конденсації і газів, під час відчинення, огляду і чищення електронно-

променевої плавильної печі після плавки відчиняти піч слід повільно, використовуючи рукавиці, окуляри і захисні маски. Остаточне чищення пічної камери можна починати після припинення спалахів конденсату.

Для зменшення небезпеки, пов'язаної з вибухом, електронно-променевої плавильної печі повинні постачатися запобіжними клапанами, огорожуватися екранами з листової сталі, а найкраще – встановлюватися в окремих приміщеннях і обладнуватися дистанційним управлінням.

2.7. Загальні вимоги безпеки до складально-монтажних робіт

Під час виконання складально-монтажних робіт можливі такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- механічна дія частин виробничого устаткування, що рухаються і обертаються і які не мають огорож;
- механічна дія підйомно-транспортних засобів;
- небезпечна напруга, яка виникає у випадку пошкодження (пробою) ізоляції струмоведучих частин електроустаткування, в електричному ланцюзі через тіло людини;
- недостатнє природне освітлення;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- пряма та відбита блискість;
- монотонність праці;
- виділення шкідливих речовин під час проведення технологічних процесів.

Концентрація шкідливих речовин, температура, відносна вологість і швидкість руху повітря не повинні перевищувати значень, що передбачені ГОСТ 12.1.005-88.

Устаткування і електроінструменти, що застосовуються під час виконання складально-монтажних робіт, повинні відповідати вимогам за ГОСТ 12.3.003-74 та ПТЕ і ПТБ.

Конвейєри складання і монтажу повинні відповідати вимогам за ГОСТ 12.2.022-80. Пуск та зупинка (окрім аварійної) конвейєрів повинні виконуватись за попереднім звуковим чи світловим сигналом.

Технологічні процеси складально-монтажних робіт повинні відповідати ГОСТ 12.3.002-75 та галузевим стандартам на типові технологічні процеси.

Експлуатація ручних пневмо- та електроінструментів повинна здійснюватись відповідно з вимогами за ГОСТ 12.2.010-75 та ГОСТ 12.2.002-75. Монтаж РЕА на висоті більше 1,5 м від підлоги необхідно виконувати відповідно до “Інструкції щодо порядку проведення робіт особливої небезпеки”.

Під час роботи з легкозаймистими та горючими рідинами необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки і “Правил захисту від статичної електрики”.

Виконання технологічних операцій, що супроводжуються виділенням пилу, парів, газів у повітря робочої зони, повинно проводитись при ввімкнутій місцевій витяжній вентиляції з використанням вбудованих в інструмент (оснащення) відсмоктувачів.

З урахуванням вимог, що висуваються до конструкції виробів, слід передбачати можливість заміни паяння на інші технологічні процеси, що не супроводжуються виділенням шкідливих речовин (виконання монтажних з'єднань методом накрутки, обтискання; механізація паяльних робіт; застосування друкованого монтажу, що виключає дотикання рук працюючих зі свинцем і флюсом (пайка хвилию припою) та ін.).

Тигель для лудіння, не закріплений на робочому місці, повинен розміщуватись у керамічному або металевому дечку з бортиками. Рівень розплавленого припою в тиглі повинен бути (з урахуванням матеріалу, що занурюється) на 3...5 мм нижче верхнього краю тигля. Переносити тигель з розплавленим припоєм забороняється.

У випадку виконання монтажних робіт у приміщеннях, що відносяться за ПБЕ до категорії особливо небезпечних, напруга живлення переносних світильників не повинна перевищувати 42 В.

З метою зниження несприятливого впливу монотонності праці при роботі на конвейері, виходячи з конкретних умов виробництва, необхідно передбачати чергування виконання різних операцій, використання функціональної музики. Допускається застосування технологічного оснащення, пристроїв та інстру-

мента, виготовлених тільки за відповідними державними, галузевими стандартами, стандартами підприємств або технічними умовами, затвердженими в установленому порядку.

Освітленість приміщень, де виконуються складально-монтажні роботи, повинна відповідати вимогам «СНиП II-4-79».

Дільниці, на яких виконується переважно паяння виробів, слід виділяти в окремі приміщення. У випадку проведення паяльних робіт на потоковій лінії при чергуванні їх з іншими технологічними операціями виробничі приміщення, де вони виконуються, належить вважати як приміщення, виділені для паяння.

Мити підлоги на дільниці паяння і лудіння слід після кожної робочої зміни. Загальне вологе прибирання всього робочого приміщення повинно проводитись не рідше одного разу на два тижні. Сухі способи прибирання не допускаються.

Коли монтаж проводять у кузові спецмашини, необхідно передбачувати припливно-витяжну вентиляцію кузова.

Допоміжні приміщення повинні відповідати вимогам «СНиП 2-92-76» з урахуванням “Класификатора санитарных характеристик групп производственных процессов на предприятиях отрасли”.

Виробниче устаткування складально-монтажних цехів необхідно розміщувати згідно з вимогами “Межотраслевых норм технологического проектирования сборочных цехов средств вычислительной техники, электроизмерительных приборов и аппаратуры предприятий приборостроения”.

Організація робочих місць повинна відповідати вимогам технологічного процесу, ергономічним вимогам, забезпечувати безпеку виконання робіт. На робочих місцях, де можливе виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони, видалення їх повинно бути забезпечене за допомогою пристроїв витяжної системи вентиляції.

Робочі місця, на яких виконуються паяння і лудіння з використанням електроінструментів, повинні бути обладнані електрощитками із гніздами для підключення електроінструмента та підставкою з лотком для паяльника з метою запобігання потраплянню припою, флюсу та нагару на поверхню столу, а також тарою для зберігання комплектуючих виробів і матеріалів. Природне світло повинно падати на робочі місця ззаду або з лівого бо-

ку. Робочі поверхні столів і верстаків повинні бути пофарбовані матовою фарбою жовто-зелених тонів або ж покриті матовим пластиком.

Зберігання в цехових коморах і на робочих місцях вихідних матеріалів, готової продукції та відходів виробництва, а також їх транспортування повинно проводитись у справній тарі або оснащенні. Експлуатуватися тара повинна згідно з ГОСТ 12.3.010-82.

Кількість легкозаймистих (ЛЗР) та горючих речовин (ГР) в цехових коморах не повинна перевищувати добової, а на робочих місцях – змінної потреби.

Для тимчасового складування готової продукції в цехах повинні бути відведені спеціальні майданчики, облаштовані стелажми чи іншими видами оснащення. Стелажі, призначені для зберігання виробів, інструменту і матеріалів, повинні бути розраховані на відповідні навантаження, випробувані та надійно закріплені.

Відходи органічних розчинників і обтиральний матеріал, що забруднений ЛЗР та ГР, слід збирати у виробничу тару з матеріалів, які не іскрять, з щільно прилягаючою кришкою і з позначенням вмісту. Використані серветки та ганчір'я після закінчення зміни повинні збиратись у металеву тару і спалюватись.

Контроль за станом повітряного середовища повинен здійснюватись згідно з ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.014-84, технічними умовами і методичними матеріалами Міністерства охорони здоров'я України. Вимоги до контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинні відповідати класу їх безпеки за ГОСТ 12.1.005-88. Встановлена у цеху періодичність здійснення контролю (план-графік) повинна погоджуватись з місцевим органом санітарного нагляду та затверджуватись головним інженером підприємства.

До складально-монтажних робіт допускаються особи, які пройшли інструктаж і навчання безпечним способам та методам роботи. До робіт, пов'язаних з паянням виробів сплавами із вмістом свинцю (крім паянням "хвилею припою"), допускаються особи не молодше 18 років, які не мають протипоказань за попереднім (при влаштуванні на роботу) та періодичними медичними оглядами.

Робітники повинні знати: небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з виконуваною роботою; інструкції з техніки безпеки і виробничої санітарії; правила надання долікарської допомоги потерпілим у випадку травми чи отруєння; правила поведінки у випадку аварії, пожежі.

Безпосередні керівники робіт повинні здійснювати постійний контроль за дотриманням всіма робітниками вимог чинних інструкцій з техніки безпеки і виробничої санітарії.

2.8. Вимоги безпеки до проведення налагоджувальних робіт

Для забезпечення безпеки в організації роботи радіоелектронну апаратуру поділяють на мало- і великогабаритну.

До малогабаритної радіоелектронної апаратури відноситься апаратура одноблочного і багатоблочного виконання, що за своєю масою і габаритами розміщується на робочому місці (верстаті) настроювача або на візку біля нього, а також стійки зі вставними блоками. До великогабаритної відноситься однокорпусна, багатокорпусна і безкорпусна апаратура, що складається з одного або декількох блоків, яка встановлюється на підлозі або на спеціальному стапелі.

Налагоджування великогабаритної РЕА виконується бригадою у складі не менше двох чоловік, очолюваних інженерно-технічним робітником або висококваліфікованим наладчиком, що має групу з ТБ не нижче IV. Члени бригади повинні мати групу з ТБ не нижче III.

Налагодження малогабаритної РЕА може виконуватись одним наладчиком, що має достатню кваліфікацію і групу з ТБ не нижче IV (при напрузі до 1000 В не нижче III), при умові, що поблизу присутній другий працівник, що має групу з ТБ не нижче III.

Проведення налагоджувальних робіт допускається на спеціально призначених дільницях і у виробничих приміщеннях, де розробляється й експлуатується РЕА. При цьому перебування осіб, які не мають допуску до налагоджування, на робочих місцях не допускається. На робочих місцях повинні бути огорожі.

Для налагодження малогабаритної і окремих вставних блоків великогабаритної РЕА необхідно організувати робоче місце:

спеціально обладнаний робочий стіл; вільна частина площі біля нього, призначена для розміщення РЕА, що налагоджується, стоек із вставними блоками і РЕА, змонтованої на спецстелажах-стапелях; контрольно-вимірювальна апаратура (КВА) і стілець для наладчика. На одному робочому місці дозволяється одночасно налагоджувати одну одиницю РЕА.

Робочий стіл наладчика виконується з діелектричного матеріалу (дерево, пластик тощо), обладнується поличками для розміщення КВА, джерелами живлення й окремим електрощитком із загальним вимикачем, запобіжниками (автоматами), сигнальною лампою (вольтметром), утопленими штепсельними гніздами і шиною захисного заземлення (занулення) з гвинтовими затискачами.

Налагоджування вставних блоків великогабаритної РЕА дозволяється проводити на місці їх розташування, якщо неможливо налагоджувати блоки окремо. При цьому допускається використовувати будь-який механічно міцний стіл або спеціальну підставку з діелектричного матеріалу. При налагоджуванні вставного блока під напругою всі роботи на інших струмоведучих частинах РЕА, що налагоджується, повинні бути припинені, струмоведучі частини огорожені. Одночасне налагоджування під напругою декількох блоків забороняється.

Виявляти й усувати дефекти в електросхемі (монтажі), замінювати деталі дозволяється тільки після повного зняття напруги і перевірки відсутності залишкових зарядів за допомогою заземленого розрядника.

Для виміру параметрів електричної схеми за допомогою КВА дозволяється витягати блоки РЕА, що налагоджується, з корпусу, відчиняти дверцята, знімати огорожу (обшивку) у місцях підключення вимірювальної апаратури, замикати накоротко блокування. При цьому необхідно виконувати такі умови безпеки:

– усі підготовчі роботи і приєднання вимірювальної апаратури повинні проводитися після зняття напруги і перевірки відсутності залишкових зарядів;

– до подання напруги металеві корпуси РЕА і КВА повинні бути заземлені (занулені). Якщо заземлення вносить спотворен-

ня (наведення), тоді допускається робота без заземлення, але з застосуванням тимчасових загород, застережних плакатів і захисних засобів;

– місця розташування і підключення КВА в електричні ланцюги з напругою вище 1000 В слід огородити і вивісити попереджувальні плакати, залишивши лише доступ до органів управління.

При налагоджуванні РЕА напругою до 1000 В допускається приєднання вимірювальних приладів без зняття напруги. Виміри можуть проводитися при знятій огорожі (кожусі) доторканням до точок схеми проводом, що йде від вимірювального приладу і закінчується штекерним накінецьником із твердого ізоляційного матеріалу з металевим електродом. Інший провід вимірювального приладу до початку вимірів приєднується до корпусу блоку, приладу, що налагоджується. При цьому руки наладчика не повинні наблизитися до струмоведучих частин на відстань, що менше довжини ізолюючої частини застосовуваного захисного засобу.

В окремих випадках для виявлення дефектів, що не можуть бути виявлені при знятій напрузі (іскріння, перекриття, пробій тощо), дозволяється вести спостереження за елементами РЕА, що перебувають під напругою, через відкриті двері або зняті огорожі, закорочувати захисні блокування і застопорювати в розімкнутому стані механічні заземлювачі. Наладчик, що подає напругу, повинен бачити всіх членів бригади і попередити їх про подачу напруги. Якщо це неможливо, то відкриті частини РЕА тимчасово огорожуються і вивішуються попереджувальні плакати.

Якщо в апаратурі, що налагоджується, є електролітичні конденсатори, то таку апаратуру необхідно розташувати так, щоб конденсатори не знаходилися проти обличчя наладчика і не були звернені у бік сусідніх робочих місць. При неможливості виконання таких умов слід застосувати загорожі, а наладчику вдягати напівмаску з оргскла. Це необхідно для захисту від опіків електролітом електролітичного конденсатора у разі його вибуху.

Після закінчення налагоджування РЕА повинна бути приведена в робочий стан (зняті закоротки із захисних блокувань,

введені в дію механічні заземлювачі, поставлені на місце зняті кожухи, обшивки, прибрані тимчасові захисні огорожі й екрани). Справність дії блокування і механічних заземлювачів повинна перевірятися триразовим вмиканням і відкриванням дверей, що блокуються, або зняттям огорож. Початок і закінчення наладки РЕА оформлюються відповідно до програми робіт у встановленому порядку.

2.9. Вимоги безпеки при випробуваннях РЕА

У процесі експлуатації на радіоелектронну апаратуру можуть діяти механічні навантаження (вібрація, удари тощо), холод, тепло, волога, пил, іонізуюча радіація тощо. Це вимагає проводити випробування щодо забезпечення роботоздатності РЕА та безпечності при її експлуатації і визначення допустимих рівнів діючих факторів, які гарантують надійність апаратури.

Вироби електронної техніки і радіоелектронного устаткування піддаються таким випробуванням: механічним, кліматичним та радіаційним.

При механічних випробуваннях передбачається застосування вібраційних, ударних (одноразових і багаторазових), лінійних (відцентрових) і акустичних навантажень. Під час цих випробувань основними небезпечними та шкідливими факторами є шум та вібрація, та можуть бути і механічні травми. Це вимагає застосовувати відповідні заходи і засоби запобігання пошкодженню здоров'я випробувачів. При перевірці виробів в електродинамічному режимі необхідно дотримуватись всіх вимог електробезпеки. Зокрема, ці випробування повинні проводити два працівники: один – має мати групу з техніки безпеки IV, другий – не нижче третьої.

Кліматичні випробування можуть проводитись у природному середовищі різних кліматичних зон або у штучному середовищі, яке утворюють в обмежених об'ємах.

Випробування у природному середовищі проводяться при забезпеченні працівникам нормальних умов праці відповідно до санітарних норм, із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Випробування діянням на вироби штучно створеного кліматичного середовища проводиться тільки у спеціально обладна-

них камерах або приміщеннях, доступ у які при встановленому кліматичному режимі неможливістю застосування блокувань.

Камери і приміщення з кліматичним середовищем повинні бути герметичними і обладнані так, щоб елементи кліматичного середовища (волога, пил, гази, грибкові спори тощо) не потрапляли в повітряне середовище приміщень постійного перебування працюючих. Ці приміщення забезпечені загальнообмінною вентиляцією та бактерицидними лампами для періодичної дезінфекції повітря.

Приміщення, які призначені для випробувань сонячною радіацією, герметизовані й обладнані витяжною вентиляцією, ввімкнення якої заблоковано з вхідними дверима. Вхідні двері також забезпечені блокуванням, що вимикає джерела світлового потоку, які утворюють "сонячну радіацію". Джерела світла, що містять ртуть, при встановленні в приміщенні постачаються пристроями для вловлювання парів ртуті. Контроль наявності парів ртуті проводять не рідше 1 разу на 3 місяці.

Термобарокамери розташовуються в окремих приміщеннях з таким розрахунком, щоб у кожній з них була вільна площа для розташування вимірювальних приладів на період випробування виробів. Працівники термобарокамери забезпечуються необхідними засобами від впливу високих та низьких температур, а також засобами захисту під час випробувань на термоудар.

Випробування на грибостійкість, а також роботи з розведення, зберігання та виготовлення водної спорової суспензії проводяться в приміщеннях, які устатковуються та утримуються згідно з санітарними нормами і правилами для даного виду робіт. До проведення випробувань на грибостійкість допускаються навчені та проінструктовані особи.

Випробування дією іонізуючої радіації проводяться з дотриманням вимог відповідних нормативних документів (НРБ та ОСП) та інших вимог безпеки праці. Під час укладання договору на проведення таких випробувань питання охорони праці застерігаються окремим пунктом "Особливі умови", де, окрім технічних вимог, чітко визначені галузі відповідальності адміністрації обох підприємств. Обстеження виробів після дії іонізуючої радіації проводиться у тому випадку, якщо це дозволить дозими-

трична служба, але за умови, що рівень залишкової радіації виробу не перевищує допустимих норм.

Порядок проведення випробувань. Персонал, що приймає участь у випробуваннях, повинен мати такі групи з техніки безпеки:

начальник зміни, старший інженер – не нижче IV групи;

інженери, техніки – не нижче III групи;

лаборанти, допоміжний персонал, що приймає участь у випробуваннях РЕА – не нижче III групи.

Випробування повинні проводитись бригадами, у складі яких не менше двох працівників. Персонал підрозділу повинен знати місце знаходження пристроїв аварійного зняття напруги зі всього обладнання, вимірювальних приладів та виробів, що випробовуються. У випадку припинення подачі електроенергії виробу, що випробовуються, повинні бути від'єднані від мережі. Працівникам забороняється залишати робоче місце до закінчення випробувань без дозволу керівника робіт.

Керівник повинен забезпечити дотримання встановленого технологічного режиму роботи установок та агрегатів, а також обслуговування їх у суворій відповідності з інструкціями з експлуатації і безпечного виконання робіт. Перед початком випробувань керівник робіт забов'язаний перевірити:

– правильність складання випробувальної схеми;

– наявність та надійність заземлення (занулення) корпусів об'єктів, що випробовуються, устаткування для проведення випробувань тощо;

– наявність необхідних засобів захисту;

– надійність роботи сигналізації і блокувань;

– відсутність людей в приміщенні, якщо їх присутність не передбачена методикою випробувань.

Розділ 3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІО- ТА ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

3.1. Загальні положення

Експлуатація РЕА включає в себе такі роботи: управління, технічне обслуговування, ремонт.

Управління РЕА. Організацію робіт з управління РЕА та нагляд за безпечним їх виконанням здійснює адміністративно-технічний персонал дільниці, де виконуються ці роботи. Групу з техніки безпеки (ТБ) цей персонал повинен мати не нижче IV, а при роботах з напругою до 1000 В – не нижче III.

До управління РЕА персонал приступає лише після попереднього огляду устаткування і перевірки справності дії захисних пристроїв (блокувань, проводів заземлень тощо). Справність дії РЕА і захисного обладнання визначається за показниками вимірювальних приладів і за сигнальними лампами. Встановлення і знімання оброблюваного виробу, приєднання та від'єднання його з електричною і технологічною частинами РЕА та інші допоміжні операції виконуються тільки після зняття напруги і перевірки відсутності залишкових зарядів на струмоведучих частинах, з якими може здійснитися дотикання оператора. Перевірка відсутності залишкових зарядів проводиться ручним заземленим розрядником.

Управління РЕА повинно здійснюватись відповідно до інструкції заводу-виготовлювача та з суворим дотриманням вказаних у ній заходів безпечної експлуатації та умов застосування.

Вмикання та вимикання РЕА виконується за допомогою вимикачів, розташованих на пультах (панелях) керування, і штепсельних роз'єднувачів. Під час вимірів параметрів режимів роботи устаткування необхідно дотримуватись таких вимог:

- не проникати до приладів, вмонтованих під захисні скельця і сітки;
- не знімати огорожувальні пристрої;
- прилади переносного типу розміщати на робочому столі, полицях чи висувних столиках устаткування, а не на колінах.

Технічне обслуговування РЕА здійснюється оперативнотехнічним персоналом. Кваліфікаційна група з ТБ старшого у

зміні або допущеного до одноосібного обслуговування працівника повинна бути не нижче IV, а при напрузі до 1000 В – не нижче III. Всі операції з технічного обслуговування РЕА проводяться відповідно до вимог техніки безпеки і промислової санітарії.

Ремонт РЕА проводиться для усунення дефектів, що не входить до робіт з технічного обслуговування, та з метою профілактики їх появи. Вимоги до виконання ремонтних робіт залежать від габаритів РЕА. Визначення великогабаритної та малогабаритної апаратури наведено у підрозділі 2.8.

Ремонт крупногабаритної РЕА виконується бригадою, у складі якої не менше двох працівників. Кваліфікаційна група з ТБ виконувача робіт повинна бути не нижче IV, а при роботах з напругою до 1000 В – не нижче III. Члени бригади повинні мати групу з ТБ не нижче III, а при роботах з напругою до 1000 В – не нижче другої.

Ремонт малогабаритної РЕА, відключеної від електромережі за допомогою штепсельного роз'єднувача, може виконувати одноосібно працівник, який має групу з ТБ не нижче ніж III. Організація ремонту і його виконання здійснюється відповідно до "Правил техніки безпеки і виробничої санітарії в електронній промисловості".

3.2. Вимоги безпеки до роботи з радіоелектронною апаратурою і устаткуванням

Безпека робіт із радіоелектронною апаратурою й утримання її в справному стані регламентуються "Правилами техніки безпеки і виробничої санітарії в електронній промисловості (ПТБ і ВСЕП)", "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів" і "Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ і ПТБ)".

Особам, які допускаються до робіт з радіоелектронною апаратурою і устаткуванням, присвоюються II–V кваліфікаційні групи з техніки безпеки.

Експериментальні роботи полягають у макетуванні й обстеженні РЕА, а також перевірки працездатності експериментального зразка виробу електронної техніки. Експерименти проводять

не менше двох осіб: інженерно-технічний працівник, який має кваліфікаційну групу з техніки безпеки (ТБ) не нижчу четвертої категорії, і висококваліфікованого робітника, який має групу з ТБ не нижчу третьої. Місце проведення експериментальних робіт забезпечується тимчасовою огорожею, екранами і захисними засобами.

Устаткування і контрольно-вимірювальна апаратура (КВА), що використовуються в експерименті, приєднуються до окремого електрощита або окремої групи запобіжників електрощита з загальним відключаючим пристроєм. Проводи, що застосовуються для зовнішнього з'єднання приладів і апаратури, укладають у металеві заземлені (занулені) оболонки.

Керування радіоелектронною апаратурою в процесі виготовлення, опрацювання, вимірів й випробування виробів і їх деталей включає такі операції:

- установку виробів на місце і знімання з місць їх оброблення;
- випробування;
- з'єднання виробу з електричною і технологічною частиною устаткування;
- установка і зняття допоміжних вузлів;
- вмикання і вимикання апаратури, маніпулювання органами керування на зовнішніх панелях і пультах управління РЕА;
- вимір параметрів режимів роботи апаратури та оброблюваного виробу.

До керування радіоелектронною апаратурою допускаються інженерно-технічні працівники і робітники:

- без кваліфікаційної групи з ТБ на такій апаратурі, в якій нема електричних ланцюгів і пристроїв напругою перемінного струму вище 12,6 В або постійного струму вище 100 В, а поява напруг більше вказаних значень виключена навіть в аварійних випадках;

- які мають групу I з ТБ, якщо при виконанні технологічних операцій не потрібно проводити роботи усередині РЕА (крім робочої камери). При такому конструктивному виконанні РЕА застосування блокувань і пристроїв, що заземлюють, повинно виключити дотикання з струмоведучими частинами апаратури

та виробу, що відпрацьовується, які знаходяться під напругою, або вимкнені, але не заземлені;

– які мають групу з ТБ не нижче III, якщо виконання технологічних операцій потребує проникнення усередину апаратури через двері, оснащені блокуванням.

Організацію робіт з керування радіоелектронною апаратурою (устаткуванням) і нагляд за безпечним їх виконанням здійснює адміністративно-технічний персонал дільниці (цеху), де виконуються ці роботи, група з ТБ якого повинна бути не нижче четвертої, а при роботах з напругою до 1000 В – не нижче третьої.

До роботи з радіоелектронною апаратурою персонал приступає лише після попереднього огляду і перевірки справності дії захисних пристроїв (блокувань, механічних заземлювачів) робочої камери, що визначається за показаннями вимірювальних приладів і за сигнальними лампами.

Встановлення і знімання оброблюваного виробу, з'єднання і від'єднання його та електричної і технологічної частини устаткування й інші допоміжні операції можна виконувати тільки після зняття напруги і перевірки відсутності залишкових зарядів на струмоведучих частинах, з якими може відбутися дотик. Перевірка відсутності залишкових зарядів проводиться ручним заземленим розрядником. Вмикання і вимикання радіоелектронного устаткування виконується вимикачами і штепсельними рознімачами на пультах (панелях) керування.

При вимірах параметрів оброблюваного виробу і режимів роботи устаткування необхідно дотримуватися таких вимог:

- не проникати до приладів, вмонтованих під захисне скло і сітки, не знімати пристосувань, що їх огорожують;
- пристрої переносного типу розташовувати на робочому столі, полицях або висувних столиках устаткування (апаратури);
- не тримати вимірювальний прилад у руках або на колінах;
- осцилограф та інші аналогічні прилади розташовувати на спеціальних візках, стелажах або в нішах радіоелектронного устаткування;
- до вмикання в електричну мережу заземлювати (занулювати) металеві корпуси переносних вимірювальних приладів;

– при вимиканні приладів провід захисного заземлення (занулення) від'єднувати останнім.

Технічне обслуговування і ремонт РЕА здійснюється оперативно-ремонтним персоналом дільниці (цеху) відповідно до ПТБ і ПСЕП. При проектуванні, встановленні і експлуатації електричних установок необхідно керуватися такими нормативами: ГОСТ 12.1.038-82, СН 245-71 “Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий”, “Будівельні норми і правила”, “Правила будови електроустановок” (ПБЕ), “Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів та правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів” (ПТЕ і ПТБ).

3.3. Захист від випромінювань РЕА

У промисловості широко використовуються прилади, пристрої, устаткування, робота яких пов'язана з використанням і утворенням електромагнітних випромінювань різних частотних діапазонів – від іонізуючих до радіохвиль. Робота персоналу з обслуговування установок та осіб, що знаходяться поблизу, пов'язана з впливом цих випромінювань на організм людини. Тому питання захисту від шкідливої дії випромінювань набуває особливого значення.

3.3.1. Захист від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону

Джерелами випромінювання електромагнітної енергії є різні телевізійні установки та радіостанції, промислові установки високочастотного нагріву (індукційні і конденсаторні), вимірвальні, контрольні і лабораторні прилади тощо. Причиною появи електромагнітних полів (ЕМП) у робочих приміщеннях є неякісне екранування джерел випромінювання.

Електромагнітне поле характеризується довжиною хвилі:

$$\lambda = c \cdot t = c / f$$

де $c = 3 \cdot 10^8$ – швидкість розповсюдження радіохвиль, м/с;

f – частота коливань, Гц;

t – період коливань, с.

Електромагнітні випромінювання здійснюють шкідливий вплив на організм людини, що проявляється у функціональних порушеннях нервової, ендокринної і серцево-судинної систем, а при великих рівнях опромінення можливі і незворотні органічні зміни, наприклад катаракта очей.

Функціональні порушення, викликані біологічною дією електромагнітних полів, є зворотніми, але здатними накопичуватися в організмі. Однак зворотність функціональних порушень не є безмежною і визначається як інтенсивністю і тривалістю опромінення, так і індивідуальними особливостями організму.

Для запобігання професійним захворюванням ГОСТ 12.1.006-84 регламентує гранично допустимі значення напруженості і густини потоку енергії (ГПЕ) електромагнітних полів.

За характером дії на організм людини весь спектр радіохвильового діапазону поділяється на піддіапазони: високих частот (ВЧ), ультрависоких (УВЧ), надвисоких (НВЧ) і дуже високих частот (ДВЧ) з довжиною хвиль відповідно 1...10 км, 1...100 м, 1...100 см та 1...10 мм. Для випромінювань піддіапазонів ВЧ та УВЧ нормуються електрична (В/м) і магнітна (А/м) складові поля, а у піддіапазонах НВЧ і ДВЧ – густина потоку енергії (Вт/м²).

Гранично допустимий рівень (ГДР) густини потоку енергії (ГПЕ) обчислюють за формулою:

$$ГПЕ_{гдр} = W/T, \text{ Вт/м}^2,$$

де W – нормоване значення допустимого енергетичного навантаження на організм, що становить для опромінення від антен, які обертаються чи сканують, 20 Вт-год/м², для всіх інших випадків опромінення – 2 Вт-год/м²;

T – час перебування в зоні опромінення, год.

Для захисту персоналу застосовують такі способи:

– зменшення потужності випромінювання джерела ЕМП застосуванням узгоджених навантажень і поглинувачів потужності;

– віддалення робочого місця від джерела ЕМП (захист відстанню);

– зменшення часу перебування під опроміненням (захист часом);

- раціональне розташування в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію;
- встановлення раціональних режимів роботи устаткування і обслуговуючого персоналу;
- екранування джерела ЕМП чи робочого місця;
- застосування засобів індивідуального захисту;
- застосування засобів сигналізації і блокування.

Екрани виконують у вигляді замкнених об'ємів (камер, кожухів), щитків і ширм із матеріалів з великою електричною провідністю (мідь, латунь, алюміній). Як засоби індивідуального захисту застосовують спецодяг з металізованої тканини та шоломи з електропровідним шаром. Очі захищають окулярами з металізованим склом або замість скелець із сіточками з тонкого дроту.

Всі працюючі на високочастотних установках мають періодично проходити медогляд з метою своєчасного виявлення відхилень у стані здоров'я.

3.3.2. Захист від інфрачервоного випромінювання

Інфрачервоне випромінювання (ІЧВ) за фізичними властивостями являє собою електромагнітні хвилі довжиною від 0,75 до 420 мкм. Під дією ІЧВ виникає розігрівання тканин організму людини, що може спричинити шкоду здоров'ю. Чим коротша довжина хвилі інфрачервоних хвиль, тим глибше вони проникають в тканини тіла. Найбільш короткі можуть проникати на декілька сантиметрів, а при опроміненні голови вони проникають через шкіру, череп і діють безпосередньо на тканини головного мозку.

Ефект опромінення залежить від інтенсивності опромінення, його періодичності і тривалості, площі опроміненої поверхні, локалізації опромінення і характеру трудового процесу. Джерелами короткохвильового випромінювання у виробничих умовах є печі, електричні дуги, нагрітий метал чи скло та ін. При температурі поверхонь менше 50 °С ІЧВ практично затримується повністю в роговому шарі шкіри. Природним джерелом інфрачервоних променів є Сонце.

Під дією ІЧВ підвищується температура поверхонь тіла, відбуваються зміни в шкірі, крові і спинномозковій рідині, в центральній нервовій системі. Найбільш важкі наслідки бувають при опроміненні головного мозку, а якщо його джерелом є Сонце, може виникнути сонячний удар.

При сонячному ударі (на відміну від теплового) температура тіла не підвищується, а тим часом температура головного мозку може досягати 41 ... 43 °С. Короткі інфрачервоні хвилі можуть викликати катаракту і втрату зору.

Для запобігання шкідливій дії ІЧВ передбачаються такі заходи: зниження інтенсивності випромінювання і зміна його спектрального складу, екранування, раціональний одяг, захисні окуляри.

3.3.3. Захист від ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання (УФВ) є також електромагнітним з довжиною хвилі від 400 до 7,6 нм. Природним джерелом його також є Сонце. Штучне УФВ створюється кварцевими лампами, електричними дугами, ртутно-кварцевими горілками та іншими джерелами високотемпературного випромінювання.

УФ-промені з довжиною хвилі, коротшою 185 нм, повністю поглинаються повітрям, а коротшою 200 нм – не проходять через верхній роговий шар шкіри. УФВ з довжиною хвилі від 200 до 400 нм здійснює сильний вплив на життєдіяльність організму, який характеризується цілим рядом біохімічних порушень, зміною стану обміну речовин. Залежно від довжини хвилі виявляється його переважна бактерицидна, антирахітична, еритемна чи загарна дія. Ртутно-кварцеві лампи застосовують для знезараження приміщень, використовуючи бактерицидну частину спектра.

Головна роль у добродійній дії УФ променів належить випромінюванню, що викликають еритемний ефект (почервоніння шкіри). Ці випромінювання здійснюють терапевтичну і тонізуючу дію, максимум якої належить хвилям з довжиною 297 нм. Недостатнє УФВ цього діапазону призводить до ослаблення захисних сил організму, робить його схильним до захворювань.

УФВ впливає і на центральну нервову систему, спричиняючи головний біль, запаморочення, підвищення температури тіла, відчуття розбитості, підвищення втомленості, нервове збудження та ін.

УФВ високої інтенсивності (зокрема, під час дугового зварювання) можуть спричинити поразки шкіри, ракові пухлини, головні болі, нервове збудження, офтальмію (захворювання очей, при якому виникають гострі болі в очах, відчуття піску, світлобоязнь).

Заходи захисту від підвищених рівнів УФВ зводяться до екранування джерел, забезпечення спецодягом з льняних та бавовняних тканин, окулярами і щитками із захисними світлофільтрами. Для захисту шкіри застосовують мазі з речовинами-світлофільтрами (салол, саліцилово-метиловий ефір та ін.), для захисту рук – рукавиці.

3.3.4. Захист від іонізуючих випромінювань

Іонізуюче випромінювання поділяється на корпускулярне (потoki альфа-, бета-частинок, протонів) і електромагнітне (гамма-випромінювання, рентгенівське). Перше має велику іонізуючу і малу проникну властивість, друге – меншу іонізуючу і велику проникну здатність.

У промисловості використовують радіоактивні ізотопи для вимірювання густини і вологості сировини і готових виробів, гамма-дефектоскопії, дозування сипких матеріалів і контролю їх рівня та в інших потребах.

Робота електровакуумних приладів часто супроводжується утворенням побічних ефектів, які шкідливо діють на обслуговуючий персонал. Зокрема, будь-який електровакуумний прилад, який працює з високими напругами на електродах, є джерелом рентгенівського випромінювання, потужним генератором важких та легких іонів обох полярностей, озону і оксидів азоту, а також підвищення температури повітря.

В радіоелектронній апаратурі рентгенівське випромінювання виникає внаслідок електронного бомбардування електродів та інших поверхонь. Це потужні генераторні, модуляторні і посилювальні лампи, високовольтні тиратрони, кенотрони, електронно-променеві трубки, кінескопи, магнетрони та інші елект-

ровакуумні прилади, що працюють за прискорювальних напруг вище 5 кВ.

Потужність дози рентгенівського випромінювання побутової апаратури у будь-якій точці на відстані 5 см від її зовнішньої поверхні не повинна перевищувати 7,2 рА/кг (ГОСТ 12.2.006-76); апаратів, що застосовуються для промислової дефектоскопії і медичинських діагностичних досліджень – 1,44 рА/кг; відеоконтрольного пристрою телевізійної системи – 36 рА/кг на відстані 5 см від корпусу апарата на боці, зверненому до оператора (ГОСТ 12.2.018-76).

Дія іонізуючих випромінювань на людину може бути місцевою і загальною. При місцевому опромінюванні може утворитись променева виразка, ракове захворювання. При загальному – може виникнути гостра або хронічна променева хвороба, яка супроводжується порушенням обмінних процесів у клітинах організму, змінами в центральній нервовій системі, крові, кровотворних органах. Крім зовнішнього, може бути внутрішнє опромінення організму, яке виникає при потраплянні радіоактивних речовин всередину організму з повітрям, їжею. Дія іонізуючих променів, як і ЕМП, не сприймається органами чуттів людини.

Біологічна дія іонізуючих променів залежить від типу випромінювання і поглинутої дози. Поглинута доза D – це середня енергія, яка передана одиниці маси речовини. Одиницею її є Грей (Гр), який відповідає енергії в 1 Дж, що передана масі в 1 кг.

Враховуючи, що біологічна дія опромінення людини різними видами іонізуючих випромінювань не однакова, введено поняття еквівалентної дози H , яка визначається як добуток дози поглинання на коефіцієнт якості K :

$$H = K \cdot D$$

Одиницею еквівалентної дози є Зіверт (Зв), позасистемною – бер (1 бер = 0,01 Зв). Коефіцієнт якості для рентгенівського та гамма-випромінювання беруть за 1, нейтронів – 10, альфа-частинок – 20.

Для характеристики іонізуючої здатності випромінювань введено поняття експозиційної дози, яка являє собою повний заряд іонів одного знаку, що виникає в одиниці маси сухого атмосферного повітря. Одиниця експозиційної дози – кулон на кіло-

грам, позасистемна – рентген (Р). Поглинена, еквівалентна і експозиційна доза, віднесені до одиниці часу, називаються потужністю дози. Потужність експозиційної дози називають також рівнем радіації.

“Нормами радіаційної безпеки” (НРБ 76/87) встановлено дозові межі опромінення за рік (Зв), що враховують чутливість до дії опромінення різних органів людини та категорію персоналу. Наприклад, для професійного робітника при опроміненні всього тіла або гонад (статевих залоз) та червоного кісткового мозку – 0,05 Зв.

Рівень випромінювання на робочих місцях та ефективність радіаційного захисту контролює служба радіаційної безпеки. Для дозиметричного контролю застосовують комплекти індивідуальних дозиметрів «КИД-1», «КИД-2», дозиметри типу ДРГ, рентгенометри ДП та ін.

Захист від іонізуючого випромінювання забезпечується такими методами і засобами:

- ізоляцією або огороженням його джерела за допомогою спеціальних камер, екранів;
- “захистом часом”;
- “захистом відстанню”;
- застосуванням дистанційного управління, сигналізації і засобів контролю;
- використанням засобів індивідуального захисту.

Вибір матеріалу для загород і екранів залежить від проникаючої здатності випромінювання. Альфа-частинки затримує навіть аркуш паперу, для захисту від бета-частинок необхідні матеріали більшої густини, а захист від гамма-променів здійснюється матеріалами з великою атомною масою (свинець, вольфрам).

3.4. Небезпека статичної електрики

Утворення зарядів статичної електрики. Заряди статичної електрики утворюються при терті речовин з різною діелектричною проникністю: металів по напівпровідникам чи діелектрикам, напівпровідників один об одного чи по діелектрикам, діелектриків один об одного. Крім електризації у результаті тертя при переміщенні, руху, розпиленні чи розмелюванні, можлива

також електризація на відстані наведенням зарядів через індукцію від зарядженого тіла до провідника, що знаходиться в електрично нейтральному стані.

Небезпека зарядів статичної електрики. При статичній електризації напруга відносно землі досягає тисяч, а інколи й сотень тисяч вольт. Значення напруги залежить від діелектричних властивостей речовин, стану поверхонь, що контактують і швидкості переміщення цих речовин. Небезпека зарядів статичної електрики проявляється у можливості виникнення електричних зарядів у просторі, впливі їх на обслуговуючий персонал та порушенні нормального ходу технологічного процесу. Виникнення електричних розрядів може бути причиною запалення суміші повітря з горючими газами, парами чи пилом, тобто ініціювати пожежі та вибухи.

Вплив статичної електрики на обслуговуючий персонал проявляється у розрядах статичних зарядів через людину та дією електростатичного поля. Безпосередньо струм розрядів не є небезпечним, оскільки час його протікання через тіло людини малий (дорівнює мілісекундам). Такі короткочасні імпульси можуть викликати електричні удари, які супроводжуються болючим уколом, котрі приводять до ляку, що небезпечно при роботі з рухомими частинами обладнання чи на висоті.

Засоби захисту від електростатичних зарядів. Боротьба з небезпечним проявом зарядів статичної електрики здійснюється у двох напрямках: запобігання накопиченню зарядів і утворенню вибухово-небезпечних концентрацій газів, парів і пилу. Запобігання небезпеці накопичення електричних зарядів досягається заземленням обладнання, підвищенням поверхневої провідності діелектриків, іонізацією середовища, зменшенням небезпеки статичної електризації горючих рідин.

Заземлення є основним засобом захисту для металевого обладнання, якщо його поверхня не покрита емаллю або на ній не утворюються осадки з непровідних речовин. Як правило, заземлення здійснюється у двох місцях. Заземлюються металеві конструкції, що призначені для переробки, зберігання чи транспортування горючих та легкозаймистих речовин, горючих газів та пидовидних продуктів. Опір пристрою заземлення допускається до 100 Ом.

Поверхневу провідність діелектриків підвищують двома шляхами: підвищенням відносної вологості повітря та застосуванням антистатичних домішок.

У випадку високої відносної вологості повітря (70% та більше) на поверхні матеріалів абсорбується плівка вологи з деякою кількістю домішок, котра підвищує поверхневу провідність речовин. Для підвищення вологості повітря використовують кондиționери, розприскуючі сопла і т. ін. Інколи цей спосіб не можна застосовувати з технологічних вимог (плівка вологи приводить до браку продукції), або якщо матеріал зберігається при високій температурі (плівка не утворюється на поверхні) та якщо швидкість переміщення зарядженого матеріалу більше швидкості утворення поверхневої плівки.

Для отримання плівки вологи на поверхні можна охолоджувати матеріали до температури нижче температури навколишнього середовища. Найбільш доцільно цей спосіб застосовувати в зимових умовах, коли статична електрика проявляється особливо сильно, а на охолодження матеріалів практично не потрібні додаткові витрати.

Антистатичні домішки створюють поверхневі плівки на матеріалі з питомим опором менше 10^7 Ом/см. Рекомендується застосовувати напівпровідникові керамічні покриття (розприскуванням, розпиленням, випаровуванням або фарбуванням), струмопровідну гуму чи антистатичні пластмаси. У ремінних передачах та стрічкових транспортерах застосовують антистатичне мастило на внутрішній поверхні паса чи стрічки.

Іонізація повітря полягає у нейтралізації поверхневих електростатичних зарядів іонами протилежного знака. Вона здійснюється нейтралізаторами. За принципом дії нейтралізатори бувають: індукційні, високовольтні, високочастотні, радіоактивні та комбіновані.

Небезпеку статичної електризації рідин можна зменшити чи зняти допоміжними шляхами:

- підвищенням електропровідності рідини, введенням в неї антистатичних присадок;
- зниженням швидкості руху рідин-діелектриків (для етилового та метилового спиртів – 2–3 м/с, а для складних ефірів та кетонів – 9–10 м/с).

Зливаючи рідини, не можна перемішувати, розприскувати чи розпилювати; при наливанні зливна труба повинна опускатися майже до дна посудини. Ступінь електризації рідини залежить від складу та концентрації домішок, стану внутрішньої поверхні трубопроводу (корозії, шершавості), в'язкості та густини рідини, швидкості її руху, діаметра та довжини трубопроводу. Щоб не утворювались вибухонебезпечні концентрації, застосовують плаваючі покрівлі в резервуарах, вентиляцію з високою кратністю повітрообміну, заповнюють вільний простір у резервуарах азотом чи вуглекислотою, а також, де дозволяє технологія, замінують горючі матеріали негорючими.

Захист персоналу від електричних зарядів. У виробничих приміщеннях, де немає небезпеки вибуху чи пожежі, персонал може піддаватись дії струмів електризації та розрядних струмів, тривало знаходитись під високим потенціалом. До джерел електризації відносяться підлоги, килимки та доріжки з синтетичних тканин, взуття на підошві із матеріалів з великим опором (гума, каучук, замінники шкіри), одяг із синтетичних тканин і т. ін. Для захисту людей від статичної електрики необхідно мати електропровідні підлоги в приміщеннях та взуття з електропровідною підошвою.

3.5. Запобігання нервово-психічним перевантаженням

Важливим фактором охорони праці є заходи щодо зменшення стомлення людини під час роботи. Стомлення – це процес зниження працездатності і тимчасового знесилення працівника. Розрізняють первинну стомленість, яка характеризується відносно швидким відновленням функцій організму після відпочинку, і вторинну, коли стомленість переходить у перевтому. Хронічна перевтома супроводжується відчуттям втоми ще до початку роботи, зниженням інтересу до праці, порушенням сну, зменшенням опору інфекціям, може спричинити нещасний випадок.

У таблиці 4 наведені головні ознаки перевтоми при різних її ступенях та відповідні профілактичні заходи. Щодо запобігання стомленості розробляється оптимальний режим праці та відпочинку з годинною перервою і додатковими короткочасними перервами на 5–10 хвилин для відпочинку.

Профілактика перевтоми залежно від її рівня

Головні ознаки перевтоми	Рівень перевтоми			
	I – початковий	II – легкий	III – виражений	IV – важкий
Зменшення працездатності фізичної і розумової	Незначне	Помірне. Важко зосередити увагу	Виразене. Часом неухважність, забування	Різде. Помітне послаблення уваги і пам'яті
Поява втоми при навантаженнях	Тільки при великому навантаженні	При звичайному навантаженні	Навіть при легкому навантаженні	Без будь-якого навантаження постійне відчуття втоми
Компенсація зменшення працездатності вольовим зусиллям	Не потрібна	Можлива повністю	Неповне досягнення ефекту	Незначний ефект
Емоційні зрушення	Іноколи зменшується цікавість до роботи і навчання	Буває нестійкий настрій	Підвищення роздратування. Нервовість	Пригнічення, різка роздратованість
Розлад сну	Трудніше засипати і просипатися	Дуже важко засипати або просипатися	Сонливість вдень, недостатній сон вночі	Безсоння
Профілактичні заходи	Дотримуватись режиму відпочинку, фізкультура, культурні розваги	Чергова відпустка і активний відпочинок	Прискорити отримання чергової відпустки	Лікування: медикаментозне, санаторне. Відпочинок

На стомлення людини дуже впливає монотонність праці. Монотонність – психічний стан людини, що викликаний одноманітністю сприйняття або праці. Розрізняють монотонність, що виникає через інформаційне перевантаження одних і тих же нервових центрів (наприклад, робота на конвейері) і монотонність, що виникає через відсутність нової інформації (наприклад, тривале очікування важливого сигналу).

Для попередження стомлюваності через монотонність праці слід при проектуванні технологічних процесів передбачити чергування одноманітних і змістовних операцій. Рекомендується об'єднувати малозмістовні операції у більш складні і різноманітні, переводити працівника з однієї операції на іншу, встановлювати додаткові перерви для відпочинку по 5 хвилин через кожну годину роботи, вдосконалювати естетичне оформлення, застосовувати функціональну музику.

На сучасному підприємстві багато виробничих процесів пов'язані з напруженою розумовою працею, що супроводжується значним нервово-емоційним навантаженням. Тривала робота в таких умовах може призводити до нервових і серцево-судинних захворювань. Такі захворювання, як кардіосклероз, атеросклероз частіше зустрічаються у працівників розумової праці. Заходи профілактики перевтомлення при розумовій праці такі ж, як і при фізичній.

Для здійснення безпеки праці важливо так організувати виробничі процеси, щоб виключалися стресові ситуації. При стресах різко мобілізуються функції організму: слух, зір, напруження м'язів. Це реакція організму на виникнення надзвичайних, екстремальних ситуацій. Важливо, щоб в таких умовах стрес не став причиною неправильних дій людини. Для цього слід проводити навчання і тренування на тренажерах з імітацією різних аварійних ситуацій. В інструкції з охорони праці потрібно вказувати дії персоналу в таких умовах.

Для безпеки праці важливе значення має швидкість реакції людини на сигнал. У середньому час реакції становить 0,7...0,8 секунди, що відповідає одержанню і опрацюванню 1,3...1,4 одиниці інформації за секунду. При більшій кількості інформації людина перестає бути надійною складовою у системі “людина –

машина". Кількість операцій, які відбуваються в сучасних машинах і технологіях, значно перевищують психофізіологічні можливості людини контролювати і регулювати їх роботу. Такі роботи бажано автоматизувати.

Понад 80 % інформації людина отримує через органи зору. Тому дуже важливо правильно вибирати вид, розмір, форму індикаторів. При конструюванні стрілочних індикаторів необхідно враховувати такі ергономічні вимоги:

індикатори на панелі встановлюються перпендикулярно до лінії зору;

цифри наносять вище шкали вертикально;

значення цифрових показників на круглих шкалах збільшуються за ходом годинникової стрілки;

фон шкали має бути матовим, щоб не було відблиску.

Оптимальною формою табло є прямокутна з великою стороною по горизонталі, тому що рух зору по горизонталі у два рази швидший, ніж по вертикалі.

З метою зменшення нервового напруження під час роботи на підприємствах застосовують кімнати психологічного розвантаження. Вони оздоблюються м'якими кріслами, кольоровими панно, відповідним кольоровим пофарбуванням приміщення, музичним обладнанням. Тривалість відпочинку в таких кімнатах становить до 20 хвилин.

При прийманні робітників на роботу за окремими спеціальностями слід проводити їх профорієнтацію і професійний відбір. Профорієнтація – це попереднє ознайомлення із змістом і вимогами до різних професій і спеціальностей з метою вибору з них найбільш підходящої. Профвідбір включає оцінку необхідних даних людини (властивостей, характеристик) і визначення їх відповідності певній професійній діяльності. Розрізняють такі види профвідбору: медичний, психофізіологічний, соціальний, освітній. Мета профвідбору – визначення стану здоров'я, індивідуальних властивостей людини (пам'ять, сприйняття, мислення, сила м'язів та ін.), прихильності людини до тієї або іншої діяльності (ставлення до професії), рівня освіти та ін.

3.6. Забезпечення сприятливих умов праці користувачів ЕОМ

3.6.1. Загальні положення

Заходи, що рекомендуються у даній темі, поширюються на роботи, що проводяться з використанням дисплейних пристроїв. Дисплейний пристрій відповідно до ГОСТ 25868 розуміється як пристрій введення-виведення даних для відображення на екрані інформації у формі, зручній користувачеві, і для її редагування.

Діяльність користувача відеотерміналу нерідко супроводжується високою нервово-емоційною напругою.

Можна виділити три основні види робіт із використанням дисплеїв:

а) введення і редагування даних, що характеризується високою швидкістю введення інформації, невеликими перервами в роботі, низькою потребою в обміні інформацією і невеликою частотою прийняття рішень. Робота не потребує великої розумової напруги, частіше монотонна;

б) діалогові види робіт – із документацією, екраном і клавіатурою, що характеризуються середньою швидкістю введення інформації, частими перервами, неритмічною потребою в обміні інформацією з ЕОМ із прийняттям рішень;

в) налагодження програм – робота переважно з екраном і документацією, що характеризується низькою швидкістю введення інформації, частими перервами на опрацювання інформації і чекання відповідних реакцій ЕОМ, великою потребою в обміні інформацією і високою частотою прийняття рішень. При цьому обсяг інтелектуальних зусиль залежить від індивідуальних особливостей, якості програми.

Особливістю роботи за дисплеєм є постійна і значна напруга зору, обумовлена необхідністю розрізнення об'єктів, що світяться, при наявності відблисків на екрані, рядковою структурою екрана, миготінням зображення, недостатньою чіткістю об'єктів розрізнення.

Умови праці визначаються: умовами освітлення в приміщенні і на робочому місці, рівнем шуму, параметрами мікроклімату, ергономічними характеристиками робочого місця.

При роботі дисплея на електронно-променевої трубі (ЕПТ) утворюється ряд фізичних факторів: гамма, рентгенівське, мікрохвильове, радіочастотне, ультрафіолетове, видиме й інфрачервоне випромінювання, рівні яких значно нижчі гранично допустимих. Поряд із цим створюється електростатичне поле між екраном і оператором.

3.6.2. Санітарно-гігієнічні вимоги

Приміщення, оснащені дисплеями, слід розташовувати в північній або північно-східній частині будівлі, або передбачити сонцезахисні пристрої.

Площа на одного працюючого з дисплеєм повинна бути не менше 4,5 м², відстань між робочими дисплеями повинна бути не менше 1,5 м. Стіни слід красити фарбами пастельних тонів і надавати матової фактури.

Температуру повітря рекомендується підтримувати у межах 22–24 °С при відносній вологості 40–60% і рухливості не більше як 0,2 м/с. Рівень звуку не повинен перевищувати 65 дБА (у приміщеннях програмістів не більше як 50 дБА).

Приміщення обчислювального центру (ОЦ) належить обладнувати установками кондиціювання повітря з пристроями шумопоглинання.

Для підтримання нормованих значень концентрації іонів слід застосовувати іонізатори. Не рідше одного разу за зміну необхідно витирати пил з екрана дисплея. У ті періоди зміни, коли робота не виконується, дисплей повинен бути вимкнений.

Екрани повинні розміщуватися під кутом 90–105° до вікон і на відстані не менше 2,5 м від стіни з віконними прорізами. Штучне освітлення, як правило, повинно бути загальне. Покриття столу повинно бути матовим, співвідношення яскравості екрана до яскравості навколишніх поверхонь повинно бути не більше, як 5:1.

Горизонтальна освітленість на рівні 0,8 м від підлоги повинна бути не меншою 400 лк, вертикальна – не більшою 300 лк. Лампи, як правило, повинні бути люмінесцентні, краще типу ЛБ. Стельові світильники - конструктивної схеми II В або III В з другим класом світлорозподілу і кривій сили світла типу Г. Такі

світильники забезпечують відсутність дзеркальних відбитків світлих поверхонь світильників на екранах і на горизонтальних поверхнях, а також необхідний рівень відтворення контрасту машинописних і рукописних текстів.

Рекомендується використовувати систему перемикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення у залежності від природного, а також дозволяє у певний момент часу освітлювати тільки необхідні для роботи зони приміщення.

На робочих місцях користувачів, які постійно працюють з первинними документами (друкарськими і рукописними текстами тощо), рекомендується застосовувати систему комбінованого освітлення.

3.6.3. Організація робочого місця, оснащеного дисплеєм

Робоче місце повинне бути облаштоване з урахуванням вимог ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ “Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования”, ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ “Оборудование производственное. Общие эргономические требования”, ГОСТ 21889-76 “Система ССБТ «человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования”.

Ергономічна організація робочого місця повинна враховувати специфіку конкретного робочого місця й особливості виконуваної роботи.

Основні ергономічні завдання:

– визначення просторових параметрів робочого місця і його елементів залежно від антропометричних характеристик контингенту працюючих;

– оптимальне розташування елементів робочого місця відносно користувача на основі аналізу його діяльності;

– оптимізація умов навколишнього середовища.

Рекомендуються такі основні параметри робочого місця:

– висота сидіння – регульована у межах 400–500 мм;

– віддаленість екрана від краю столу – 500–700 мм;

– відстань від очей до екрана дисплея 500–760 мм, кут зору $10-20^{\circ}$, бажано перпендикулярне розташування екрана до лінії зору оператора;

– руки повинні розташовуватися на робочому столі в горизонтальному положенні або злегка нахилені, кут ліктя повинен складати 70–90°.

3.6.4. Режим праці і відпочинку

Рациональний режим праці і відпочинку передбачає суворе дотримання всіх регламентованих перерв, активне їх проведення, регулярні заняття виробничою гімнастикою, рівномірний розподіл завдань. Кількість перерв на відпочинок, їх тривалість і розподіл встановлюються залежно від виду виконуваного завдання.

Види робіт, виконуваних за відеотерміналом, відрізняються як за рівнем концентрації уваги на екрані і на документі, так і за рівнем нервово-емоційної, зорової і м'язової напруги, ступенем виразності монотонії при роботі та ін. Вплив чинників середовища неоднаково виявляється в різних робочих ситуаціях. Тому необхідний диференційований підхід у визначенні тривалості безперервної роботи з урахуванням її інтенсивності.

При таких видах робіт, як редагування, введення даних, обчислення, тривалість безперервної роботи повинна бути 1–2 години, а при налагодженні програм, роботі в діалоговому режимі, інтенсивному введенні даних рекомендуються частіші перерви.

Щоб уникнути перенапруги організму, бажано обмежити сумарний час роботи за дисплеєм до 50 % від тривалості робочого дня. Якщо виконання роботи пов'язане тільки з використанням ЕОМ і неможливо чергувати завдання, рекомендується робити перерви. Для робіт із великим навантаженням – 10–15-хвилинна перерва після кожної години роботи, а при неінтенсивній і монотонній роботі – 10–15 хвилин через кожні 2 години. Кількість мікропауз (до 1 хв.) повинна регулюватися індивідуально.

Особливістю деяких видів діяльності з ЕОМ (введення і редагування інформації, розв'язування стандартних задач) є монотонія. Вона характеризується простотою змісту виконуваних за жорсткою схемою завдань, що не супроводжуються нервово-емоційною напругою й активними творчими зусиллями. Зменшенню негативного впливу монотонії сприяють такі заходи:

– чергування операцій введення осмисленого тексту і числових даних або редагування текстів і введення даних (тобто зміна змісту і темпу робіт);

– впровадження регламентованих перерв з урахуванням трудового навантаження.

Характер праці за відеотерміналом призводить до обмеженої рухової активності, що супроводжується малими м'язовими зусиллями (гіподинамією). При деяких видах праці (введення і редагування інформації) є значне, але одноманітне і спрощене навантаження на невеликі групи м'язів рук (гіпокінезія). Для усунення шкідливого впливу гіподинамії і гіпокінезії рекомендується введення пауз для виконання комплексу вправ, спрямованих на збільшення витрат енергії на м'язову роботу і на усунення змін від локального характеру м'язових дій. Існують відповідні комплекси вправ.

Для основних видів робіт за відеотерміналом доцільно ввести офіційно передбачені перерви (регламентовані). Загальні вимоги до таких перерв:

а) їх необхідно влаштовувати для попередження стомлення (до появи втоми);

б) короткі та часті, а не довгі та рідкі;

в) перерви бажано проводити поза робочим місцем.

Форми й зміст перерв можуть бути різноманітними: виконання допоміжної роботи, що не потребує великої напруги; прогулянки, тривалі перерви для прийому їжі. На початку перерв бажана гімнастика для очей, під час однієї з перерв рекомендується проведення загальної гімнастики.

Гімнастика повинна бути спрямована на корекцію змушеної пози, поліпшення венозного кровообігу, часткове надолуження рухової активності. Після гімнастичних вправ необхідний пасивний відпочинок – 3 хвилини перед роботою.

Спеціальні вправи для очей, що сприяють посиленню кровообігу, збалансуванню тонуусу очних м'язів, профілактиці стомлення, можна виконувати на початку перерв протягом 2–3 хвилин, сидячи на робочому місці (додаток 3).

3.6.5. Гігієнічна оцінка захисних засобів для користувачів ЕОМ

Незважаючи на те, що параметри електростатичного (ЕСП) і електромагнітних (ЕМП) полів, які утворюються в екранах дисплеїв при роботі електронно-променевої трубки (ЕПТ), не перевищують нормативних значень, було встановлено, що застосування приєкранних фільтрів веде до зменшення скарг на погане самопочуття під час роботи з відеотерміналом (ВДТ).

Приєкранні фільтри повинні захищати від впливу випромінювань електростатичних і електромагнітних полів та забезпечувати комфортність у роботі (підвищувати контрастність об'єктів розрізнення і зменшення прямого і відбитого відблиску екранів дисплеїв).

В обчислювальних центрах України застосовуються в основному захисні екрани чотирьох типів – сітчасті, плівкові, скляні і комбіновані (табл. 5).

Як показали дослідження Інституту медицини праці АМН України, сітчасті і плівкові екрани володіють однією позитивною якістю і масою негативних. Так, сітчасті екрани, зменшуючи відблиск, значно знижують контрастність і видимість об'єктів розрізнення, що неприпустимо, а плівкові, поліпшуючи видимість і контрастність зображення, швидко вицвітають плямами й утруднюють видимість об'єктів розрізнення. Таким чином, фільтри цих двох типів для професіональних користувачів непридатні.

У Європі найбільш популярні скляні фільтри, із котрих найкращим визнаний екран, що випускається фірмою ERGOSTAR (Австрія), який забезпечує видимість 95% і має всі захисні властивості. Проте ці екрани дорогі і недоступні для широкого застосування.

На підставі гігієнічних вимог Інституту медицини праці розроблені і виготовляються світлозахисні фільтри типу BIMSOT, що електроекранують, і фільтри типу ARECHROM, що просвітлюють.

Характеристика основних захисних екранів

Тип фільтра	Основна характеристика	Позитивні якості	Негативні якості
Сітчастий: – сітка без провідного шару – сітка з провідними нитками або провідним покриттям	Чорна капронова сітка з ниток Чорна металева або капронова сітка з металевим покриттям	Зменшує блискість скляної поверхні Захищає від ЕСП при високій провідності від ЕМП (СЧ і НЧ спектри)	Захисні функції не виконує; знижує видимість на 50%; зменшує чіткість і контрастність зображення Зменшує чіткість, контрастність та видимість зображення
Плівковий: – тонований – поляроїдний	Тонка плівка фірми «Polaroid» CP-50, CP-60. Те ж	Знижує блискість і мерехтіння екрана Найбільш ефективно зменшує блискість від навколишніх поверхонь (вікна, стіни та ін.), незначно підвищує контрастність і чіткість зображення	Не призначений для захисту від випромінювань Мала прозорість (25%); швидко вицвітає при користуванні (плями)
Скляний тонкий: – тонований поглинаючим шаром – напівпрозоре дзеркало	Тонке неопіроване скло Те ж	Знижує блискість від екрана Послаблює випромінювання	Як правило, немає сертифіката якості Дуже яскравий відблиск від фільтра
Скляний товстий	Товсте оптичне скло	Можливість нанесення будь-яких комбінацій захисних плівкових покриттів та гарантія їх стійкості	—

Тип фільтра	Основна характеристика	Позитивні якості	Негативні якості
Те ж	Товсте скло, леговане іонами важких металів	Забезпечує захист від випромінювань ЕМП (ВЧ, НЧ, СЧ), УФВ	
Комбінований: – скляний з плівковим покриттям – відбиваючий шар з просвітлюючим антирефлексним покриттям – просвітлюючий шар – скляний товстий	Тонке скло і плівка Те ж Товсте скло Товсте скло з тонким провідним покриттям і з заземлюючим провідником	Прозорість, послаблює всі види випромінювань, вибірковість практично відсутня Забезпечує вибірковість відбиття у видимій частині спектра Забезпечує високу видимість, послаблює випромінювання ЕМП (ВЧ та НЧ спектри) Послаблює випромінювання ЕСП і ЕМП (НЧ спектр)	Висока блискість Посилює перепускання випромінювань, особливо в агресивній частині спектра Висока вартість технології Те ж

Дослідження показали, що ці фільтри забезпечують високий ступінь захисту, високу видимість і відсутність відблиску (табл. 6). У працюючих з ВДТ при застосуванні зазначених фільтрів значно зменшуються скарги на стомлення, а також підвищуються рівні функцій акомодатії і контрастної чутливості очей.

Пластиковий акриловий екран не має захисних властивостей від випромінювань, знижує видимість, підвищує відблиск, але найнебезпечніше те, що він сприяє накопиченню електростатичних зарядів і підвищенню потужності електростатичного поля, що небезпечно для користувачів відповідно до ГОСТ 12.4.124-83.

**Основні фізичні характеристики
параметрів випромінювань випробуваних матеріалів
(за коефіцієнтами пропускнуої спроможності)**

Основні параметри (у відносних одиницях)	Акриловий пластиковий екран	Фільтр BIMSOT	Фільтр ARECHROM
γ -випромінювання	0,7	0,21	0,22
β -випромінювання	0,165	0,02	0,02
УФ-С (0,22...0,28 мкм)	0,06	0,001	0,001
УФ-В (0,28...0,32 мкм)	0,75	0,08	0,13
УФ-А (0,32...0,40 мкм)	0,86	0,23	0,38
Видиме світло (0,4...0,7 мкм)	0,89	0,52	0,98
Інфрачервоне випромінювання (1,1 ... 10 мкм)	0,91	0,14	0,10
Напруженість залишкового електростатичного поля, В/см	900	10	35
Відблиск поверхні, %	11	3,5	0,5
Видимість об'єктів розрізнення, %	70	85	100

В лабораторії тонких плівок Національного технічного університету (КПІ) розроблено двошаровий захисний екран із звичайного лужного скла товщиною 3 мм, який пропускає понад 70 % світла видимого діапазону. Він має два шари: перший є одночасно захисним, антивідблисковим та антистатичним, а другий, феромагнітний, забезпечує зниження напруженості ЕМП. Кількість відблисків на такому екрані зменшується на 60–80 % у порівнянні із звичайним у залежності від кута відбиття світла, електростатичне поле усувається повністю, електромагнітне поле послаблюється не менш, ніж у три рази.

Варто підкреслити, що захисні засоби застосовувати потрібно. Проте не слід обмежуватися тільки застосуванням захисних екранів. Необхідно забезпечити на робочих місцях нормальні умови праці і відповідність параметрів робочого середовища (мікроклімат, шум, освітлення, режими праці і відпочинку тощо) нормативним, а потім забезпечити їх захисними засобами. Проведення всіх заходів у комплексі забезпечить збереження здоров'я і працездатності користувачів ЕОМ.

3.6.6. Шляхи забезпечення працездатності

Загальні заходи забезпечення високої працездатності включають: підвищення матеріального і культурного рівня населення, створення сприятливих побутових умов, надання всебічної лікувально-профілактичної медичної допомоги, проведення заходів, що сприяють створенню здорового способу життя, повноцінному відпочинку після роботи, у вихідні дні і під час відпустки.

Спеціальні заходи профілактики стомлення і перевтоми включають:

- створення сприятливих умов виробничого середовища і впровадження раціонального режиму праці і відпочинку;
- раціональну ергономічну організацію робочих місць;
- удосконалення професійного добору і фахової орієнтації за станом функцій зору;
- створення сприятливого психологічного мікроклімату;
- запровадження заходів для відновлення тимчасово зниженої працездатності, у тому числі психологічного розвантаження, виробничої гімнастики і гімнастики для очей (додаток 3);
- проведення профілактичних і періодичних медичних оглядів (1 раз у 24 місяці).

Профілактичні заходи слід проводити диференційовано, залежно від стану людини.

3.7. Запобігання виникненню пожеж від електронної апаратури

3.7.1. Загальна пожежна характеристика РЕА

Пожежна небезпека електричних установок, різноманітних приладів, радіоелектронної апаратури (РЕА), апаратури управління й інших електроприймачів пов'язана із застосуванням горючих матеріалів: гуми, пластмас, лаків, масел тощо. Джерелами запалення можуть бути електричні іскри, дуги, коротке замикання, перевантаження проводів, перегріті опорні поверхні, несправності апаратури. Окислювачем, як правило, служить кисень повітря.

Для електронних пристроїв характерна часта поява джерел відкритого вогню при коротких замиканнях, пробоях і перевантаженнях. Проте потужність і тривалість дії цих джерел запалення порівняно малі, тому горіння, в основному, не розвивається. Виникнення пожежі в електронних пристроях можливе, якщо застосовуються горючі та важкогорючі матеріали і вироби.

Кабельні лінії електроживлення складаються з горючого ізоляційного матеріалу, тому є найбільш пожежонебезпечними елементами в конструкції РЕА.

РЕА являє собою складний комплекс електричних ланцюгів. За пожежною небезпекою їх можна порівняти зі звичайними електричними ланцюгами. При проходженні електричного струму по провідниках і радіотехнічних елементах виділяється тепло. Якщо на якійсь ділянці електронної схеми кількість тепла, що виділяється, перевищить допустиму межу, то відбудеться його перегрів. При дотику перегрітих елементів і виробів із горючими речовинами і матеріалами можуть відбутися загоряння і пожежі.

Надійність роботи радіодеталей гарантується тільки у визначених інтервалах температури, вологості, сили струму і напруги. Внаслідок можливих відхилень електричних і кліматичних параметрів, а також погіршення технічного стану пристроїв елементи електронної схеми є найбільш ймовірними і частими джерелами відкритого полум'я і високих температур у РЕА. Наприклад, при можливих ушкодженнях схеми потужність розсіювання резисторів може різко зрости. При півтора-, двократному перевищенні допустимих норм розсіювання резистори типу МЛТ нагріваються до 200–300 °С і починають диміти. Три-, чотирикратне перевантаження порушує їх параметри, а при шести-, десятикратному перевантаженні резистори горять яскравим полум'ям із розкиданням іскор. Горіння нерідко завершується вибухом резистора.

У РЕА можливі загоряння резисторів у результаті пробоя у ланцюгах розподільників напруги, а також при вмиканні РЕА і під час виконання профілактичних робіт в обтяжених режимах.

Резистори типу СП часто виходять з ладу внаслідок вигорання їх у місці встановлення повзуна.

Резистори й інші радіодеталі являють собою пожежну небезпеку не тільки як джерела запалення, але і як горючий матеріал. Особливо небезпечні резистори, що горять, для джгутів монтажного проводу з горючою синтетичною ізоляцією. Якщо ці проводи потрапляють у зону полум'я або дотикаються з дуже нагрітою деталлю, то ізоляція плавиться, провід оголюється і відбувається коротке замикання в схемі. Це коротке замикання викликає нагрів, плавлення ізоляції і загоряння інших проводів.

У процесі експлуатації РЕА зареєстровані пробої конденсаторів, германієвих діодів, вигорання окремих елементів схеми (заварювання контактів на реле), вигорання шин живлення на платах у результаті погіршення ізоляції проводів, вигорання дротових реостатів.

Причиною багатьох пожеж у радіотехнічній апаратурі може бути недбале виконання і порушення правил монтажу. Наявність оголених кінців монтажних проводів при їх випадковому зближенні призводить до короткого замикання. Особливо це небезпечно при монтажі роз'ємних плат: застосовувані роз'єднувачі з плаваючими контактами при перекосі можуть зблизити підвідні провідники і також викликати коротке замикання.

Під дією вентиляційних потоків повітря при охолодженні РЕА можлива вібрація окремих елементів апаратури, що може послабити болтові і гвинтові з'єднання деталей і провідників, викликаючи збільшення перехідних контактних опорів та їх перегрів.

У РЕА є велике число джерел струму різних напруг і полярності. Напруга може коливатися від одиниць до тисячі вольт. Багато джерел мають малий внутрішній опір. Можливі загоряння імпульсних високочастотних трансформаторів, осердя і обмотка яких просочені поліізобутиленом і укладені в циліндричний корпус, виготовлений з прес-порошку. Коли виникає струм розряду внаслідок несправностей, він, протікаючи по анодній обмотці трансформатора, розігріває її. Ізоляція обвуглюється і викликає пробій, супроводжуваний "вибухом" і спрацюванням струмового захисту. Газовий розряд у лампі виводить з ладу імпульсний трансформатор і викликає вигорання напівпровідни-

кових діодів, пов'язаних з електродами ламп і обмотками трансформаторів.

У РЕА застосовують ізоляційні матеріали, що є горючими. Найважливішими такими органічними і елементоорганічними електроізоляційними матеріалами є:

- природні і синтетичні смоли;
- пластмаси на основі смол і ефірів целюлози;
- волокнисті матеріали, електроізоляційні плівки;
- матеріали на основі каучуку;
- електроізоляційні рідини;
- воскоподібні речовини;
- лаки, компаунди, різноманітні клеї.

У процесі експлуатації погіршуються діелектричні властивості ізоляції. Це призводить до збільшення ймовірності появи пробоїв. Причинами пробоїв є порушення технічних умов проектування (завищення напруг), коливання температурного і вологового режимів РЕА, перебої в роботі систем припливно-втяжної вентиляції або неправильний вибір параметрів охолоджуючого повітря. При підвищенні температури повітря на 1°C його вологість знижується приблизно на 5%. Повітря вологістю 15–20% висушує ізоляцію проводів. Через 3–4 роки роботи ізоляція проводів розтріскується від пересихання. Багато з ізоляційних матеріалів не є теплостійкими. Порушення температурного режиму може призвести до їх розкладання з виділенням пожежонебезпечних побічних продуктів і втратою діелектричних характеристик.

Друківані плати, зроблені з гетинаксу і текстоліту, складають основну масу горючого матеріалу в РЕА. Склопластики на основі поліефірних і епоксидних смол є горючими, а на основі фенольних і фенолформальдегідних смол – важкогорючими.

Причиною виникнення пожежі в силових і високовольтних анодних трансформаторах є короткі замикання оголених проводів, погані контакти на клеммах і погіршення діелектричних властивостей електроізоляційних матеріалів. Внаслідок цього утворюються іскри, спостерігається горіння проводів і прогоряння плат.

Практика показує, що найбільш пожежонебезпечним місцем у РЕА є кабельні лінії, що служать для подачі електроживлення і передачі електричних сигналів. Майже всі великі пожежі на силових кабельних лініях виникають внаслідок порушення правил їх укладання та (або) експлуатації при підвищеній температурі. Це веде до прискореного старіння ізоляції кабелів і короткого замикання. Кабель повинен відповідати номінальним параметрам мережі, умовам навколишнього середовища, температурно-режиму і бути забезпечений апаратами захисту.

3.7.2. Причини виникнення пожеж в електроустановках і РЕА

За даними статистики, від короткого замикання в електричних мережах, машинах і апаратах відбувається в середньому 43,3% пожеж; від запалення горючих матеріалів і предметів, що дотикаються або знаходяться у безпосередній близькості від електроспоживачів (перегрів опорних поверхонь) – 33,2%; від струмових перевантажень – 12,3%; від перегріву місць з'єднання струмоведучих частин у результаті утворення великих перехідних опорів – 4,6%; від впливу на навколишнє середовище електричної дуги й електричного іскріння, що виникають при розриві ланцюгів, – 3,3%; від нагрівання конструкцій при переході (виносі) на них підвищеної напруги – 3,3%.

У сучасних приладах РЕА сила струму короткого замикання може бути від одиниць до сотень кілоампер і залежить від таких чинників:

- потужності джерел живлення (прямо пропорційно);
- повного опору елементів ланцюга, увімкнених між джерелом живлення і точкою короткого замикання;
- виду короткого замикання (трифазне, однофазне); при однофазних коротких замиканнях сила струму мінімальна;
- часу з моменту виникнення короткого замикання до відключення апаратами захисту.

Якщо апарати захисту швидкодіючі і, особливо, струмообмежуючі, струми короткого замикання не встигають досягти максимального значення.

Струми короткого замикання мають термічну й електродинамічну дію і супроводжуються різким зниженням напруги в

мережах. Тому вони можуть перегріти струмоведучі частини і розплавити провідники. Перегрів провідників, електричні іскри і дуги ушкоджують і запалюють ізоляцію і навколишнє середовище. Великі механічні зусилля, що виникають при цьому, спроможні руйнувати елементи електрообладнання і приладів.

3.7.3. Термічна дія струму короткого замикання

Протікання по провіднику тривало допустимого струму силою I пов'язано з виділенням тепла, що кількісно визначається законом Ленца–Джоуля:

$$Q = I^2 \cdot r \cdot \tau, \quad (1)$$

де Q – теплота, Дж;

I – сила тривало допустимого струму, А;

r – активний опір, Ом;

τ – час, с.

У початковий момент частина тепла, що виділяється, витрачається на підвищення температури провідника і його ізоляції, частина розсіюється в навколишнє середовище. При тривалому протіканні струму встановлюється стаціонарний режим, за яким все тепло, що виділяється, передається в навколишнє середовище. Температура провідника досягає сталого значення, обумовленого силою струму. Тому сила тривало допустимого струму для провідників визначається гранично допустимою температурою нагріву, за якою їх ізоляція знаходиться в нормальному тепловому режимі і може працювати тривалий час.

Час протікання струму короткого замикання не перевищує декількох секунд або навіть долей секунди. Він залежить від часу спрацювання апаратів захисту, наприклад, плавких запобіжників, автоматичних вимикачів, електричних схем захисту джерел живлення і т. ін. Це дозволяє не враховувати відвід тепла (тепловіддачу) в навколишнє середовище за час короткого замикання і вважати, що все виділене тепло витрачається на підвищення його температури (адіабатичний процес нагрівання). Тому при протіканні струму короткого замикання, сила якого значно перевищує допустиму силу струму, температура провідника швидко росте і може досягти небезпечних значень.

3.7.4. Електродинамічна дія струму короткого замикання

Відомо, що два провідники, якими протікає електричний струм, взаємодіють один з одним. Напрямок сили взаємодії визначається напрямком струму в провідниках. При однаковому напрямку струму електродинамічні сили притягують провідники, при різному – відштовхують. Через те, що при короткому замиканні у мережі можуть протікати струми, що у десятки і сотні разів перевищують номінальні значення, то електродинамічні сили намагаються деформувати провідники й ізолюючі частини, на яких вони кріпляться. У разі розташування провідників в одній площині електродинамічну силу F_e можна визначити за формулою:

$$F_e = \int_0^l BI_{к.з.} dl, \quad (2)$$

де B – індукція магнітного поля провідника, Тл;

$I_{к.з.}$ – струм короткого замикання, А;

l – довжина провідника, м.

Числове значення електродинамічної сили можна визначити за формулою:

$$F_e = 2I_{к.з.} \frac{L}{a} \cdot 10^{-7}, \quad (3)$$

де L – довжина паралельних провідників, см;

a – відстань між всіма провідників, см.

Коротке замикання супроводжується різким зниженням напруги в електричних мережах. У результаті може статися частковий або повний розлад електропостачання споживачів. Зниження напруги в мережі, що живить споживачів, порушує нормальну роботу електродвигунів, тому що момент обертання асинхронних електродвигунів пропорційний квадрату підведеної до них напруги. І якщо момент обертання менше моменту опору, електродвигун зупиняється. Зупинка електродвигунів може призвести до розладу технологічного процесу, а іноді і до псування продукції, вибуху, пожежі. Зупинка електродвигунів насосів, вентиляторів призводить до припинення подачі охолоджуючого середовища, що може спричинити аварію внаслідок підвищення температури, тиску усередині установок тощо.

3.7.5. Причини виникнення і профілактика короткого замикання

Короткі замикання виникають у результаті порушення ізоляції струмоведучих частин і зовнішніх механічних пошкоджень в електропровідниках, монтажних провадах, обмотках двигунів і апаратів.

Багато з видів електроустановок не є волого- і пилонепроникними, тому з часом виробничий пил (особливо струмопровідний), хімічно активні речовини, волога проникають усередину їх оболонки, осідають на поверхні електроізоляційних конструкцій і матеріалів і створюють умови для виникнення надмірних струмів витоку і дугових коротких замикань.

РЕА й електроустановки при роботі нагріваються від допустимих меж у нормальних режимах навантаження і зовнішніх температурних впливах, та до значних температур – у підвищених режимах і впливах. Тому при охолодженні в періоди зупинок на окремих виробках і частинах РЕА й електроустановки може випадати конденсат води. Це призводить до перекриття або пробою як ізоляції обмоток, так і інших струмоведучих елементів або їх частин. Ізоляція РЕА може пошкоджуватися дією на неї високої температури або струменя інфрачервоного випромінювання, внаслідок перенапруг від первинної або вторинної дії блискавки, переходу напруги з первинної обмотки силового трансформатора на вторинну і т. ін.

Причиною короткого замикання може бути зхлестування проводів, що підключаються до повітряних ліній електропередачі, під впливом вітру. До виникнення короткого замикання можуть призвести помилкові дії обслуговуючого персоналу при виконанні різних оперативних переключень, ревізій і ремонтах РЕА й електроустановки.

Найбільш діючим заходом запобігання короткому замиканню є правильний вибір, монтаж і експлуатація електричних мереж, РЕА, машин й електроустановки. Конструкція, вид виконання, спосіб установки і клас ізоляції застосовуваних машин, стендів, приладів і РЕА, кабелів, проводів і іншого устаткування повинні відповідати номінальним параметрам РЕА або електроустановки (струму, напрузі, навантаженню), умовам навколишнього середовища і вимогам "Правил будови електроустановок"

(ПБЕ). Крім того, повинен бути передбачений електричний захист мереж, схем і РЕА. Найбільш ефективними апаратами захисту є швидкодіючі реле і вимикачі, настановні автомати і плавкі запобіжники. Проте цей захист не завжди запобігає викиду електричних іскор у навколишнє середовище при короткому замиканні у схемах і, отже, не завжди може захистити від запалення горючі матеріали. У сучасних РЕА переважно застосовуються безконтактні автоматичні схеми захисту.

3.7.6. Перевантаження провідників

При проходженні струму по провідниках тепло, що виділяється, нагріває їх до температур, за яких посилюються окиснювальні процеси. На проводах (особливо в контактних з'єднаннях) утворюються оксиди, що мають високий опір, збільшується опір контакту і, отже, кількість тепла, що в ньому виділяється. Температура з'єднання росте, збільшується окиснення. Це може призвести або до повної руйнації контактного з'єднання, або до старіння (зносу) та руйнування ізоляції.

Старіння ізоляції оцінюють у відносних одиницях. За одиницю приймають старіння, що відповідає роботі при температурі, яка допускається нормами для даної ізоляції. У загальному вигляді закон відносного зносу ізоляції можна виразити рівнянням:

$$U = 2^{(t_c - t_{c.n.})/8}, \quad (4)$$

де U – відносний знос ізоляції;

$t_c, t_{c.n.}$ – стале перевищення температури нагріву провідника над температурою навколишнього середовища (відповідно фактичне і допустиме за нормами), °С.

Так, відповідно до ПБЕ для провідників з гумовою ізоляцією допускається тривале підвищення температури над температурою повітря на 40 °С. Якщо швидкість зносу ізоляції при такому перегріві прийняти за 1, то при перегріві до 48 °С відносний знос складе:

$$U = 2^{(48-40)/8} = 2;$$

до 56 °С:

$$U = 2^{(56-40)/8} = 4 \text{ і т. д.}$$

Старіння ізоляції характеризується зниженням її еластичності і механічної міцності. Сильно застаріла ізоляція під впливом вібрацій при роботі трансформаторів, електродвигунів, вентиляторів починає тріскатися і ламатися. Наслідком цього можуть бути електричний пробій ізоляції й uszkodження РЕА, а за наявності ізоляції, що може горіти, і пожежо- або вибухонебезпечно-го середовища – пожежа або навіть вибух.

Відповідно до формули (1), нагрів провідника зростає зі збільшенням струму, що протікає по ньому. Оскільки кожний провідник розрахований на визначений струм, то збільшення його може призвести до перевантаження. Причиною перевантаження може бути неправильний розрахунок при проектуванні мереж і схем або підключення електроспоживачів у більшій кількості чи більшій потужності у порівнянні з проектом, занижений переріз проводів, перевантаження радіоелементів.

В електродвигунах перевантаження може виникнути внаслідок механічного перевантаження на валі, зниження напруги у живильній мережі і т. ін. Так, при зниженні напруги у живильній мережі сила струму в обмотках електродвигуна зростає. Якщо напруга на затискачах електродвигуна (наприклад, асинхронного короткозамкненого) дорівнює номінальному, струм навантаження, А:

$$I_n = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_\phi \cos \varphi}, \quad (5)$$

де P – потужність двигуна, кВт;

U_ϕ – фазна напруга, В.

При зниженні напруги на 30% струм електродвигуна дорівнюватиме, А:

$$I^1 = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,7 \cdot U_\phi \cos \varphi}, \quad (6)$$

Із зіставлення виразів (5) і (6) очевидно, що в другому випадку струм більший, ніж у першому.

Допустимі тривалі струмові навантаження $I_{\text{доп}}$ на проводи і кабелі наведені в ПБЕ. Максимально допустима температура елементів електроустановок наводиться у відповідних Держстандартах і ПБЕ.

Щоб уникнути перевантаження і його наслідків, при проектуванні необхідно правильно вибирати розрахункові перерізи провідників і схеми за допустимою щільністю струму, щоб $I_p \leq I_{\text{дон}}$.

В процесі експлуатації електричних мереж не можна вмикати додаткові електроприймачі, якщо мережа на це не розрахована. Для захисту електроустановок від струмів перевантаження найбільш ефективними є автоматичні та електронні схеми захисту, вимикачі, теплові реле та плавкі запобіжники.

3.7.7. *Перехідні опори та профілактика пожеж від них*

Причиною пожеж і аварій можуть бути великі перехідні опори, що виникають у місцях з'єднань, відгалужень і окінцювань провідників, в контактах РЕА та іншого обладнання. Падіння напруги на стику з'єднань можна визначити за формулою:

$$\Delta U = I(r + r_k), \quad (7)$$

де r_k – контактний опір з'єднання, що складається з двох:

$$r_k = r_{\text{пер}} + r_{\text{нл}}, \quad (8)$$

де $r_{\text{пер}}$ – перехідний опір, викликаний нерівностями на поверхні металу, Ом;

$r_{\text{нл}}$ – опір, викликаний наявністю поверхневих (оксидних) плівок, Ом.

При протіканні струму навантаження в такому контактному з'єднанні виділяється деяка кількість тепла, пропорційна квадрату струму й опору точок дійсного дотикання. Воно може бути настільки значним, що місця перехідних опорів сильно нагріваються. Якщо контакти дотикатимуться до горючих матеріалів, вони можуть запалюватись, а у пожежонебезпечній суміші газів, парів і пилу у повітрі призвести до вибуху.

Позаяк два провідники контактують не всією поверхнею, а в окремих точках, то густина струму у місцях контактування може досягати 10^7 А/мм². Дійсна площа дотикання контактів не залежить від їхніх розмірів, а визначається силою, що стискає контакти, і тимчасовим опором зім'яттю металу контактів:

$$S_0 = \frac{F}{\sigma_{3M}}, \quad (9)$$

де S_0 – дійсна площа дотикання контактів, яка дорівнює сумі елементарних площадок торкання, м²;

F – сила натискання контактів, Н;

σ_{3M} – тимчасовий опір зім'яттю металу, Па.

Залежність перехідного опору багатоточкового контакту $r_{пер}$, Ом, від сили натискання на контакт F має вигляд:

$$r_{пер} = \frac{\varepsilon}{F^m}, \quad (10)$$

де ε – коефіцієнт, що враховує питомий опір матеріалу контакту і σ_{3M} , а також засіб оброблювання контактних поверхонь (табл. 7);

m – показник степеня, що залежить від форми контактів і від кількості точок їх дотикання (для одноточкових контактів $m = 0,5$, для багатоточкових $m = 1$).

Таблиця 7

Значення коефіцієнтів ε і m при чистих неокиснених контактах

Матеріал контактів	Коефіцієнт $\varepsilon \cdot 10^{-4}$	Геометрична форма контакта	Значення m
Мідь	0,7 – 1,4	Площина – площина	1
Алюміній	1,3 – 1,6	Багатопластинчата щітка – площина	1
Сталь	75 – 80	Болтові шинні контакти	0,5 0,7
Срібло	0,5 – 0,6	Вістря – площина	0,5
Алюміній – мідь	10	Куля – площина	0,5
Сталь – мідь	30	Куля – куля	0,5

Поряд із розглянутими чинниками на значення контактного опору впливає окиснення контактних поверхонь і утворення поверхневих оксидних напівпровідникових плівок. Шар окису може зростати углиб необмежено. Особливо інтенсивне окиснення відбувається за температури нагріву контактів, що перевищує 70–75 °С, а також в середовищі, агресивно діючому на контакти (хімічно активне середовище, підвищена вологість і т. ін.). Електрична провідність плівок значно гірша, ніж провідність чистого металу.

Для збільшення площі дійсного дотикання контактів необхідно застосовувати пружні контакти або спеціальні сталеві пружини. Для відводу тепла від точок дотику і його розсіювання необхідно виготовляти контакти визначеної маси і поверхні охолодження. Особливу увагу слід приділяти місцям з'єднання проводів і підключення їх до контактів ввідних пристроїв електроприймачів. На знімних кінцях контакта застосовують накінечники різної форми і спеціальні затискачі. Для надійності контакта передбачаються пружні шайби і бортики, що перешкоджають розтіканню алюмінію. У місцях, що піддаються вібрації, за будь-яких провідників повинні застосовуватися пружні шайби або конграйки. Всі контактні з'єднання повинні бути доступними для огляду – їх систематично контролюють у процесі експлуатації. Для зменшення контактного опору передбачається нероз'ємне з'єднання проводів – паяння, зварювання, механічне з'єднання під тиском (опресування).

Для зменшення впливу на контактний опір контакти, що розмикаються, конструюють таким чином, щоб їх розмикання і замикання супроводжувалося ковзанням (тертям) одного контакта по другому. При цьому тонка плівка оксидів руйнується і видаляється з площадки дійсного торкання контактів. Таким чином відбувається самоочищення контактів.

Контакти з міді, латуні і бронзи захищають від окиснення лугуванням тонким прошарком олова або сплаву олова і свинцю. Велике значення має захисне мастило, що охороняє контактну поверхню від швидкого окиснення. У деякій апаратурі застосовують сріблення мідних контактів. Іноді до мідних контактів приварюють срібні платівки, по яких відбувається контактування.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Перелік СДОР категорії I

Група 1: ангідрид миш'яковий* і миш'яковистий*; алдрин; бруцин, ділдрин, стрихнін, сулема, фосфор жовтий, цинхопін.

Група 2: оксиціанід ртуті, ціанід калію, кадмій, кальцій, натрій, свинець, барій, цинк, ціаніста мідь та ртуть; ціанід срібла, ціанплав, «циклон», етилмеркурфосфат, етилмеркурхлорид.

Група 4А: синильна кислота.

Група 4Б: нікотин, нітрил акрилової кислоти, сірковуглець, хлорпікрин.

Додаток 2

Перелік СДОР категорії II

Група 1: арсеніт натрію і кальцію, арсенат кальцію, паризька зелень.

Група 2: гарназон, меркуран.

Група 3: аміак, оксид вуглецю.

Група 3Б: бромметил, сірчистий газ, сірководень, фосген.

Група 4А: нітро- та аміносполучення ароматичного ряду (нітробензол, нітротолуол, анілін та ін.).

Група 4Б: анабазин, дифосген, дихлоретан*, октаметил, тетраетилсвинець, тіофос, хлорна суміш (сірковуглецю з чотирьохлористим вуглецем).

Група 5: азотна кислота з питомою вагою 1,4 і більше*, плавікова кислота, сірчана кислота з питомою вагою 1,87 і більше*, соляна кислота з питомою вагою 1,15 і більше*, хлорсульфінова кислота, хлорангідрид сірчаної, сірчистої і піросірчистої кислот.

* Застосовується у промисловості.

Вправи для очей

Варіант 1 (тривалістю 3–5 хвилин)

Вихідне положення: сидячи у зручній позі, хребет прямий, очі відкриті, погляд направлений прямо. Виконувати вправи зовсім легко, без напруження.

1. Погляд направити вліво – вправо, вправо – вліво, вгору – прямо, вниз – прямо, без затримки у відведеній позиції. Повторити від 2 до 10 разів.

2. Погляд зміщувати по діагоналі: вліво – вниз, потім прямо; вправо – вгору, прямо; вправо – вниз, прямо; вліво – вгору, прямо. Поступово збільшувати затримки у відведеній позиції, дихання довільне, але слідкувати, щоб не було затримки дихання. Повторити 2–10 разів.

3. Колові рухи очей (2–10 вліво і вправо). Спочатку швидко, а потім як найповільніше.

4. Зміна фокусної відстані: дивитися на кінчик носа, потім вдалину. Повторити декілька разів.

5. Дивитись на кінчик пальця або олівця, утримуючи його на відстані 30 см від очей, а потім вдалину. Повторити декілька разів.

6. Дивитись перед собою пильно і непорушно, намагаючись бачити ясніше, потім моргнути декілька разів.

7. Масажувати повіки, м'яко погладжуючи їх вказівними та середніми пальцями в напрямку від носа до скронь. Або: очі заплющити і подушечками пальців, дуже ніжно торкаючись, проводити по верхнім повікам від скронь до перенісся і назад, усього 10 разів у середньому темпі.

8. Потерти долоні одна об одну і легко без зусиль, прикрити ними попередньо заплющені очі, щоб повністю затулити їх від світла (на одну хвилину). Уявити занурення в повну темряву.

Варіант 2 (тривалістю 1 – 2 хвилини)

1. На рахунок 1–2 фіксація очей на близькому (на відстані 15–20 см) об'єкті, на рахунок 3–7 погляд перевести на дальній об'єкт, на рахунок 8 погляд знову перевести на ближній об'єкт.

2. При непорушній голові на рахунок 1 повернути очі по вертикалі вгору, на рахунок 2 – вниз, потім знову вгору. Повторити 15–20 разів.

3. Заплющити очі на 10–15 секунд, відкрити і проробити 5 разів рухи очима вправо і вліво, потім вгору і вниз, проробити декілька колових рухів очима справа вліво і назад (5 разів). Вільно, без напруження направити погляд вдалину.

Використані джерела

1. Бакка М. Т., Редчиць В. С., Сивко В. Й. Основи безпеки життєдіяльності людини: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1997. – 340 с.
2. Горобець А.И., Степаненко А.И., Охрана труда в радиоэлектронной промышленности. – К.: Техніка, 1987. – 135 с.
3. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 823 с.
4. Лесенко Г.Г., Борисенко Ю. И. Безопасность труда в приборостроении – К.: Техніка, 1988. – 128 с.
5. Мартиросова В.Г. Гигиеническая оценка защитных средств для пользователей ЭВМ. – К., 1996.
6. Охрана труда в приборостроении / К.Н. Ткачук, А.В. Слонченко, А.Г. Степанов, Р.В. Сабарно. – К.: Выща шк., 1980. – 190 с.
7. Охрана труда в радиоэлектронной промышленности / С.П. Павлов, Л.С. Виноградов, Н.А. Сычева и другие. Под ред. С.П. Павлова. – М.: Радио и связь, 1985. – 199 с.
8. Правила техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности. – М.: Энергия, 1973. – 536 с.
9. Правила устройства электроустановок /Минэнерго СССР. 6-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 436 с.
10. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН-245-71). – М.: Стройиздат, 1972. – 96 с.
11. Сивко В. Й. Організаційно-правові основи охорони праці: Навчальний посібник. – Житомир, ЖІТІ, 1998. – 119 с.
12. Создание благоприятных условий труда пользователей ЭВМ, работающих с дисплеями на информационно-вычислительных центрах. /Методические рекомендации (утв. Минздравом УССР 15.10.86 г.). – Харьков: ХНИИ ГТ и ПЗ, 1986. – 35с.

З М І С Т

Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ..	3
1.1. Загальні умови безпеки праці	3
1.2. Обов'язки з охорони праці посадових осіб підприємства	8
1.3. Організація та управління безпекою праці на підприємстві	19
1.4. Організація навчання охороні праці	24
1.5. Загальні ергономічні вимоги до робочих місць і виробничого устаткування	28
1.6. Вимоги до органів керування виробничого устаткування	33
1.7. Санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств і виробничих приміщень	36
1.7.1. Вимоги до генерального плану і території підприємства	36
1.7.2. Вимоги до виробничих будівель і приміщень	37
1.7.3. Вимоги до санітарно-побутових приміщень	39
1.8. Технічна естетика на виробництві	40
1.9. Гігієнічна класифікація умов праці	43
Розділ 2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ЩОДО ВИРОБНИЦТВА РАДІО- ТА ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ	45
2.1. Вимоги безпеки праці у конструкторській і технологічній документації	45
2.2. Вимоги безпеки праці до промислових роботів та роботизованих комплексів і дільниць	48
2.2.1. Причини виникнення небезпечних ситуацій	48
2.2.2. Вимоги до конструкції промислових роботів і їх складових частин	49
2.2.3. Вимоги до організації роботизованих гнучких виробничих комплексів і дільниць	52
2.2.4. Вимоги до експлуатації промислових роботів, ГВК і дільниць	54
2.3. Безпека виробництва деталей радіоелектронної апаратури	56
2.3.1. Особливості виробництва друкованих плат	56

2.3.2. Особливості виробництва тонкоплівкових мікросхем і мікророзробок	59
2.3.3. Особливості виробництва товстоплівкових мікросхем і мікророзробок	62
2.3.4. Заходи безпеки	66
2.4. Безпека праці при паяльних роботах	74
2.4.1. Небезпечні та шкідливі фактори	74
2.4.2. Вимоги до виробничих приміщень, технологічних процесів і обладнання	75
2.4.3. Вимоги до вентиляції і опалення	76
2.4.4. Вимоги до санітарно-побутових, допоміжних приміщень і засобів індивідуальної профілактики ...	77
2.5. Безпека експлуатації оптичних квантових генераторів	78
2.6. Безпека праці при електрохімічній і електрофізичній обробці матеріалів	81
2.7. Загальні вимоги безпеки до складально-монтажних робіт	88
2.8. Вимоги безпеки до проведення налагоджувальних робіт	92
2.9. Вимоги безпеки при випробуваннях РЕА	95
Розділ 3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІО- ТА ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ	98
3.1. Загальні положення	98
3.2. Вимоги безпеки до роботи з радіоелектронною апаратурою і устаткуванням	99
3.3. Захист від випромінювань РЕА	102
3.3.1. Захист від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону	102
3.3.2. Захист від інфрачервоного випромінювання	104
3.3.3. Захист від ультрафіолетового випромінювання	105
3.3.4. Захист від іонізуючих випромінювань	106
3.4. Небезпека статичної електрики	108
3.5. Запобігання нервово-психічним перевантаженням ...	111
3.6. Забезпечення сприятливих умов праці користувачів ЕОМ	115
3.6.1. Загальні положення	115
3.6.2. Санітарно-гігієнічні вимоги	116

3.6.3. Організація робочого місця, оснащеного дисплеєм	117
3.6.4. Режим праці і відпочинку	118
3.6.5. Гігієнічна оцінка захисних засобів для користувачів ЕОМ	120
3.6.6. Шляхи забезпечення працездатності	124
3.7. Запобігання виникненню пожеж від електронної апаратури	124
3.7.1. Загальна пожежна характеристика РЕА	124
3.7.2. Причини виникнення пожеж в електроустановках і РЕА	128
3.7.3. Термічна дія струму короткого замикання	129
3.7.4. Електродинамічна дія струму короткого замикання	130
3.7.5. Причини виникнення і профілактика короткого замикання	131
3.7.6. Перевантаження провідників	132
3.7.7. Перехідні опори та профілактика пожеж від них ...	134
ДОДАТКИ	137
Додаток 1. Перелік СДОР категорії I	137
Додаток 2. Перелік СДОР категорії II	137
Додаток 3. Вправи для очей	138
Використані джерела	139

Сивко Вадим Йосипович

Навчальний посібник

**БЕЗПЕКА ВИГОТОВЛЕННЯ ТА
ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ
АПАРАТУРИ**

Рецензенти: В. П. Манойлов

Редактор В. І. Бобришева
Технічний редактор С. П. Клименко
Коректор В. І. Бобришева
Комп'ютерна верстка – В. В. Лукашевич,
С. В. Сирокомський, І. О. Хмара
Комп'ютерний дизайн – І. О. Хмара
Макетування – В. В. Кондратенко

Здано в набір 20.09.1999. Підписано до друку 10.01.2000.
Формат 60 x 84/16. Папір друкарський. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 8,25. Обл. вид. арк. 7,73.
Тираж 300 пр. Зам. №7

Редакційно-видавничий відділ Житомирського
інженерно-технологічного інституту
10005, Житомир, вул. Черняхівського, 103