**Охорона праці в галузі автоматизації**

**Реферат**

**На тему: «Безпека праці технологічних процесів РЕА»**

**Зміст**

1. Безпека виробництва деталей радіоелектронної апаратури………………..3

Особливості виробництва друкованих плат………………………………….3

Особливості виробництва тонко плівкових мікросхем і мікророзробок…..5

Особливості виробництва товсто плівкових мікросхем і мікророзробок….7

Заходи безпеки……………………………………………………………….….9

2. Безпека праці при паяльних роботах……………………………………...13

2.1. Небезпечні та шкідливі фактори………………………………………....13

2.2.Вимоги до виробничих приміщень, технологічних процесів і обладнання……………………………………………………………………….14

2.3. Вимоги до вентиляції та опалення……………………………………….14

2.4. Вимоги до санітарно-побутових, допоміжних приміщень і засобів індивідуальної профілактики…………………………………………………..15

3. Безпека експлуатації оптичних квантових генераторів…………………..15

Список літератури

**1. Безпека виробництва деталей радіоелектронної апаратури**

* 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, кальциновану 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 помішують 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 напівадитивним 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 відсмоки), 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 -23.0-240 °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 роликових багатоножових ножицях, випробування заготовок - на стандартних механічних кривошипних та ексцентрикових пресах, свердлення - на спеціальних високообертових верстатах. При позитивному комбінованому та напівадитивному методах, де свердлення отворів проводиться не за рисунком плати, а за координатною сіткою, широко застосовують спеціальні багатошпиндельні 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.

* 1. **Особливості виробництва тонкоплівкових 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 елементів, 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 тонко-плівкової 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, поликору та іншого діелектричного матеріалу, виготовленого з високим класом чистоти робочої поверхні.

Якщо ж пасивні елементи схеми (конденсатори, резистори), контактні площадки і міжз'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 тонко-плівкових 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 помішують 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 піддались 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 фоторезисту, підданої 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 напруги, 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, розплавлюють припій цих площадок і припій жорстких виводів.

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

Загерметизовані мікросхеми проходять контроль.

* 1. **Особливості виробництва товстоплівкових мікросхем і мікрозборок**

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 мікрозборок 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 товстоплівкових мікросхем і мікрозборок 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 мікрозборки.

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 пасти і забезпечує збереження придатності пасти для трафаретного друку. Порошкову частину пасти 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, важкокеровані, 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. Режими 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.

* 1. **Заходи безпеки**

Заходи безпеки при застосуванні сильнодіючих отруйних речовин.

Під час виробництва друкованих плат, мікросхем і мікрозборок 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 І 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 ємкостях під тиском (затиснуті та скраплені гази);
* група 4 - (підгрупи А і Б) - рідкі, летючі, що зберігаються у ємкостях 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 держаками за довжиною. Довжина держака повинна бути такою, щоб при набиранні 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 І 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 І 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 І 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 агресивна - в алюмінієвих бочках і цистернах з корозійностійкої сталі марки Х18Н9Т; сірчана всіх концентрацій - із корозійностійкої 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 оплавлятися і змочуватись водою, вазеліном чи гліцерином. При перенесенні посудин з гарячою рідиною, при закриванні 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.

Безпека при травленні та нанесенні гальванічних покрить.

Травлення, нанесення гальванічних покрить пов'язані із застосуванням шкідливих і небезпечних для організму людини речовин, наприклад: кислих, лужних і лужно-ціанистих електролітів, 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 нахилятися 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 підтримувати 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 держаком 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 обладнанні 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 обладнанні 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 потраплянні електроліту на шкіру обличчя і рук слід видаляти його 5-ти процентним розчином гіпосульфіту з наступним промиванням водою; при потраплянні 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. Безпека праці при паяльних роботах**

**2.1. 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 хвилею, 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 1.

Таблиця 1

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/м3 |
| Алюміній | При вдиханні пилу вражаються легені, виникає дифузний фіброз - алюміноз | 3 | 2,00 |
| Кадмій | Спостерігається ураження печінки, легенів, нирок, системи кровообігу, статевої та репродуктивної функцій | 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 |
| Свинець | Ураження нервової системи, крові, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, статевої системи, ураження перебігу вагітності | 1 | 0,01 |
| Сурма | Ураження дихальних шляхів, травного тракту, нервової системи, серце­вого м'язу | 2 | 0,50 |
| Титан | Астмоїдні бронхіти, емфізема, фіброз легенів. | 3 | 10,0 |
| Цинк | Ураження дихальної та травної систем, нирок, серця | 2 | 0,50 |

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

**2.2. Вимоги до виробничих приміщень, технологічних процесів і обладнання**

Дільниці, на яких зосереджені операції паяння, виділяють н 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 конвеєром 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.

**2.3. Вимоги до вентиляції та опалення**

Експлуатація дільниць пайки, не обладнаних місцевою витяжною вентиляцією, забороняється. Вентиляційні установки повинні вмикатися до початку робіт і вимикатися після їх закінчення. 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 направленого 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. 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 пасти на основі ОІ1-7 для попереднього обмивання рук і наступного миття їх теплою водою з милом.

Для захисту шкіри рук від впливу сенсибілізуючих речовин, що входять до складу флюсів, застосовуються захисні мазі і пасти 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 спецодязі, 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.

**3. 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 (СО2), оскільки вони мають найбільшу вихідну потужність та високий ККД. Лазери на СО2 працюють у безперервному та в імпульсному режимах. На поверхні речовини під дією лазерного випромінювання при густині потоку потужності до 106-107 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. Приміщення, 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, аерозолів та інших частинок матеріалу, що оброблюється, забезпечується використанням боксів, витяжних шаф, загальнообмінної вентиляції.

При роботі з ОКГ оператор може виконувати такі операції:

- установку (знімання) 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 випробовувальній 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.

**Список літератури**

1. Сивко В. Й. Безпека виготовлення та експлуатації радіоелектронної апаратури: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 142 с.
2. Охорона праці: Навчальний посібник / За ред. В. Кучерявого.–Львів: Оріяна-Нова, 2007.–368 с.