Дипломна робота з теми:

Технологічний процес виробництва РЕА та його автоматизація

Вступ

На сьогоднішній день в умовах жорсткої конкуренції на ринку радіоелектронних виробів на перший план виходить проблема розвитку засобів автоматизованого проектування. Відомо, що замовник зацікавлений у поліпшенні показників радіоелектронних засобів (РЕЗ), у скороченні термінів виконання замовлення і в зручності роботи з інформацією про виріб, представленої в електронній формі.

В даний час налічують сотні промислових підприємств різного профілю з безліччю робочих місць, оснащених різними системами автоматизованого проектування: від AutoCAD, T-FLEX, КОМПАС до CATIA і Unigraphics, в залежності від завдань, що вирішуються підприємством.

Для успішного економічного підйому більшості промислових підприємств необхідне серйозне технічне та технологічне переозброєння. Для цього потрібні значні фінансові ресурси, які можна отримати за рахунок інвестицій або власного прибутку, кредити поки виявляються неефективними. Стає правомірним питання - встановити сучасний верстат (технологічну лінію) або систему автоматизованого проектування і технологічної підготовки виробництва?

При правильному підході розглядають всі бізнес-процеси підприємства, спрямовані на розробку, підготовку виробництва, власне виробництво виробів, маркетинг, сервісне обслуговування і визначають шляхи найбільш економічно вигідного технічного переозброєння підприємства. Далі здійснюють поетапну реалізацію програми переозброєння. Якщо даний аналіз проводять без залучення незалежного аудитора, то фахівцям підприємства важко об'єктивно оцінити важливість технічного переозброєння того чи іншого бізнес-процесу. У цьому випадку перевагу, як правило, віддають дорогим верстатам і дешевим автоматизованих системах. Як не дивно, такий підхід у багатьох випадках дає деякий позитивний ефект. Заощаджені при цьому кошти, як правило, направляють додатково на купівлю простих офісних комп'ютерів. Чи ефективно були вкладені кошти для завоювання, розширення або, в крайньому випадку, збереження певної ніші на ринку з'ясується тільки згодом.

Подібне відступ необхідно для кращого розуміння завдань, що стоять перед підприємством, які стали на шлях впровадження наскрізної САПР, для якого найбільш критичним фактором в конкуренції з іншими компаніями є швидкість виведення на ринок нових виробів і модифікованих варіантів, що випускалися раніше.

1. Технологічний процес виробництва РЕА і завдання підвищення його ефективності та якості

1.1 Загальна характеристика РЕА як об'єкта виробництва як системи

РЕА представляє собою сукупність елементів, об'єднаних в складальні одиниці й пристрої і призначені для перетворення та обробки електромагнітних сигналів в діапазоні частот коливань від інфрачервоних до надвисоких. Елементи, розраховані на спільну роботу в РЕА, розрізняють за функціональним, фізичним, конструктивно-технологічним ознакам і типами зв'язків. За конструктивно-технологічною ознакою елементи РЕА ділять на дискретні та інтегральні, які об'єднують в складальні одиниці, що виконують елементарні дії (наприклад, генератор, підсилювач, лічильник).

Залежно від діапазону частот змінюються і пасивні елементи, що використовуються в РЕА. Наприклад, в діапазоні середніх і високих частот використовуються індуктивності і ємності з зосередженими параметрами, що виготовляються з будь-якої технології, а в діапазоні НВЧ - з розподіленими параметрами, наприклад, двохпровідні, смуга лінії і коаксіальні радіатори.

Важливим фактором, що визначає конструктивно-технологічні особливості будь-РЕА, є її конструктивне оформлення і технологія виготовлення. Наприклад, конструктивне оформлення у вигляді самостійного встановлення або вбудованого модуля, технологія збірки пайкою або механічне з'єднання, що істотно позначається на експлуатаційних та виробничих характеристиках РЕА. При конструктивно-технологічному аналізі РЕА велику увагу слід приділяти її безпосереднім призначенням та умовами експлуатації, які позначаються на виборі технології виробництва і конструктивного оформлення. Наприклад, наявність механічних вібрацій при експлуатації вимагає застосування більш надійних методів збірки.

Тому, різноманітність і складність виконуваних радіотехнічними системами (РТС) і радіотехнічними комплексами (РТК) функцій і умов їх експлуатації, склад і особливості носіїв апаратури в значній мірі визначають вимоги до її конструкції і суттєво впливають на вибір технології виготовлення елементів і складальних одиниць.

Для різних типів об'єктів існують різні вимоги на умови розміщення апаратури, дуже різні комплекси збурюючих впливів, тому завдання технолога та конструктора полягає в тому, щоб активно брати участь у всіх етапах проектування і створення РТК і РТС. Об'єктивною тенденцією вдосконалення конструкцій РЕА є постійне зростання її складності зважаючи на розширення виконуваних функцій і підвищення вимог до ефективності її роботи.

Конструктивно-технологічні особливості РЕА функціонально - вузловий принцип конструювання, технологічність, мінімальні габаритно-масові показники, ремонтопридатність, захист від зовнішніх впливів, надійність (ймовірність безвідмовної роботи, середній час напрацювання на відмову, середній час відновлення працездатності, довговічність і т.д.) .

Сутність функціонально-вузлового принципу конструювання РЕА полягає в об'єднанні функціонально-закінчених схем у складальні одиниці і їх модульної компонуванні.

Базові конструкції апаратури мають кілька рівнів модульності, передбачають об'єднання простих модулів в більш складні:

Модулі 1 рівня - інтегральні мікросхеми (ІС) і дискретні електрорадіоелементи (ЕРЕ) (опору, конденсатори, транзистори і т.д.).

Модулі 2 рівня - типові елементи збірки (ТЕС) або осередки, типові елементи заміни (ТЕЗ), друковані плати (ПП), які конструктивно і електрично об'єднують ІВ і ЕРЕ.

Модулі 3 рівня - блоки (панелі), які за допомогою плат і каркасів об'єднують осередки в конструктивний вузол.

Модулі 4 рівня - рама (конструктивний вузол - каркас рами), яка об'єднує блоки в єдине ціле.

Модулі 5 рівня - стійка (конструктивний вузол - каркас стійки), яка може об'єднувати кілька рам в єдине ціле.

Модулі 6 рівня - пристрої.

На практиці при конструюванні РЕА можуть використовуватися різні набори рівнів модульності. Наприклад, в телевізорі є модулі 1, 2, та 6 рівнів.

1.2 Основні напрямки розвитку РЕА

Основними напрямами розвитку РЕА є мікромініатюризація, підвищення ступеня інтеграції і комплексний підхід до розробки.

Мікромініатюризація - це мікромодульному компонування елементів із застосуванням інтегральної та функціональної мікроелектроніки. При мікромодульному компонуванні елементів здійснюють мікромініатюризація дискретних ЕРЕ і складання їх у вигляді плоских або просторових (етажерочних) модулів. В основі інтегральної мікроелектроніки лежить використання ІС та великих інтегральних схем (ВІС), застосування групових методів виготовлення, машинних методів проектування ТП, виготовлення і контролю виробів.

Функціональна мікроелектроніка заснована на безпосередньому використанні фізичних явищ, що відбуваються в твердому тілі або вакуумі (магнітні, плазмові і т.д.). Елементи створюють, використовуючи середовища з розподіленими параметрами. Основним завданням тут є отримання середовищ з заданими властивостями.

Трудомісткість виробництва складальних одиниць РЕА може бути представлена в такому співвідношенні: механообробка - 8-15%, збірка - 15-20%, електричний монтаж - 40-60%, наладка - 20-25%.

Отже, основними конструктивно-технологічними завданнями виробництва РЕА є: розробка ІС на рівні осередків і складальних одиниць та вдосконалення технології їх виготовлення, підвищення щільності компонування навісних елементів на ПП і щільності друкованого монтажу; вдосконалення методів електричних з'єднань модулів 1, 2 і 3, 4 рівнів , розвиток автоматизованих та автоматичних методів, засобів налагодження і регулювання апаратури складних РТС, створення гнучких виробничих виробництв (ГАП).

У технології виробництва РЕА використовуються процеси, властиві Машино та приладобудування: лиття, холодне штампування, механічна обробка, гальванічні та лакофарбові покриття.

1.3 Структура виробництва РЕА, особливості ієрархічних рівнів виробництва РЕА, їх роль і місце у виробництві РЕА

1.3.1 Організаційна структура "типового" підприємства

Відповідно до Закону "Про підприємство і підприємницької діяльності" визначено тільки, що на підприємстві має бути директор та головний бухгалтер, а інша організаційна структура підприємства є його внутрішньою справою і не регламентується.

Однак, це не звільняє керівництво підприємства від відповідальності за виконання всіх традиційних функцій: охорону праці, техніку безпеки, випуск продукції заданої якості і т.д. Тому більшість підприємств мають приблизно однакову структуру управління, хоча і зі специфічними особливостями, обумовленими технологією і обсягом виробництва, родом діяльності, місцем розташування і т.д

Наведена структура підприємства природно не є повною і вичерпною. У ній не представлені житлово-комунальні служби (житлові будинки, гуртожитки, стадіони, будинки культури, бібліотеки, медпункти чи поліклініки, дитячі сади і ясла, столові, столи замовлень і т.д.), характерні для багатьох підприємств РФ. Крім того, можуть бути виділені в самостійні підрозділи склади сировинних матеріалів, комплектуючих виробів, оснащення та інструменту, вимірювальних приладів, готової продукції; цеху з виготовлення тари і упаковки продукції; магазини і т.д. Підприємства можуть мати свої навчальні заклади (школи, ПТУ, філії ВНЗ і технікумів).

1.3.2 Завдання виробничих підрозділів

Структура та кількість виробничих підрозділів на підприємстві цілком визначаються кількістю, номенклатурою і технологією виробництва виробів, що випускаються. Для підприємств, що випускають РЕА, прийнято поділ цехів на заготівельні, механообробки і складальні.

Як вже зазначалося можуть бути ще тарні й пакувальні. При великих обсягах виробництва цеху можуть об'єднуватися у виробничі комплекси і (або) ділитися на дільниці, бригади. Виробничі підрозділи можуть працювати в однозмінному і багатозмінному режимі, існують безперервні виробництва.

У будь-якому разі за кожним виробничим підрозділом закріплюється певна номенклатура продукції (заготовок, напівфабрикатів і т.д.) і певний набір технологічних операцій, які вона повинна виконувати відповідно до прийнятої на підприємстві технологією виробництва. Тому основним завданням кожного виробничого підрозділу є випуск продукції заданої якості в заданих кількостях.

Для виконання цього головного завдання потрібне виконання цілого комплексу завдань, таких як:

1. Підтримання трудової і виробничої дисципліни.

2. Підтримка у робочому стані технологічного обладнання, засобів вимірювань і систем автоматизації.

3. Виконання правил техніки безпеки і охорони праці, протипожежних заходів, радіаційного та хімічного захисту, і т.д.

4. Навчання виробничого персоналу технологічним правил і прийомів.

5. Своєчасна заміна прийшов в непридатність інструменту, оснащення, технологічного обладнання, засобів вимірювань і автоматизації.

Для того, щоб виробництво мало перспективу у виробничих підрозділах має постійно відбуватися оновлення технологічного устаткування, систем автоматизацій і засобів вимірювань, а, значить, необхідно все це освоювати. Необхідно підвищувати кваліфікацію персоналу та якість його роботи, щоб освоювати нові види продукції, підвищувати її якість, скорочувати витрати палива, енергії, сировини на її виробництво.

1.3.3 Організація технологічної служби на виробництві

Завдання технологів, які працюють в НДІ, полягає в розробці нових матеріалів, виробів, основних принципів нових технологічних процесів, розробки типових технологічних регламентів виробництва продукції, розробці пропозицій щодо підвищення якості продукції, що випускається та існуючих технологічних процесів. Тут потрібне знання сучасних тенденцій розвитку науки і техніки, математичних методів моделювання, стану вітчизняного і зарубіжного виробництва. Розробка за новим виробу або технологічним процесом на рівні НДІ закінчується видачею технічного завдання для відповідного КБ. Далі, в процесі роботи над виробом або техпроцесом, технологи НДІ постійно працюють з технологами КБ (більш детально питання розробки будуть розглянуті нижче).

Технологи КБ повинні знати основи економіки даного виробництва і ціноутворення вироби для того, щоб розроблювальний технологічний процес дозволяв випускати продукцію більш низькою собівартістю, ніж аналоги.

Розроблена технологічна документація з КБ надходить до служби головного технолога, де проводиться експертиза розробленого проекту на предмет можливості запуску у виробництво. Відділ головного технолога спільно з іншими службами заводу розробляє заходи по запуску виробу у виробництво чи постановці нового технологічного процесу. Ці заходи називаються технологічною підготовкою виробництва (ТПП). Для діючих технологічних процесів і номенклатури виробництва в службі головного технолога зберігається вся нормативно-довідкова інформація про вироби і процеси (типової і заводський технологічні регламенти виробництва, нормативи на матеріали і комплектуючі вироби, картотека застосованості виробів, що випускаються, картотека заменяемости матеріалів і комплектуючих виробів, нормативи трудомісткості виготовлення виробу, маршрутні картки та інша технологічна документація з ТПП).

Цехові технологи в техбюро займаються питаннями розробки нормативів на виготовлення виробів (матеріальних і трудових), розробляють пропозиції щодо удосконалення існуючих технологічних процесів, вирішують питання заміни матеріалів і комплектуючих виробів (за погодженням з ВГТ), вносять відповідні зміни в існуючу технологічну документацію. Технологи техбюро повинні вміти розрахувати завантаження технологічного обладнання, потреба в відсутніх верстатах і механізмах при зміні обсягу випуску або номенклатури продукції, скласти заявку на придбання відсутнього обладнання або скласти ТЗ на розробку нестандартного обладнання або оснащення. Вони повинні вміти планувати установку обладнання таким чином, щоб звести до мінімуму шляху переміщення заготовок. Основним їх завданням є підтримання заданих технологічних режимів виробництва і ліквідація їх порушень, аналіз причин появи шлюбу на закріпленій за ними дільниці виробництва.

У зв'язку з вимогами екології технологу необхідно знати наявність і потужність джерел виділення шкідливих речовин або випромінювань у навколишнє середовище, технологічні прийоми їх попередження чи зменшення, небезпека, яку вони, наявність і технічні характеристики очисних пристроїв для очищення та регенерації промислових стоків і шкідливих викидів в атмосферу , наявність і технічні характеристики захисних пристроїв.

Технологи ділянок в основному займаються контролем ходу виробничого процесу з точки зору його якості (з'ясовують причини браку і вживають заходів по його ліквідації або доопрацювання, або готують пропозиції щодо його ліквідації, якщо для цього потрібні зусилля інших ділянок цеху або інших цехів) і кількості продукції, що випускається .

Вирішують питання забезпечення матеріалами та комплектуючими виробами і оцінюють їх якість. На ділянках випробування технологи проводять випробування і тренування на тренувальних або випробувальних стендах випущених приладів або вузлів і вимірюють параметри виробу на відповідність техдокументації і вимогам ГОСТ або ТУ, проводять аналіз видів і причин браку. Всі технологи цеху приймають участь у випробуваннях спеціального оснащення і обладнання, проводять інструктаж і навчання робітників, що виконують технологічні операції, надають допомогу в налагодженні обладнання і оснащення.

Всі технологи, які беруть участь у розробці та експлуатації технологічних процесів повинні знати процеси, властиві виробництву РЕА.

1.3.4 Завдання економічних і комерційних підрозділів

У сьогоднішніх умовах на економічні та комерційні підрозділи лягає важка і складна задача матеріального і фінансового забезпечення діяльності підприємства.

Тому завданнями економічних і комерційних підрозділів є:

1. Пошук клієнтів;

2. Укладання договорів на поставку продукції;

3. Отримання за клієнтів оплати за поставлену продукцію;

4. Укладання договорів на поставку сировини, комплектуючих виробів, палива і енергії, інструментів, приладів, технологічного та іншого обладнання;

5. Оплата постачальникам;

6. Планування діяльності виробничих підрозділів;

7. Оплата праці працівників підприємства;

8. Розрахунки з державою та місцевими органами управління (оплата податків, обов'язкових відрахувань і т.д.);

9. Ведення фінансової документації підприємства.

1.3.5 Завдання допоміжних служб та підрозділів

Як випливає з назви, основним завданням цих підрозділів є допомога виробничим підрозділам у виконанні їх функцій. У зв'язку з різноманітністю умов, в яких працюють різні підприємства, перелік функцій допоміжних підрозділів може істотно різнитися, проте ряд завдань присутній на більшості підприємств.

Серед них основними є:

1. Забезпечення підприємства кадрами співробітників;

2. Ведення обліку вхідної та вихідної кореспонденції, отримання та відправлення її;

3. Ведення обліку та зберігання оригіналів наказів і розпоряджень;

4. Охорона державної та комерційної таємниці;

5. Охорона праці та контроль за дотриманням правил техніки безпеки;

6. Підготовка підприємства до роботи в особливих умовах (війна, пожежа, радіоактивне та хімічне забруднення);

7. Ремонт і будівництво виробничих і адміністративних приміщень;

8. Забезпечення службових перевезень.

1.4 Система забезпечення якості продукції

У систему забезпечення якості продукції входить кілька напрямків роботи, які більшою чи меншою мірою виконуються на кожному підприємстві. Серед них основними є: створення нормативної бази; метрологічне забезпечення виробництва; контроль ходу технологічного процесу та якості продукції, що випускається; створення системи забезпечення якості на підприємстві. Розглянемо їх послідовно.

1.4.1 Система стандартизації

Відповідно до закону "Про стандартизацію": стандартизація-це діяльність по встановленню норм, правил і характеристик (далі-вимог) з метою забезпечення:

- Безпеки продукції, робіт і послуг для навколишнього середовища, життя, здоров'я та майна людей;

- Технічної та інформаційної сумісності, а також взаємозамінності продукції;

- Якості продукції, робіт і послуг відповідно до рівня розвитку науки, техніки і технології;

- Єдності вимірювань;

- Економії всіх видів ресурсів;

- Безпеки господарських об'єктів з урахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій;

- Обороноздатності та мобілізаційної готовності країни.

Призначенням державної системи стандартизації є встановлення взаємопов'язаних правил і положень щодо порядку розроблення всіх видів виробів, документації, технологічних процесів і систем управління.

Стандарти бувають міжнародні, національні, галузеві, науково-технічних та інженерних товариств, підприємства.

Існують наступні види стандартів:

- Організаційно-методичні;

- Терміни та визначення;

- Номенклатура продукції або показників якості;

- Технічні умови;

- Загальні технічні умови;

- Технічні вимоги;

- Загальні технічні вимоги;

- Методи випробувань;

- Правила приймання;

- Правила зберігання;

- Правила транспортування;

- Правила пакування;

- Маркування;

- Експлуатація і ремонт та ін

Єдина система технічної документації (ЕСТД) - комплекс державних стандартів та керівних нормативних документів, що встановлюють взаємопов'язані правила і положення щодо порядку розробки, комплектації, оформлення та обігу технологічної документації, що застосовується при виготовленні та ремонті виробів (включаючи контроль, випробування і переміщення).

Призначенням ЕСТД є:

1. Забезпечення застосування різних методів і засобів проектування, обробки інформації і різних технологічних документів;

2. Забезпечення оптимальних умов при передачі технологічної документації;

3. Застосування уніфікованих бланків технологічних документів;

4. Застосування єдиних правил оформлення технологічних документів в залежності від типу та характеру виробництва, складу і виду розроблених технологічних процесів, застосовуваних способів їх опису;

5. Створення необхідних умов для розробки прогресивних типових і групових технологічних процесів;

6. Створення інформаційної бази для АСУП і САПР;

7. Створення передумов щодо зниження трудомісткості монтажно-технологічних робіт у сфері технологічної підготовки та управління виробництвом;

8. Забезпечення взаємозв'язку з комплексами стандартів ЕСКД і ЕСТПП.

У світі діє понад 20 міжнародних організацій зі стандартизації, побудованих за галузевим чи регіональним принципом. Кожна з них має свої особливості. Розглянемо лише найбільш відомі та великі з них.

Найбільш відомою і великою міжнародною організацією зі стандартизації є ISO, до неї входить більше 170 країн. Ця організація розробляє міжнародні стандарти всіх можливих видів: організаційно-методичні, технічні вимоги, методи випробувань і т.д.

Організаційно ISO складається з секретаріату і технічних комітетів за напрямками діяльності, які в свою чергу діляться на підкомітети і робочі групи з конкретних питань, пов'язаних з розробкою стандартів. Кожен технічний комітет веде одна з країн-членів ISO, хоча в його роботі беруть участь представники всіх зацікавлених країн.

Розробка стандартів ISO зазвичай відбувається наступним чином: вибирається за основу діючий національний стандарт однієї з країн-лідерів у даній області і, в якості першої редакції стандарту ISO, перекладається на англійську, французьку, німецьку та російську мови та розсилається для ознайомлення і збору відгуків всім членам технічного комітету з даного напрямку. Потім на підставі відгуків розробляється друга редакція і процес повторюється. Після цього збирається засідання технічного комітету, на якому обговорюються розбіжності і виробляється єдина редакція документа, яка затверджується на основі консенсусу. Позначення стандартів ISO аналогічні ГОСТ, тільки рік затвердження відокремлюється двокрапкою, а не тире і пишеться повністю. Слід пам'ятати, що стандарти ISO носять рекомендаційний характер, хоча часто застосовуються у міжнародних контрактах в якості обов'язкових.

Крім ISO існує ряд регіональних організацій зі стандартизації. Найбільш впливовою з них є SEN - організація по стандартизації країн європейського спільного ринку. Членами SEN є всі країни-члени європейського союзу (15 країн) плюс 4 приєдналися до них європейських країни. У SEN приймають тільки промислово розвинені країни з високим рівнем якості продукції. США, Росії, Японії було відмовлено в прийомі при створенні організації. Організаційна структура та порядок розробки стандартів у SEN той же, що в ISO. Виконання вимог стандартів SEN обов'язково для всіх країн-учасників. Основне призначення стандартів SEN - замінити національні стандарти країн-учасників у міру інтеграції їх у європейському союзі, тому вони затверджуються на основі консенсусу. Це призводить до тривалої процедури їх узгодження, тому часто в міжнародній практиці використовуються в якості нормативно-технічних документів проекти стандартів SEN. Позначення стандартів SEN аналогічні ISO.

У світі існує декілька міжнародних організацій зі стандартизації, побудованих за галузевим принципом. Найбільшу популярність з них має МЕК, яка курирує всі питання, пов'язані з електричною та електронною технікою. Організаційна структура і принципи діяльності її аналогічні ISO, часто вони працюють спільно і випускають єдині документи, неодноразово робилися спроби їх злити в одну організацію. Позначення стандартів МЕК аналогічні ГОСТ, у разі випуску спільного стандарту з ISO він має позначення ISO / IEC.

Існує ряд організацій ООН з питань стандартизації. Наприклад, EC UNO, яка займається питаннями безпеки наземного транспорту та її правила є практично обов'язковими для всіх країн-членів ООН, оскільки включені в міжнародну правову систему.

Потрібно пам'ятати, що крім офіційно визнаних міжнародних стандартів, існують національні стандарти розвинених країн, які фактично використовуються в якості міжнародних. Наприклад, шведський стандарт MPR II використовується у якості міжнародного стандарту, що регламентує вимоги до моніторів для ПК.

Організація робіт з стандартизації в більшості країн світу побудована за схожими схемами. Різниця зазвичай полягає в ступені централізації розробки стандартів і рівні участі в ній комерційних і громадських організацій. Слід зазначити, що в більшості країн світу вимоги до продукції регламентуються не для виробленої продукції, а для споживаної на території даної країни. В умовах ринкової економіки стандарт є знаряддям конкурентної боротьби, тому участь у його розробці є зброєю проти можливих конкурентів: високі вимоги відсікають слабких конкурентів, а низькі вимоги залучають нових постачальників.

1.4.2 Завдання служби стандартизації на підприємстві

Служба стандартизації на підприємстві може виконувати наступні функції:

- Головної організації зі стандартизації своїй галузі;

- Базової організації зі стандартизації своєї підгалузі;

- Служби стандартизації свого підприємства.

Необхідно відзначити, що всі ці функції або будь-яке їх поєднання можуть бути покладені на одну службу. У залежності від виконуваних функцій розрізняються завдання служби стандартизації.

Основним завданням головної організації із стандартизації в галузі є координація робіт по стандартизації з директивними органами, Держстандартом, Мінбудом, Мінприроди та організаціями своєї галузі.

Основними завданнями базової організації зі стандартизації є:

- Розробка проектів стандартів на продукцію та методи її випробувань для своєї підгалузі;

- Узгодження проектів стандартів суміжних галузей;

- Експертиза та узгодження проектів ТУ, розроблених підприємствами, на продукцію, закріплену за базовою організацією.

Основними завданнями служби стандартизації підприємства є:

- Ведення (зберігання і актуалізація) фонду нормативно-технічної документації з питань діяльності підприємства;

- Розробка технічних умов на продукцію, що випускається підприємством;

- Експертиза та узгодження проектів нормативно-технічних документів, що надходять на підприємство;

- Розробка стандартів підприємства з внутрішніх питань його діяльності.

1.4.3 Метрологічне забезпечення виробництва і завдання служби головного метролога на підприємстві

Метрологічне забезпечення виробництва включає в себе всі роботи, пов'язані із забезпеченням єдності і необхідної точності вимірювань відповідно до прийнятої на підприємстві технологією виробництва та вимогами до якості продукції, що випускається.

Основними обов'язками метрологічної служби є:

1. Забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань, підвищення рівня метрологічного забезпечення підприємства.

2. Впровадження у практику роботи підприємства сучасних методів і засобів вимірювань та випробувань, спрямоване на підвищення ефективності виробництва, технічного рівня і якості продукції.

3. Організація і проведення ремонту, метрологічної атестації та повірки засобів вимірювань та випробувань, що знаходяться в експлуатації на підприємстві.

4. Проведення метрологічної експертизи проектів нормативно-технічної, технологічної та конструкторської документації, яка розробляється на підприємстві, а також іншими організаціями за договорами з підприємством для використання на даному підприємстві.

5. Проведення робіт з метрологічного забезпечення підготовки виробництва до випуску нової продукції або освоєння нових технологічних процесів.

6. Участь в атестації випробувальних підрозділів, у роботі з підготовки продукції до сертифікації.

7. Здійснення метрологічного нагляду за станом та застосуванням засобів вимірювань та випробувань, за впровадженням і дотриманням метрологічних правил, вимог і норм, за метрологічним забезпеченням виробництва в цехах, ділянках і відділах підприємства.

8. Визначення оптимальної номенклатури методик і засобів вимірювань та випробувань, що відповідає вимогам нормативно-технічної, технологічної та конструкторської документації на продукцію, що випускається і забезпечує підвищення ефективності та безпеки виробництва.

9. Метрологічна атестація методик виконання вимірювань та випробувань, що розробляються на підприємстві або на його замовлення іншими організаціями для застосування на даному підприємстві.

10. Метрологічна атестація стандартних зразків підприємства складу та властивостей речовин і матеріалів, що розробляються на підприємстві або на його замовлення іншими організаціями для застосування на даному підприємстві.

11. Метрологічна атестація автоматизованих систем управління технологічними процесами та інформаційно-вимірювальних систем, що застосовуються в процесі виробництва або випробувань продукції.

12. Розробка програм метрологічної атестації нестандартизованих засобів вимірювань та випробувань, автоматизованих систем управління технологічними процесами, інформаційно-вимірювальних систем, стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, розроблених на підприємстві або перевірка їх наявності та відповідності їх вимогам, що пред'являються при отриманні зазначених технічних засобів від їх розробника або виробника.

1.4.4 Контроль ходу технологічного процесу та якості продукції, що випускається і завдання ЦЗЛ та ОТК

У процесі виробництва необхідно контролювати дотримання технологічних режимів виробництва і якість продукції, а також надходить на підприємство сировини, матеріалів, комплектуючих виробів. Крім того, необхідно контролювати якість напівфабрикатів, одержуваних у процесі виробництва. Тому система контролю зазвичай складається з трьох ланок: контроль на робочих місцях, лабораторний контроль і контроль ВТК. Розподіл обов'язків залежить від внутрішньої структури підприємства, прийнятої технології виробництва, застосовуваних методів контролю. Зазвичай, розподіл відбувається за такими принципами: все, що пов'язане з іншими підприємствами (вхідний контроль і контроль якості продукції, що випускається) - робота ВТК; прості наочні методи контролю - на робочих місцях; складні методи контролю - робота ЦЗЛ. Звичайно, цей поділ дуже умовно, але в конкретній ситуації підприємства воно зазвичай виконується.

Основними завданнями ЦЗЛ є:

1. Вхідний контроль фізико-хімічних властивостей надходять на завод сировинних матеріалів і комплектуючих виробів;

2. Поточний і періодичний контроль фізико-хімічних властивостей оброблених сировинних матеріалів, комплектуючих виробів, напівфабрикатів та готової продукції;

3. Сприяння впровадженню у виробництво передових технологічних процесів і обладнання, що забезпечують підвищення якості та зниження собівартості продукції, що випускається;

4. Контроль фізико-хімічних властивостей продукції, що випускається на підприємстві, на відповідність вимогам стандартів, технічних умов, договорів та контрактів на поставку продукції;

5. Впровадження сучасних засобів і методів вимірів;

6. Участь у роботі зі створення та впровадження нової техніки і технології у виробництво.

Основними обов'язками ВТК є:

1. Контроль якості продукції та запобігання поставки споживачам продукції, що не відповідає вимогам стандартів, технічних умов та описів, договорів, контрактів, проектно-конструкторської та технологічної документації, затвердженим зразкам-еталонам, іншої нормативно-технічної документації;

2. Вхідний контроль якості сировинних матеріалів і комплектуючих виробів, що надходять на підприємство;

3. Зміцнення виробничої дисципліни і підвищення відповідальності всіх ланок виробництва за якість продукції;

4. Аналіз причин браку, ефективності системи технічного контролю;

5. Впровадження прогресивних методів контролю якості продукції, що випускається;

6. Нагляд за здійсненням технологічного контролю в процесі виробництва;

7. Удосконалення системи технічного контролю на підприємстві;

8. Участь у розробці технологічних регламентів виробництва;

9. Участь у розробці технічних умов і описів на продукцію, що випускається;

10. Участь у розробці договорів і контрактів на поставку продукції;

11. Участь у розробці заходів щодо усунення причин браку;

12. Участь у розробці технічних умов, договорів та контрактів на придбані сировинні матеріали, комплектуючі вироби;

13. Участь в узгодженні проектів стандартів, технічних умов, договорів та контрактів, розроблених іншими організаціями;

14. Участь у випробуваннях нових і модернізованих зразків продукції;

15. Участь у підготовці до сертифікації продукції підприємства;

16. Призначає і проводить не передбачені технологічним регламентом вибіркові перевірки якості готової продукції, сировинних матеріалів, комплектуючих виробів та напівфабрикатів, якості виконання окремих технологічних операцій, якості пакування та зберігання сировинних матеріалів, комплектуючих виробів та готової продукції, а також інші перевірки, необхідні для забезпечення випуску продукції відповідно до встановлених вимог;

17. Контролює виконання робіт з ліквідації забракованої продукції;

18. Контролює правильність упаковки, маркування і зберігання готової продукції;

19. Контролює правильність зберігання сировинних матеріалів і комплектуючих виробів;

20. Контролює ізолювання і незастосування у виробництві бракованих сировинних матеріалів, комплектуючих виробів та напівфабрикатів;

21. Контролює здійснення заходів, спрямованих на своєчасне впровадження нових стандартів і технічних умов і описів, договорів та контрактів на поставку продукції, змін до чинних стандартів та технічним умовам і описами, договорами і контрактами на поставку продукції;

22. Контролює якість ремонту технологічного обладнання;

23. Оформляє документи, що засвідчують відповідність продукції встановленим вимогам;

24. Оформляє рекламації на негідні сировинні матеріали і комплектуючі вироби, що надійшли на підприємство;

25. Веде облік претензій щодо якості продукції підприємства, висунутих споживачами (як формально оформлених, так і неофіційних), і прийнятих за ними заходів;

26. Розробляє пропозиції про підвищення вимог до якості продукції підприємства, споживаних сировинних матеріалів і комплектуючих виробів, системі технологічного контролю, технологічної дисципліни виробництва.

1.5 Типи виробництв та технологічних процесів

Виробничий процес - сукупність всіх дій людей, знарядь виробництва, необхідних на даному підприємстві для виготовлення чи ремонту виробів, що випускаються РЕА, тобто виготовлення, складання, контроль якості, зберігання і переміщення деталей, напівфабрикатів і складальних одиниць на всіх стадіях виготовлення; організація постачання і обслуговування робочих місць, дільниць і цехів, управління всіма ланками виробництва, а також комплекс заходів з технологічної підготовки виробництва.

Технологічний процес - частина виробничого процесу, яка містить цілеспрямовані дії по зміні і (або) визначення стану предмета праці. Технологічні процеси будують з основних методів їх виконання (процеси лиття, механічної і термічної обробки, покриттів, складання, монтажу та контролю РЕА) і поділяють на операції.

Технологічна операція (ГОСТ 3.1109. Терміни та визначення. Основні поняття) - закінчена частина технологічного процесу, виконувана безперервно на одному робочому місці (над одним або декількома одночасно виготовленими або що збираються виробами одним або кількома робочими). Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування та обліку. На основі операцій оцінюється трудомісткість виготовлення виробів і встановлюються норми часу і розцінки, визначається необхідна кількість робітників, устаткування, пристроїв та інструментів, собівартість виготовлення (складання); ведеться календарне планування і здійснюється контроль якості і термінів виконання робіт.

В умовах автоматизованого виробництва під операцією слід розуміти закінчену частину технологічного процесу, виконувану безперервно на автоматичній лінії, яка складається з декількох одиниць технологічного обладнання, пов'язаних автоматично діючими транспортно-завантажувальними пристроями.

Крім технологічних операцій в технологічний процес входять ряд необхідних допоміжних операцій (транспортних, контрольних, маркувальних і т.п.).

Операція, в свою чергу складається з технологічних переходів, встановивши, позицій (ГОСТ 3.1109). Технологічний перехід - закінчена частина технологічної операції, виконувана одними і тими ж засобами технологічного оснащення при постійному технологічному режимі й установці. Встанов - частина технологічної операції, виконувана при незмінному закріпленні оброблюваної заготовки або збирається складальної одиниці. Позиція - фіксоване положення, займане незмінно закріпленою оброблюваної заготівлею чи збирається складальної одиницею спільно з пристосуванням щодо інструмента.

Тип виробничого процесу обумовлений типом виробництва. Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій за одним робочим місцем К = О / Р (1), де О - кількість різних операцій, що виконуються на даному виробництві; Р - кількість робочих місць для виконання різних операцій на даному виробництві. Значення коефіцієнта К (коефіцієнт серійності) приймається для планового періоду (1місяць) таких типів виробництв:

- Масового К = 1;

- Великосерійного 1 <К <10;

- Среднесерійного 10 <К <20;

- Дрібносерійного 20 <К <40;

- До одиничного виробництва не регламентується і визначається спеціалізацією робочих місць або завантаженістю робочих місць однією і тією ж роботою.

Масове виробництво характеризується вузькою спеціалізацією робочих місць, за кожним з яких закріплено виконання тільки однієї операції. При масовому виробництві виготовлення одних і тих же виробів ведеться безперервно у великій кількості і протягом значного проміжку часу. Особливості масового виробництва:

- Розміщення робочих місць безпосередньо одне за одним по ходу ТП;

- Безперервна механізована передача об'єкта обробки (складання) без міжопераційного складування;

- Синхронізація (узгодження по тривалості) операцій;

- Широке застосування спеціалізованих верстатів, пристосувань, технологічної оснастки;

- Автоматизація обладнання;

- Використання некваліфікованої робочої сили;

- Мінімальна собівартість і термін виготовлення.

Серійне виробництво характеризується широкою спеціалізацією робочих місць і виготовленням різних виробів партіями, регулярно повторюваними через певні проміжки часу. За кожним робочим місцем закріплено кілька операцій, виконуваних періодично. При великосерійному виробництві вироби виготовляються великими партіями і без переналагодження технологічного устаткування протягом декількох десятків змін. Період часу між переналагодженням обладнання при середньосерійному виробництві становить кілька робочих змін, а при дрібносерійному - порівняємо з часом однієї робочої зміни. Крім того, підтипи серійного виробництва відрізняються ступенем автоматизації та спеціалізації застосовуваного обладнання та устаткування, отработанностью режимів виконання операцій, подробицею розробки ТП і ін

Одиничне виробництво характеризується універсальністю робочих місць, за якими немає закріплення операцій. Вироби виробляються в невеликих кількостях і їх виготовлення може повторюватися через невизначений час. Особливості одиничного виробництва:

- Застосування універсального устаткування і пристосувань, нормалізованого робочого інструменту і універсального вимірювального інструмента;

- Розташування обладнання групами за типами верстатів;

- Висока кваліфікація робітників;

- Мала ступінь подробиці розробки ТП;

- Висока ступінь концентрації ТП.

Технологічні процеси поділяються на:

- Одиничний ТП - ТП виготовлення або ремонту виробу одного найменування, типорозміру і виконання незалежно від типу виробництва;

- Типовий ТП - ТП виготовлення групи виробів із загальними конструктивними і технологічними ознаками;

- Груповий ТП - ТП виготовлення групи виробів з різними, але конструктивно спільними ознаками.

Склад типового технологічного процесу виготовлення РЕА включає в себе:

- Вхідний контроль ТП;

- Технологічна тренування комплектуючих ЕРЕ;

- Складання;

- Електричний монтаж;

- Технічний контроль монтажу і зборки;

- Захист виробу від впливу зовнішніх впливів;

- Технологічна тренування вироби;

- Регулювання;

- Випробування виробу;

- Вихідний контроль.

Для традиційної технології характерно:

1. При масовому і великосерійному виробництві:

- Одиничні ТП з детальним опрацюванням;

- Висока ступінь спеціалізації (диференціювання ТП);

- Повна синхронізація операцій;

- Потокові методи організації праці;

- Однопредметні автоматичні лінії на базі спеціальних і агрегатних верстатів, які розташовані в напрямку виконання ТП;

- Транспортний зв'язок між ними з жорстким ритмом (наприклад, за допомогою конвеєрів);

- Високий ступінь автоматизації;

- Висока продуктивність праці;

- Низька універсальність;

- Відсутність гнучкості (можливості автоматизованої переналагодження на випуск нових виробів);

2. При серійному виробництві:

- Групові та типові ТП з неповною детальним опрацюванням;

- Середня ступінь спеціалізації;

- Синхронізація операцій;

- Потоковий метод організації праці;

- Багатопредметні автоматизовані або механізовані потокові лінії на базі агрегатного або універсального обладнання з ЧПУ і механізованих робочих місць;

- Низький рівень автоматизації;

- Висока універсальність;

- Низька гнучкість;

- Підвищена кваліфікація операторів;

3. При дрібносерійному виробництві:

- Групові, поодинокі технологічні процеси ТП без детального опрацювання;

- Низький рівень спеціалізації;

- Укрупнення операцій (інтеграція);

- Вимога синхронізації необов'язково;

- Застосовують непоточних (позиційні) методи організації праці;

- Універсальне устаткування, в т.ч. з ЧПУ, багато неавтоматизованих операцій;

- Висока універсальність, низька гнучкість;

- Оператори високої кваліфікації.

1.6 Структура і характеристики технологічних систем

Технологічний процес є складною динамічною системою, в якій в єдиний комплекс об'єднані обладнання, засоби контролю та управління, допоміжні і транспортні засоби, обробні інструменти або середовища, що знаходяться в постійному русі або зміні, об'єкти виробництва і люди, які здійснюють процес і керують ними. Ця складна динамічна система і є технологічна система (ТС).

Спеціалізація виробництва призводить до того, що частини ТЗ відокремлюються у вигляді окремих ділянок, цехів, підприємств, галузей. У МС підприємства виділяються наступні функціональні підсистеми:

- Техніко-економічних показників;

- Технологічної підготовки виробництва;

- Матеріально-технічного постачання;

- Оперативно-календарного планування та управління основним і допоміжним виробництвом;

- Збуту готової продукції;

- Кадрів;

- Фінансів;

- Бухгалтерського обліку та статзвітності.

Таким чином, під складною системою, якою є технологічна система, будемо розуміти об'єкт, призначений для виконання заданих функцій, який може бути розчленований на елементи, кожен з яких також виконує певні функції і знаходиться у взаємодії з іншими елементами системи.

Елемент системи характеризується наступними ознаками:

1. Виділяється в залежності від поставленого завдання і може бути досить складним;

2. При дослідженні надійності системи елемент не розчленовується і показники безвідмовності і довговічності відносяться до елементу в цілому;

3. Можливо відновлення працездатності елемента незалежно від інших частин та елементів системи.

З позицій надійності можуть бути наступні структури складних систем:

1. Розчленовані, у яких надійність окремих елементів може бути заздалегідь визначена, тому що відмову можна розглядати як незалежне подія;

2. Зміни, пов'язані, у яких відмова елементів є залежним подією;

3. Комбіновані, які складаються з підсистем зі пов'язаної структурою і з незалежним формуванням показників надійності для кожної з підсистем.

В основу розподілу систем на рівні ієрархії, як правило, береться організаційна ознака, який дозволяє відображати фактичну ієрархію між елементами ТЗ. Як ознаки при побудові ієрархічної структури використовується обраний метод управління: регулювання, навчання, адаптація, самоорганізація.

1.7 Основні характеристики і показники якості РЕА

Оцінка технологічності конструкції

РЕА, як технологічна система характеризується:

- Ефективністю;

- Якістю;

- Надійністю;

- Точністю;

- Безвідмовністю;

- Ремонтопридатністю;

- Сохраняемостью;

- Довговічністю;

- Технологічністю конструкції.

Ефективність - здатність системи функціонувати у всьому діапазоні можливих змін режимів і встановлених граничних значень зміни її вихідних параметрів. Її оцінюють за 4 групами показників:

- Технологічним (наприклад, кількість продукції в одиницю часу);

- Організаційним (наприклад, трудові витрати);

- Економічним (економічні результати діяльності, наприклад, прибуток);

- Комплексним (одночасно за кількома показниками).

Якість - сукупність властивостей, які обумовлюють здатність системи відповідати певним вимогам у відповідності з призначенням системи. Основними показниками якості виготовлених виробів є точність сформованих фізико-хімічних властивостей, виконаних розмірів і форми елементів і деталей, надійність виробів.

Надійність - властивість системи виконувати задані функції, зберігаючи експлуатаційні показники в допустимих межах протягом необхідного проміжку часу. Надійність характеризується безвідмовністю, ремонтопридатністю, сохраняемостью і довговічністю. Кількісні характеристики цих показників носять імовірнісний характер.

Точність - це ступінь наближення дійсних значень параметрів, які формуються при виготовленні деталі, до їх заданому значенню. Вона забезпечується вибором методів обробки, побудовою технологічного процесу.

Безвідмовність - властивість виробу зберігати працездатність протягом деякого часу без вимушених перерв.

Ремонтопридатність - властивість виробу, що характеризує його пристосованість до попередження, виявлення та усунення відмов і несправностей шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту.

Збереженість - властивість виробу зберігати обумовлені експлуатаційні показники протягом і після заданого терміну зберігання і транспортування.

Довговічність - властивість виробу тривалий час зберігати працездатність у певних режимах експлуатації до руйнування або іншого граничного стану. Довговічність кількісно оцінюється технічним ресурсом.

Технологічність конструкції - це взаємопов'язане рішення конструкторських і технологічних завдань на стадіях проектування, конструювання, ТПП, виготовлення, випробування дослідних зразків, передачі виробу в серійне виробництво та експлуатацію, спрямованих на підвищення продуктивності праці, досягнення оптимальних трудових і матеріальних витрат, скорочення часу на виробництво, технічне обслуговування та ремонт виробу.

Технологічність має якісні та кількісні показники.

Якісні показники використовують на ранніх етапах конструювання і конструкторсько-технологічної відпрацювання конструкторської документації (КД), коли кількісна оцінка технологічності утруднена. Кількісна оцінка технологічності конструкції включає:

1. Базові (вихідні) значення показників технологічності конструкції, що є граничними нормативами технологічності, обов'язковими при розробці РЕА;

2. Значення показників технологічності, досягнуті при розробці виробу;

3. Показники рівня технологічності конструкції.

Базові значення вказуються в ТЗ на розробку, а з окремих видів РЕА (номенклатура встановлюється за галузями) в ОСТ.

Основними кількісними показниками технологічності конструкції є наступні:

1. Трудомісткість виготовлення виробу, яка є сумою трудоемкостей виготовлення всіх складальних одиниць плюс трудомісткість складання;

2. Питома матеріаломісткість вироби (питома металомісткість, питома енергоємність тощо), тобто витрати матеріалів і енергії на випуск одиниці продукції;

3. Технологічна собівартість виробу, тобто собівартість виготовлення одиниці продукції, яка включає витрати на матеріали, зарплату виробничих робітників і цехові витрати;

4. Середня оперативна трудомісткість технічного обслуговування (ремонту) даного виду;

5. Середня оперативна вартість технічного обслуговування (ремонту) даного виду;

6. Середня оперативна тривалість технічного обслуговування (ремонту) даного виду;

7. Питома трудомісткість виготовлення виробу;

8. Трудомісткість монтажу;

9. Коефіцієнт застосованості матеріалу;

10. Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів;

11. Коефіцієнт сборности.

Слід зазначити, що ті чи інші перераховані вище показники технологічності застосовуються залежно від виду виробу (деталь, складальна одиниця, комплекс, комплект). Так, наприклад, показник трудомісткості монтажу не використовується при оцінці технологічності деталі й комплекту.

Відпрацювання конструкції на технологічність здійснюється на всіх етапах розробки виробу і на кожній стадії приймається одне з рішень:

1. Затвердити досягнутий рівень;

2. Довести до необхідного рівня на даній стадії розробки (доопрацювання);

3. Довести до необхідного рівня на наступній стадії;

4. Коригування показника технологічності.

З метою прискорення отримання оцінок технологічних конструкцій, підвищення їх якості та достовірності, зазначені роботи виконуються з застосуванням ЕОМ, шляхом організації в автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) відповідних підсистем.

1.8 Основні принципи автоматизації виробництва

У своєму розвитку автоматизація виробництва пройшла кілька стадій, які змінювали один одного. У той же час, вони можуть застосовуватися одночасно і застосовуються зараз на різних підприємствах і типах виробництв. Розглянемо їх послідовно.

1.8.1 Поняття системи автоматичного регулювання (САР)

САР є першим рівнем (іноді єдиним) більшості систем автоматичного та автоматизованого управління. Часто їх ще називають системами локального регулювання. Основне їхнє призначення це підтримка параметрів технологічного процесу в заданих межах або зміна їх по заданому закону. Вони широко застосовуються в тих випадках, коли існує один керуючий параметр і один контрольований параметр, на який він впливає. Наприклад, в лабораторній печі контролюється температура і нагрівання здійснюється за допомогою електричної спіралі. Регулювати температуру можна за рахунок зміни струму або напруги на спіралі.

Зазвичай САР застосовуються там, де регулювання ведеться в досить вузьких межах, при виході системи за ці межі САР відключають і переходять на ручне управління або управління від АСУТП.

Іноді в одній системі використовується декілька САР для управління системою по декількох каналах вхід-вихід.

1.8.2 Поняття інформаційно-вимірювальної системи (ІВС)

ІВС, або як їх ще називають системи централізованого контролю (СЦК), історично з'явилися першими і широко застосовуються до цих пір в тих виробництвах, де технологічні процеси високостабільних, стійкі до зовнішніх впливів, а керуючі впливу складно формалiзуються,. Наприклад, ІВС широко застосовуються в енергетиці.

Як випливає з назви, основним завданням ІВС є централізований збір інформації про хід технологічного процесу (опитування датчиків), обробка її і видача у вигляді зручному для подальшого використання.

1.8.3 Поняття автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУТП)

АСУТП призначена для автоматичного збору інформації про хід технологічного процесу, обробки її, вироблення керуючих впливів для його коригування та діалогу з оператором-технологом у разі значних порушень технологічних режимів, підготовки звітних документів. Складовою частиною АСУТП є ІВС.

В даний час АСУТП широко застосовуються в промисловості, особливо там, де виконуються складні технологічні процеси з великою кількістю контрольованих параметрів і керуючих впливів, з метою розвантаження оператора від рутинної роботи та зосередження його уваги на тих випадках, коли потрібне його втручання.

Автоматизовані системи управління технологічними процесами відрізняються від систем автоматичного управління (регулювання) більш широким діапазоном автоматизуються функцій управління. АСУТП виконують такі основні функції: централізованого контролю, визначають оптимальний технологічний режим, що задовольняє обраним критерієм; формують і реалізують, що управляють, забезпечують ведення оптимального режиму; коригують математичну модель об'єкта при змінах на об'єкті; розраховують і реєструють поточні та узагальнені технологічні та економічні показники; оперативно розподіляють матеріальні потоки і енергію між технологічними агрегатами і ділянками; оперативно розподіляють допоміжні механізми і ремонтні засоби; оперативно коректують добові і змінні планові завдання по випуску продукції.

Перелічені функції можуть бути реалізовані, як правило, при використанні ЕОМ. Тому наявність ЕОМ в контурі управління процесом вважається однією з відмінних рис АСУТП. Залежно від способу включення ЕОМ в контур управління можна виділити п'ять різних типів структур АСУТП, що розрізняються характером функцій управління.

1. ЕОМ у режимі збору інформації. Параметри технологічних процесів, виміряні датчиками, перетворяться в цифрову форму засобами сполучення і вводяться в ЕОМ. Після обробки в ЕОМ оперативна інформація про хід процесу надходить на засоби відображення технологічних параметрів; статистична інформація, призначена для реєстрації, а також обчислені економічні та технологічні показники друкуються у вигляді документа. Системи збору і обробки даних виконують в основному ті ж функції, що і систем централізованого контролю, і є більш високою ступінню їх організації. Такі системи використовуються при управлінні технологічними та виробничими процесами в тих випадках, коли існують причини, за якими визначення технологічного режиму і формування керуючих впливів повинні виконувати люди.

2. ЕОМ у режимі порадника. У таких системах крім збору та обробки інформації виконуються наступні функції: визначення раціонального технологічного режиму за окремими технологічними параметрами або всьому процесу в цілому; визначення керуючих впливів по всіх або окремих керованим змінним процесу; визначення значень уставок локальних регуляторів. У системах-порадника дані про технологічному режимі і керуючих впливах надходять через засоби відображення інформації у формі рекомендацій оператору, який може прийняти або відкинути їх. Рішення оператора грунтується на власному розумінні ходу технологічного процесу та досвіді управління ним. В одних випадках обчислення керуючих впливів виробляються щоразу, коли фіксується відхилення параметрів процесу від заданого технологічного режиму. Процес обчислення ініціюється програмою-диспетчером, яка містить підпрограму аналізу стану процесу. В інших випадках обчислення ініціюються оператором у формі запиту. Системи-порадники застосовуються в тих випадках, коли потрібно обережний підхід до рішень, виробленим формальними методами, що пов'язано з невизначеністю у математичному описі керованого процесу. Невизначеність може виражатися в наступному:

- Математична модель недостатньо повно описує процес, тому що пов'язує лише частина керуючих і керованих змінних процесу;

- Математична модель адекватна процесу лише у вузькому інтервалі зміни технологічних параметрів;

- Математична модель процесу занадто складна для реалізації у складі АСУТП;

- Розрахунки з математичної моделі не можуть бути виконані в реальному часі;

- Критерії управління носять якісний характер і істотно змінюються в залежності від великого числа зовнішніх факторів.

Невизначеність описів може бути вимушеною, що відбиває погану вивченість складного процесу, так і навмисної, викликаної тим, що реалізація повної та адекватної моделі вимагає застосування великої дорогої ЕОМ, що в даному випадку економічно не виправдовується.

3. ЕОМ у режимі супервизорного управління. АСУТП, що функціонує в режимі супервизорного управління, являє собою дворівневу ієрархічну систему. Нижній рівень, безпосередньо пов'язаний з процесом, утворюють локальні регулятори окремих технологічних параметрів. На верхньому рівні керування встановлена ЕОМ, основною функцією якої є визначення оптимального технологічного режиму та обчислення на його основі значень уставок локальних регуляторів.

Вхідний інформацією для обчислення уставок є значення деяких керованих параметрів, вимірювані датчиками регуляторів і контрольовані параметри стану процесу, вимірювані датчиками. Оператор з пульта управління має можливість вводити додаткову інформацію, зокрема, змінювати обмеження на керовані та керуючі змінні, уточнювати критерій управління в залежності від зовнішніх факторів. Можливі два варіанти реалізації супервизорного управління: з математичною моделлю і без неї. Якщо є досить адекватна і проста модель процесу і критерій управління (цільова функція), то обчислення уставок регуляторів може бути організоване як рішення задачі оптимального управління. У тих випадках, коли з-за складності процесу не ставиться завдання оптимального управління, управління можна організувати як процес експериментального пошуку екстремуму цільової функції управління, коли оптимальний технологічний режим шукається методом проб і помилок. Супервизорного режим дозволяє здійснювати автоматичне керування процесом. Роль оператора зводиться до спостереження за процесом і, в разі необхідності, до коректування мети управління і обмежень на змінні.

4. ЕОМ в режимі безпосереднього цифрового керування. На відміну від супервизорного управління при безпосередньому цифровому управлінні управляючі дії розраховуються ЕОМ і передаються безпосередньо на виконавчі органи. Режим безпосереднього цифрового керування дозволяє виключити локальні регулятори з задається уставкою.

5. Ієрархічні системи управління. Якщо однорівнева структура АСУТП не забезпечує необхідного режиму функціонування складного технологічного об'єкта, то систему управління можна побудувати як багаторівневу - у вигляді окремих підсистем, між якими встановлені відносини підпорядкування. Кожна підсистема має ЕОМ, що працює в одному з описаних вище режимів. Функції управління можуть бути розподілені між рівнями, наприклад, наступним чином. Нижній (перший) рівень управління безпосередньо керує технологічними операціями.

Другий рівень виконує функції розрахунку і оперативного коректування режимів технологічних операцій. Третій рівень управління представляє собою центральну керуючу підсистему, вирішальну завдання розрахунку і оперативного коректування технологічного режиму всього процесу в цілому.

Розглянуті п'ять типів структур АСУТП розрізняються способом включення ЕОМ у контур управління. Три останніх типу структур повністю виключають оператора з основного контуру управління, тому системи, побудовані на їх основі, можна віднести до класу автоматичних. Для складних процесів на великих виробничих комплексах будуються системи управління, що поєднують описані способи включення ЕОМ у контур управління. Така система поділяється на підсистеми, для кожної з яких в залежності від можливостей її математичного опису та економічно доцільності обрана певна структура.

Комплекс підсистем можна реалізувати або на одній ЕОМ, що розділяє час між підсистемами, або на декількох ЕОМ, кожна з яких обслуговує відповідну підсистему, або на обчислювальної мережі, що складається з великого числа міні-чи мікро-ЕОМ.

Важливою складовою частиною АСУТП, багато в чому визначає її функціональні можливості, є математичне забезпечення (МО), яке можна розділити на функціональний і загальносистемне. Функціональне математичне забезпечення утворюється комплексом програм, безпосередньо виконують функції управління даним процесом. Загальносистемне МО у поєднанні зі спеціальними апаратними засобами дозволяє управляти ресурсами ЕОМ, здійснювати спілкування оператора та ЕОМ, використовувати стандартні програми при вирішенні функціональних завдань, виконувати діагностування елементів ЕОМ. У сучасній термінології загальносистемне МО прийнято називати операційною системою (ОС). Компонентами ОС є чотири комплекси програм: управління ресурсами; програмні засоби спілкування оператора та ЕОМ, діагностичні програми, стандартні програми.

Управління ресурсами. ЕОМ має ресурси чотирьох видів: часом центрального процесора, пам'яттю, зовнішніми пристроями та програмним забезпеченням. Час центрального процесора розподіляється між функціональними програмами шляхом переключення з однієї програми на іншу, яке виконується або за заздалегідь складеним розкладом, або без нього. Розклад будується на підставі вимог до управління технологічним процесом і являє собою порядок і час виконання функціональних програм. Перемикання без розкладу відбувається під дією сигналів переривання, джерелами яких можуть бути технологічний процес і оператор. Отримавши сигнал переривання, ОС зупиняє виконання поточної програми, але таким чином, щоб надалі можна було повернутися до її виконання у тому місці, де вона була перервана. Зауважимо, що розклад регламентує лише виконання функціональних програм, причому воно може вимагати одночасного виконання кількох програм, які можна здійснити при мультипрограмування і режимі поділу часу.

Засоби спілкування оператора та ЕОМ (інтерфейс користувача). Для спілкування оператора та ЕОМ розробляється спеціальна мова, що складається з обмеженого набору команд, що представляють собою слова природної мови. Команди вводяться через клавіатуру дисплея. Функціями програмних засобів спілкування є переклад мови оператора на машинну мову, інтерпретація команди, а потім спільно з іншими програмами ОС планування і реалізація дій, необхідних даною командою.

Діагностичні програми. Головна мета діагностики - підвищення експлуатаційної надійності АСУТП за рахунок швидкого виявлення нормального функціонування ЕОМ і відшукання що відмовив.

Стандартні програми. Хоча кожна АСУТП має ряд специфічних рис і тому носить індивідуальний характер, у багатьох з них потрібне проведення стандартних технічних розрахунків та операцій над даними. Тому в складі ОС існує бібліотека стандартних програм, не призначених безпосередньо для виконання операцій управління.

Вона використовується програмістами при створенні функціональних і службових програм АСУТП.

1.8.4 Поняття автоматизованого технологічного комплексу (АТК)

АТК призначений для випуску продукції в автоматизованому режимі. Основна його відмінність від АСУТП полягає в тому, що в АТК технологічне обладнання і технічні засоби системи управління складають єдине ціле, вони спільно розробляються і експлуатуються, один без одного вони працювати не можуть. Такий підхід дозволяє спростити систему за рахунок кращої взаємодії її частин і підвищити якість її роботи. В даний час АТК широко застосовуються в промисловості при випуску продукції, технологія виробництва якої включає в себе складні фізико-хімічні перетворення або небезпечна для виробничого персоналу.

1.8.5 Поняття автоматизованої системи управління підприємством (АСУП)

АСУП призначена для управління всією діяльністю підприємства в автоматизованому режимі. Вона включає в себе системи управління технологічними процесами, запасами сировинних матеріалів, паливо енергетичних ресурсів, комплектуючих виробів, напівфабрикатів, готової продукції, економічною діяльністю підприємства, автоматизованої підготовки документації підприємства і звітних документів, тобто АСУП включає в себе ряд систем автоматизації, об'єднаних в єдину мережа потоками інформації. Такий підхід дозволяє скоротити витрати праці на передачу інформації (звітів, розпоряджень, планів тощо) між підрозділами підприємства, скоротити час їх підготовки, уникнути багатьох помилок, ввести в активний режим роботи систему управління якістю на підприємстві.

В даний час АСУП отримують широке поширення на підприємствах одночасно з впровадженням локальних мереж на базі персональних комп'ютерів. Особливо широко цей підхід до автоматизації використовується на підприємствах з великою номенклатурою продукції, що випускається, великою кількістю зв'язків з іншими підприємствами.

1.8.6 Поняття гнучких автоматизованих виробництв (ГАП) та інтегрованих виробничих комплексів (ІПК)

Гнучкі автоматизовані виробництва - це якісно більш досконалий етап в комплексній автоматизації виробництва. Це система автоматизації, що охоплює все виробництво від проектування виробів і технологій до виготовлення продукції і доставки її споживачу. Ця тенденція веде до створення високоавтоматизованих цехів і заводів-автоматів, де засоби обчислювальної техніки застосовуються у всіх ланках виробництва. Верстатобудівники почали випускати промислово серійні гнучкі автоматизовані виробництва (ГАП) на базі обробних центрів і гібкопереналажіваемих автоматичних ліній.

Автономне розвиток АСУ (обробка інформації), САПР, АСУТП, систем управління гнучким автоматизованим виробництвом (СУГАП), промислові роботи не дають бажаного ефекту у підвищенні продуктивності. Так, наприклад, САПР, АСТПП, АСУП підвищують продуктивність праці приблизно вдвічі, СУГАП приблизно уп'ятеро, а інтегрований комплекс - у десятки разів. Тому був взятий курс на інтеграцію, особливо в області ГАП.

Основою заводу з повністю автоматизованим виробничим циклом є інтегрований виробничий комплекс (ВПК), що включає системи автоматизації передпроектних наукових досліджень (АСНИ), проектування конструкції виробів (САПРК) і технологічних процесів (САПРТП), проектування технологічної підготовки виробництва (АСТПВ), гнучке автоматизовані виробництво ( ГАП), систему автоматизованого контролю (Аски). Призначенням ІПК є проведення всіх робіт циклу від дослідження до виробництва на основі використання загальної інформаційної бази і безпаперовій технології передачі інформації по складових цього циклу за допомогою локальних обчислювальних мереж.

Особливо ефективним є застосування ВПК і ГАП в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва в умовах частої змінюваності номенклатури продукції і скорочення часу її випуску. Комплексна автоматизація виробництва на базі ВПК і ГАП дозволяє:

- У 7-10 разів підвищити продуктивність праці;

- Скоротити тривалість виробничого циклу;

- Підвищити технічний рівень і якість продукції, що випускається;

- Знизити матеріало-і енергоємність продукції;

- Збільшити коефіцієнт змінності обладнання;

- Вивільнити значну частину працюючих на виробництві;

- Скоротити виробничі площі.

Крім того, число різних класів технічних систем подвоюється в середньому кожні 10 років, обсяг науково-технічної інформації, використовуваної в конструкторських розробках, подвоюється кожні 8 років, час створення нових виробів зменшується у два рази кожні 25 років при одночасному скороченні терміну їх морального старіння. Це обумовлює пропорційне зростання обсягів проектування (приблизно в 10 разів кожні 10 років), а при збереженні ручної технології конструювання необхідно мати такі ж темпи зростання числа фахівців. Однак, оскільки насправді їх число може зростати в 3 рази кожні 10 років, крім того, зростає складність проектованих систем і кількість варіантів, якими вони можуть бути реалізовані, використання обчислювальної техніки при проектуванні нових виробів є необхідним.

Гнучка виробнича система (ГПС) (гнучке автоматизоване виробництво - ГАП) - сукупність у різних поєднаннях обладнання з ЧПК, роботизованих технологічних комплексів, гнучких виробничих модулів, окремих одиниць технологічного обладнання та систем забезпечення їх функціонування в автоматичному режимі протягом заданого інтервалу часу, що володіє властивістю автоматизованої переналагодження при виробництві виробів довільної номенклатури в установлених межах значень їхніх характеристик.

Складніше за все відбувається впровадження ГАП в складальні виробництво, це пов'язано:

- Зі складністю і різноманітністю об'єктів складання і необхідної для цієї збірки оснащення;

- Коротким циклом операцій складання;

- Нежорсткі або пружністю деталей;

- Необхідністю в налаштуванні, підгонці та обліку малих допусків у зчленуванні деталей.

У складальних ГАП центральним компонентом є роботи з розвиненою сенсорикою і високим рівнем машинного інтелекту, що впливає на збільшення рівня витрат при створенні ГАП збірки. Оскільки роботи з інтелектуальними засобами управління ще не набули широкого розповсюдження, то доводиться різко підвищувати витрати на периферійне устаткування і оснащення, створюючи умови для застосування більш простих роботів. При цьому вартість оснащення та периферії складає до 70% від загальної вартості складального модуля. Далі будуть більш детально розглянуті економічні і соціальні аспекти використання роботів.

Однак, ГАП не є ефективним для будь-яких типів виробництв.

Перспективи розвитку ГАП пов'язані з усе більш масштабної інтеграцією в складі однієї системи різних виробничих функцій і повною передачею цих функцій під контрольоване управління від ЕОМ на базі новітніх СВТ (ЕОМ 5-го покоління, що базуються на принципах штучного інтелекту), розвинених засобах обробки графічної і мовної інформації, лазерної та іншої техніки вимірювання, волоконнооптичних лініях зв'язку і розподілено мережевих методах обробки інформації.

1.9 Перспективи застосування засобів обчислювальної техніки в технології виробництва РЕА

Нижче наведені застосовувані засоби і способи гнучкої автоматизації виробництва та основні досягаються результати їх застосування.

1. Багатоцільове технологічне обладнання з мікропроцесорним управлінням. Підвищується концентрація операцій, збільшується час безперервної роботи, підвищується продуктивність робіт, якість та ідентичність виробів, скорочується потреба в робочій силі, виробничих площах і устаткуванні, скорочується тривалість виробничого циклу виготовлення РЕА, збільшуються системна гнучкість, надійність і живучість ДПС.

2. Мікропроцесорні локальні системи управління (ЛСУ) технологічним та іншими видами устаткування. Забезпечується багатофункціональний характер керованих від ЛСУ верстатів, збільшується продуктивність обладнання, підвищується якість виробів, що випускаються, знижується обсяг апаратурної частини, завдяки чому підвищується надійність системи та обладнання, зростає рівень уніфікації (як конструктивної, так і функціональної); знижується вартість ЛСУ і устаткування, спрощується сполучення з ЕОМ групового управління.

3. Промислові роботи (ПР). Автоматизація операцій завантаження-вивантаження обладнання, інваріантність до цих операцій, автоматизація деяких транспортних операцій, при цьому виключається ручна праця, скорочується тривалість операцій завантаження-вивантаження, транспортування, підвищується автономність роботи обладнання і системна живучість; збільшується коефіцієнт завантаження обладнання, знижується потреба в робочій силі .

4. Комплекси устаткування ЦПК, ДПС (з управлінням від ЕОМ), РТК, АТСС, СЦК. Автоматизація не тільки основних, але і допоміжних операцій (транспортні, складські, контрольно-вимірювальні роботи); виключається (скорочується) потреба в робочій силі: скорочується весь виробничий цикл випуску виробів; СЦК підвищує вірогідність контролю і сприяє цим підвищенню якості виробів, діагностика обладнання дозволяє підвищити надійність обладнання і комплексів.

5. ЕОМ для управління комплексом. Оперативне управління групою обладнання з одночасним підвищенням коефіцієнта його завантаження; забезпечується облік та оптимізація розподілу ресурсів, підвищується продуктивність, скорочується обсяг страхових заділів і обсягів незавершеного виробництва; виключаються багато додаткові операції, які вводилися через обліку тривалого зберігання напівфабрикатів на складі (наприклад, додаткове лудіння висновків); підвищується надійність, гнучкість, спрощується узгодження з ЕОМ цехового рівня.

6. Високий рівень уніфікації, стандартизації всіх засобів автоматизації виробництва (включаючи ТП, обладнання, ПР, оснащення, інструмент, програмне забезпечення). Скорочуються терміни і трудомісткість проектування, виготовлення та налагодження зазначених коштів, знижується собівартість, підвищується надійність.

7. Системи автоматизованого проектування (САПР) та системи наукових досліджень (АСНИ) на базі великих ЕОМ. Автоматизація процесу проектування виробів РЕА з проведенням попередніх досліджень сприяє підвищенню якості РЕА, скорочує трудомісткість і терміни проектування.

8. Автоматизована система технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) на базі великих ЕОМ. Автоматизація розробки ТП, керуючих програм на всі види устаткування і всі вироби планованого періоду і зберігання їх в пам'яті ЕОМ, автоматизація проектування технологічного оснащення, скорочується трудомісткість і терміни технологічної підготовки виробництва.

9. Автоматизовані системи управління виробництвом на базі великих ЕОМ. Автоматизація процесів планування, матеріального забезпечення виробництва, оперативного управління процесом виготовлення виробів РЕА.

10. Комплексні інтегровані системи єдиного ланцюга проектування-виготовлення (ІПК). Об'єднання всіх процесів, пов'язаних з проектуванням, підготовкою виробництва та виготовлення виробів в єдину безперервну ланцюг; успішна адаптація конструкції виробу до умов виробництва, підвищується ефективність випуску виробів, значно скорочується обсяг перетворень інформації про виріб, що виконується при роздільному використанні САПР, АСТПП, АСУП, АСУГПС , що дає можливість здійснити принцип "один раз ввести і багаторазово використовувати інформацію", тобто виключити пристрої введення, перетворення АСУТПП, АСП, АСУГПС і залишити їх тільки, наприклад, в САПР; значно скорочується цикл проектування-виготовлення; підвищується якість виробів; знижується собівартість; економляться матеріальні ресурси.

1.10 Застосування роботів на допоміжних і транспортних виробничих операціях

В даний час роботи в основному застосовуються при операціях транспортування, складання, обслуговування обробного устаткування, зварювання та контролю. З точки зору обчислювальної навантаження на керуючу ЕОМ виробничі операції можна підрозділити на два види:

- Інформаційно прості операції, до них відносяться операції перенесення великої кількості предметів чи важких предметів;

- Інформаційно складні операції (збирання і контролю).

Основним напрямом вдосконалення роботів є розвиток застосування мікро-ЕОМ з 8, 16 і 32-розрядними мікропроцесорами, розвиненими операційними системами і завданню орієнтованими мовами програмування високого рівня. Перспективним напрямком є використання аналогових мікропроцесорів, тобто великих інтегральних схем, де в одному кристалі реалізовані як цифрові елементи - мікропроцесор, так і цифро-аналогові і аналого-цифрові перетворювачі, схеми управління периферійними пристроями.

Для реалізації високонадійних систем керування роботами все більше знаходять застосування адаптивні мікропроцесори з БІС, тому що в цих пристроях є резервні вузли, засоби діагностики відмов та самовідновлення, що реалізують адаптивні внутрішні зв'язки, що сприяють збільшенню надійності роботооріентірованних обчислювальних пристроїв до показників, що відповідають виробничим вимогам.

1.11 Алгоритми керування роботами

Алгоритми та методи навчання роботів поділяються на:

- Пряме навчання;

- Роботооріентірованное програмування;

- Метод задачного-орієнтованого програмування.

При прямому навчанні передбачається ручне переміщення робота в усі необхідні положення та запис відповідних їм узагальнених координат зчленувань. Виконання програми полягає у переміщенні зчленування робота відповідно до заданої послідовністю положень і не вимагає універсальної обчислювальної машини. Обмеженням є те, що неможливо використовувати датчики. Цей метод програмування ефективний для точкового зварювання, фарбування і простих вантажно-розвантажувальних робіт з фіксованими положеннями робочого органу і оброблюваної деталі в захищеній від потрапляння сторонніх предметів і людей зоні.

При роботооріентірованном програмуванні використовуються датчики і суть програмування полягає в тому, що відбувається опитування датчиків і визначається рух робота в залежності від обробки сенсорної інформації. Перевагою цього методу є те, що при використанні сенсорної інформації робот може функціонувати в умовах певної невизначеності. Цей метод використовується для складання або контролю якості збірки. Спростити процедуру програмування можна шляхом використання в роботооріентірованних мовах методу машинної графіки, який пов'язаний із заміною методу прямого навчання моделюванням робочого простору роботів. Цей метод в значній мірі відтворює процес прямого навчання роботів з такими його перевагами, як можливості вільної зміни точки зору, візуального контролю взаємного положення всіх елементів робочого простору, інтерактивної налагодженням. Підключення САПР до процесу програмування роботів дозволяє різко підвищити ступінь інтеграції робота з виробничою системою, тобто одна і та ж БД може бути використана для всієї виробничої системи.

При методі задачного-орієнтованого програмування визначається не рух роботів, а бажане розташування об'єктів. Вихідною інформацією для цього методу програмування є геометрична модель робочого простору і робота. Такі системи називаються системами моделювання робочої обстановки. Характерною особливістю таких систем є відмова від детального програмування конкретних дій робота і програмування задачі в термінах взаємного положення об'єктів в робочому просторі і його змін. Фактично дії робота будуються за допомогою методів штучного інтелекту на основі моделі робота і оточуючих його об'єктів. Тут також велике значення має геометрична модель.

Програмування роботів з використанням модельних уявлень включає 3 основних етапи:

1. формування необхідних інформаційних моделей;

2. побудова програмних переміщень деталей з контролем взаємного положення, виконання технологічних операцій, в т.ч. зміни загарбного пристрої та інструменту, перевірок умов та організації логічних переходів, синхронізації з іншими пристроями;

3. отримання виконавчої програми управління роботом на мові низького рівня.

Побудова геометричній моделі робочого простору може бути здійснено одним з трьох способів:

1. за допомогою маніпулятора;

2. засобами машинної графіки;

3. за допомогою системи технічного зору.

Перші два були розглянуті вище (пряме навчання і роботооріентірованное і задачного-орієнтоване програмування), а третій спосіб - це по-суті модифікація першого - інтерактивне зір, в якому оператор, користуючись лазером як указкою, вказує світловим плямою характерні точки об'єктів робочого простору, а координати вимірюються системою технічного зору.

2. Автоматизація контрольних операцій

2.1 Автоматизований візуальний контроль друкованих плат

Aplite 3.1 - це автоматизована система візуального контролю якості друкованих плат на будь-якій стадії виготовлення.

Найважливішою особливістю системи є те, що вона використовує стандартний планшетний сканер для введення зображень контрольованих зразків. Ніякого спеціального устаткування не потрібно.

Контрольовані вироби:

- Позитивні і негативні чорно-білі та кольорові фотошаблони, виготовлені на склі чи плівці;

- Заготовки друкованих плат після свердління металлизируемого отворів;

- Заготовки друкованих плат з нанесеним топологічним малюнком на будь-якій стадії виготовлення;

- Готові друковані плати без елементів.

Виявлені дефекти:

- Спотворення масштабу (розтягнення плівки фотошаблона);

- Розриви провідників;

- Перемички між провідниками;

- Порушення допусків на мінімальну ширину друкованого провідника і мінімальна відстань між провідниками;

- Відсутні і зміщені отвори;

- Отвори, що мають невірний діаметр;

- Відсутні і зміщені контактні майданчики;

- Контактні майданчики, які мають невірний розмір або перекручену форму;

- Порушення кільця контактної площадки;

- Всі розбіжності зразка та еталону, розміри яких перевищують порогове значення.

Основний метод контролю - порівняння з еталоном. Як еталон використовується інформація з САПР розробників друкованої плати.

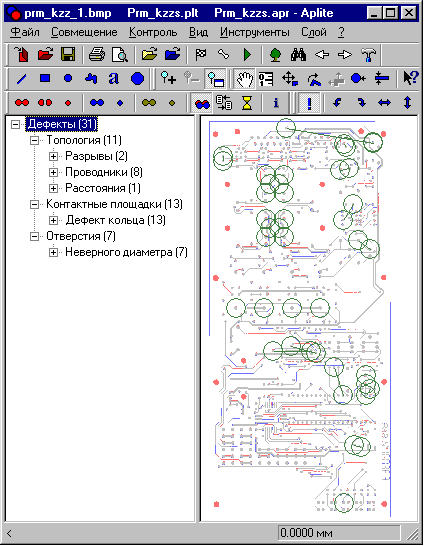
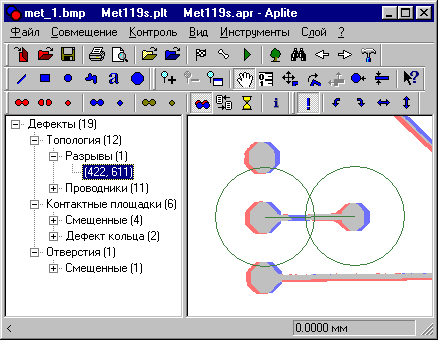
Система здійснює автоматичне суміщення шаблону й еталона. Результати роботи системи видаються в наочній формі. Зручні засоби навігації по зображеннях і дефектів дозволяють оператору швидко приймати рішення.

Точність контролю визначається максимальним дозволом сканера, об'ємом оперативної пам'яті і швидкодією обчислювальної системи.

Є можливість контролю заготовок по частинах.

Після сканування чергового зразка Aplite автоматично перетворює його в бінарну форму, відкриває необхідний еталон і здійснює первинне суміщення шаблону й еталона. Після цього запускається автоматична процедура виявлення дефектів, що включає точне поєднання зразка та еталону, контроль топології і контактних майданчиків. По завершенні процесу користувачеві видається звіт.

Далі розглянута коротка демонстрація основних особливостей Aplite на реальному прикладі.



Малюнок 2.1 - Контроль розриву провідника і загальний вигляд системи.

Активним є шар суміщення, який формується з двох зображень: синій колір відповідає еталону, червоний - шаблоном. Натискаючи клавішу Пропуск, користувач по черзі переглядає всі дефекти, виявлені системою.

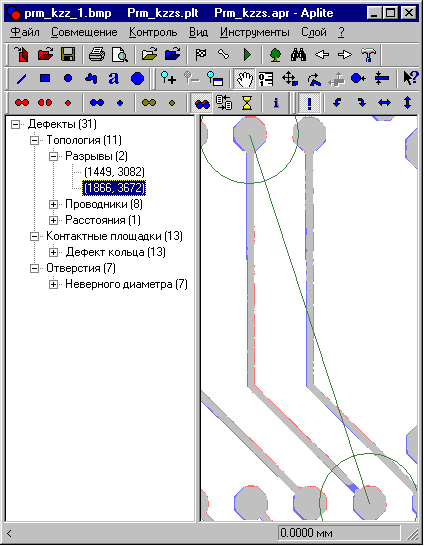
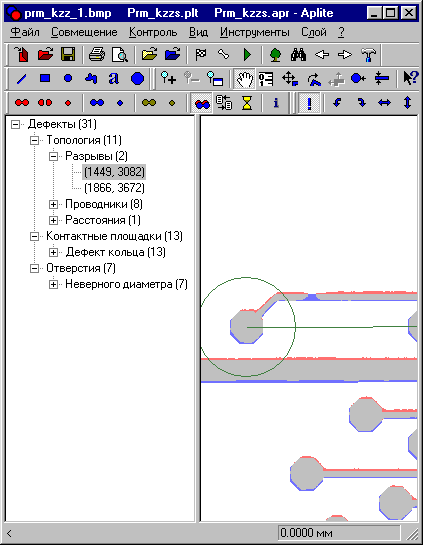


Рисунок 2.2 – Контроль разрыва и нарушения ширины проводника.

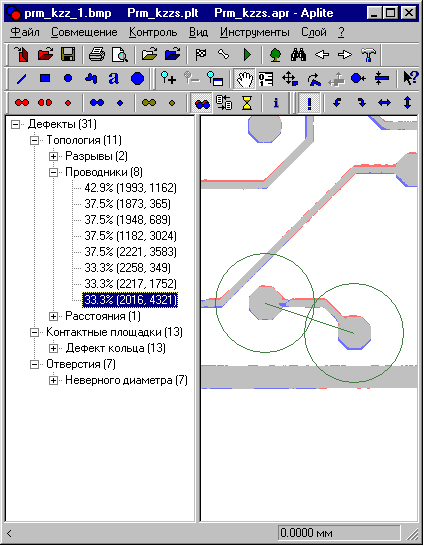
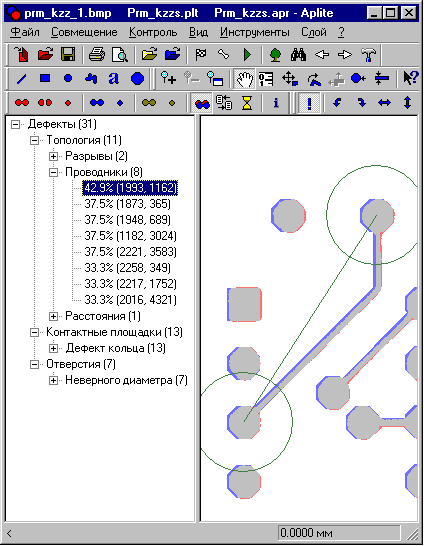


Рисунок 2.3 – Дефекти контактних площадок

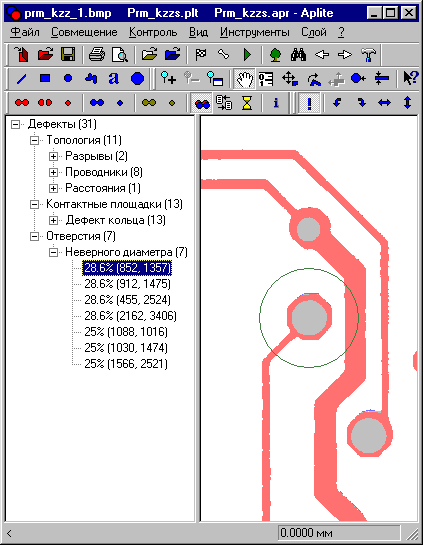
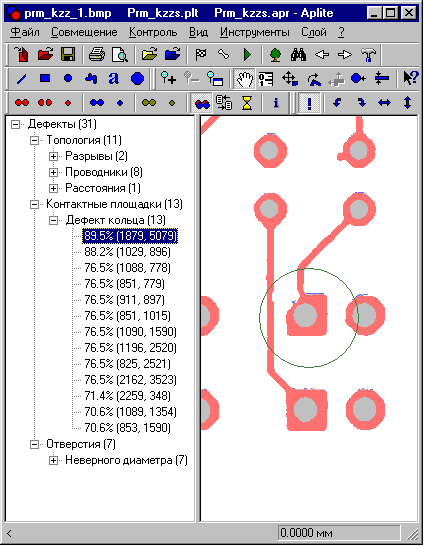


Рисунок 2.4 - Представлення дефектів

2.2 Аналізатор дефектів виготовлення (АДІ)

Безліч наявних на ринку систем тестування електронних збірок не полегшує знаходження найкращого рішення без надання більш детальної інформації. Звичайно ви повинні чітко знати про те, які спеціальні вимоги накладаються на дані системи. Ціни котирування, отримані від фірм-виготовлювачів, коливаються від багатьох тисяч до мільйона доларів США. Фактично нелегко зрозуміти чому відмінності в цінах такі великі. Незалежно від будь-яких удосконалень, які одна система може мати в порівнянні з іншого, при розгляді будь-якої системи завжди слід сконцентруватися на вартості системи і використовуваних можливості програмування. Вам також необхідно визначити який персонал буде потрібно для обслуговування такої системи тестування.

В даний час, тому що компанія HAMEG також входить в даний сильно-конкурірущій ринок, для цього є хороші причини. Не останньою з них є наш досвід, отриманий протягом десятиліть при виготовленні електронного обладнання. Тому ви можете очікувати від нових систем серії 6000, що вони принаймні одні з найсучасніших і рентабельних з точки зору витрат у порівнянні з конкуруючими системами.

2.2.1 АДІ при тестування в ланцюзі

Крім простих блоків тестованих збірок (БТС) з відносно невеликою кількістю компонентів зазвичай вам доводиться застосовувати перевірку за допомогою АДІ (при відсутності живлячої напруги на БТС) або тестування в ланцюзі (коли БТС знаходиться під напругою) при подальшому функціональному випробуванні для перевірки працездатності збірки. Тому найбільше значення зазвичай переноситься на функціональний випробування. Виходячи з цього для вихідного випробування досить проведення тестування за допомогою АДІ, тому що воно пов'язане з меншою вартістю самої програми і відповідними витратами щодо її реалізації. Проте це тестування завжди слід проводити відразу після складання друкованої плати, щоб можна було швидко виявити і усунути дефекти, які могли раптово з'явитися при монтажі компонентів на поверхню.

Системи АДІ особливо підходять для виявлення неправильно розташованих, пропущених і дефектних компонентів, а також коротко-замкнутих ланцюгів при пайці і всіх видів розривів. Згідно з різними статистичними публікацій вищезгадані типи охоплюють більше 80% всіх можливих пошкоджень. За загальним визнанням для випадку використання інтегральних схем можливо тільки визначити їх наявність і функцію діодів захисту на входах і виходах. Якщо ми виходимо з припущення фактичної відповідності інтегральних схем всім вимогам щодо якості і правильного розташування всіх компонентів на поверхні друкованої плати, то цілком достатньо дослідити характеристики першої тестованої збірки в нових серіях, коли проводиться функціональна перевірка. Однак якщо потрібно заощаджує витрати тестування інтегральних схем на майбутню стадії торгу, то в цьому випадку недорогий тестер компанії HAMEG як раз і є той самий прилад, який треба використовувати для цієї мети.

До інших позитивних якостей системи АДІ НМ6001 відноситься короткий період часу на проведення програмування. БТС з 600 точками перевірки можна запрограмувати в межах 1 \ 2 дні і навіть коротше. До того ж є певні функції самонавчання, які допомагають зменшити період часу, що витрачаються на програмування. Ще однією перевагою є вбудований САПР - компілятор для більшості використовуваних програм САПР. Всього лише введіть перелік САПР та виконання програми буде здійснюватися автоматично.

Дуже просте тестування може бути виконане при використанні тестера в ланцюзі (для БТС що знаходиться під напругою). Це тестування може досить добре використовуватися для перевірки інтегральних схем. Якщо ви розглянете обладнання, програмування і тестування з показниками вартості у декілька разів вище наших, то в більшості випадків витрати виявляться невиправданими, навіть для випадку більш точного результуючого тестування. І не тільки це, тому що вам завжди потрібно кваліфікований технік для роботи з тестером в ланцюзі.

Перевірочні пристрою сполучення (перехідники-адаптери) є ще одним важливим компонентом системи АДІ. На оснащенні з полем контактів, виготовленої компанією HAMEG дуже легко працювати, причому вона забезпечує швидкий доступ до поверхні, тому дуже добре підходить для виконання ремонтних робіт на БТС. Провідна система від перехідника-адаптера в значній мірі спрощена, що дає економію принаймні 50% часу, зазвичай необхідного для виконання даної операції.

Навіть напівкваліфікований персонал отримає користь з легкості використання приладу і виконає перевірку БТС.

У цілому компанія HAMEG знову встановила нові стандарти в секторі автоматичного тестування обладнання за рахунок створення приладів серії НМ6000.

2.2.2 Тестування насадкою при поверхневих вимірах на інтегральних схемах

Перевірочна система АДІ НМ6001 компанії HAMEG має опціональні можливості для перевірки розімкнутих сполук на пристроях, таких як інтегральні схеми та з'єднувачі.

Використовуючи спеціальний, встановлюваний зверху щуп проводяться виміри за методикою компанії НР від верхньої частини кожного компонента до кожного кола під ним. Розімкнені сполуки можуть бути виявлені за рахунок вимірювання невеликих ємнісних величин.

До складу даної опції входять модуль з електронікою для установки в системний контролер і ліцензія від компанії НР на використання даного запатентованого способу. Модель НМ6001 може підтримувати до 24 верхніх щупів компонентів. Якщо потрібні додаткові верхні щупи, то можуть додаватися модулі з 24 щупами в кожному з них. В одиночній системі тестування може бути встановлено до 8-ми модулів (192 верхніх щупа).

Вбудований в щуп підсилювач-інтегратор забезпечує високонадійне виявлення сигналу, майже вільного від інтерференції паразитного сигналу.

Перевірочні насадочні щупи (що поставляються компанією НР і іншими фірмами-виробниками оснащення) встановлюються над кожною інтегральної схемою або з'єднувачем, які підлягають перевірці на розімкнуті контакти. Щупи зазвичай встановлюються таким чином, що надають невеликий тиск на корпус компонентів, що підлягають тестуванню. Рекомендована оснащення у вигляді верхніх насадок може бути закуплена у компанії HAMEG або спеціально виготовлена різними підрядниками з виробництва подібної оснащення в країні. Використовуються стандартні верхні щупи виробництва компанії НР, однак мультиплексування і дротяні з'єднання є унікальною реалізацією технології компанії НР, виконаної фірмою HAMEG.

2.2.3 Перевірка правильності зібраних друкованих плат

За допомогою нового "аналізатора дефектів виготовлення", випущеного компанією HAMEG, перевірка неправильно зібраних друкованих плат стає абсолютно легкою і непроблематичність.

Стандартний варіант може тестувати до 600 перевірочних точок. Згідно зі статистичними даними, отриманим на реалістичною основі, тестування охоплює 80% всієї збірки. Якщо вам необхідно протестувати БСТ з кількістю точок перевірки більше 600, то в багатьох випадках не буде краще зробити друге тестування за допомогою адаптера на 600 точок замість використання перевірочного адаптера на 1200 точок тестування. Це означає, що ви повинні 2 рази перевірити одну і ту ж БСТ, але це необхідно всього лише в 20% випадків. Виготовлений компанією HAMEG стандартний адаптер (перехідник) на 600 точок тестування має вартість, що становить 30% від ціни адаптера з 1200 точками тестування.

У порівнянні з приладами фірм-конкурентів система АДІ НМ6001 пропонує екстраординарні показники цін \ робочих характеристик.

Сфера охоплення при тестуванні за допомогою приладу НМ6001:

Основний перевіркою є тестування компонентів і виявлення розривів і коротких замикань. Збірка контактного поля контактує з перевіряється платою.

Виконуються наступні кроки тестування:

- Виявлення всіх видів коротких замикань і розмикань.

- Тестування резисторів, індуктивностей, конденсаторів (з перевіркою полярності).

- Виявлення пропущених компонентів.

- Перевірка напівпровідникових переходів.

- Перевірка біполярних транзисторів і польових транзисторів (коефіцієнт посилення по струму і включення \ виключення).

- Виявлення неправильно встановлених компонентів.

Інтегрована система багаторазової захисту допускає тестування компонентів у паралельних ланцюгах. Результати помилкового виміру, зумовлені паралельним підключенням діодів на траєкторії вимірювання, можуть бути усунені за допомогою вибору правильного напруги тестування. Заміри імпедансу можна оптимізувати за допомогою вибору належної частоти при тестуванні. За допомогою самонавчального алгоритму найкраще значення визначається автоматично.

За допомогою опціонального "випробування з насадками за методикою компанії НР (захищеного патентом США) можна визначити розімкнуті штирі на інтегральних схемах і з'єднувачах.

Конфігурацію системи АДІ можна створювати різними способами: Перевірка всієї друкованої плати - Одиночна стадія - Зупинка при виявленні шкоди. Після зупинки системи тестування може бути продовжено або припинено. Маніпулювання в повному обсязі виконується за допомогою переключень при використанні мишки. При "зупинки при виявленні шкоди" виробляється показ дефектного елемента.

2.2.4 Вимірювання за допомогою АДІ

Випущений компанією HAMEG аналізатор дефектів виготовлення, модель НМ6001, спроектований для виконання ефективних замірів на різних компонентах, як в ланцюзі, так і поза її, включаючи знаходження розмикань і коротких замикань. Для роботи за різних умов, що зустрічаються в ланцюгах, система має кілька різних методик і способів виконання вимірювань:

1. Вимірювання активного опору, індуктивності та ємності.

При струмового режимі опір резистора вимірюється за допомогою підключення джерела постійного струму до вимірюваного опору і подальшого виміру падіння напруги на ньому. З відомого значення струму і виміряної величини напруги опір обчислюється за законом Ома.

Конденсатори тестуються за допомогою запіткі постійним струмом з виконанням вимірів через точно встановлені невеликі проміжки часу для визначення часу наростання напруги в міру заряду конденсатора. З величин зміни напруги, часу і значення прикладеної постійного струму можна обчислити ємність конденсатора.

Котушка індуктивності складається з двох послідовно з'єднаних опорів. Це чисто омічний опір проводу котушки й індуктивний опір XL. Тому спочатку проводиться вимір при напрузі постійного струму, а потім завмер при напругах змінного струму різної частоти.

Якщо вам необхідно отримати точні значення для малого імпедансу вам слід "проінструктувати" систему на дистанційне обстеження перевіряється збірки. При використанні даної методики вам буде потрібно два додаткових дротяних підключення до точки проведення вимірювання у складанні (за методикою Кельвіна).

2. Зовнішнє розпізнання.

Зовнішнє розпізнання застосовується за допомогою використання двох перевірочних точок для створення токового впливу до перевіряється компоненту і від нього. Дві інші перевірочні точки використовуються для вимірювання напруги на досліджуваному елементі. За допомогою вимірювання напруги за допомогою цих двох додаткових точок з високим вхідним імпедансом тестування виключаються впливу падіння напруг від системи проводового підключення і з'єднувачів.

Застосування точок захисту дозволяє виключити вплив на вимірювання, який чиниться з боку паралельно підключених компонентів. Кожна перевірочна точка може бути задана як вимірювальна або для установки захисту, або як сенсорної точки (точки зчитування) без будь-якої спеціальної системи кабельного підключення або кручених парних провідників.

3. Перевірка діодів і стабілітронів

У струмового режимі перевірка діодів проводиться також як тестування резисторів. Вибраний джерело постійного струму (від 10 мА до 1 мА) підключається до полупроводниковому переходу, потім проводиться вимір падіння напруги на напівпровідниковому переході. Ви можете також тестувати стабілітрони при напрузі близько 10 вольт за методикою перевірки діодів.

4. Перевірка пристроїв з трьома висновками

Більш складне тестування пристроїв з трьома висновками, таких як звичайні і польові транзистори, проводиться при використанні даних пристроїв в робочому стані. Дане тестування допомагає виявити пошкоджені або неправильно встановлені напівпровідникові елементи. Вимірювання коефіцієнта посилення по струму в схемі з загальним емітером виконується при зниженій напрузі живлення БТС, за винятком вимірювальних сигналів, що подаються на перевіряється компонент.

5. Тестування інтегральних схем.

Наявна система тестування дозволить вам перевірити наявність інтегральних схем і правильність їх установки (орієнтацію) при використанні одиночної інструктують програми. Ці дані звичайно прочитуються самонавчається з еталонною працездатною збірки (БТС).

6. Тестування зв'язаності.

Наявна система тестування дозволить вам перевірити весь БТС на наявність розмикань \ коротких замикань при використанні одиночної команди перевірки на зв'язаність. Незважаючи на те, що дані по розмикання і короткозамкненим зонам можуть бути введені вручну, ці дані зазвичай прочитуються самонавчальної системою з еталонною працездатною збірки (БТС). Швидкість виконання даного тестування оптимізована і перевірка 600 точок проводиться за 4 секунди.

2.2.5 Оцінка вимірів

На основі наявного еталонного працездатного БТС програмує генератор автоматично створює повну програму тестування. Вам необхідно ввести тільки номери точок перевірки. Кожен дефект буде показаний з номером пошкодженого компонента та його місцем знаходження на платі.

Статистичні звіти дозволять вам створити базу даних на основі протестованих збірок. Ці звіти у вигляді гістограм / сигма сигналізування (статистичні дані по окремих аналоговим вимірами) збираються у виробничі звіти (статистичні дані по кількостей пройшли тестування і забракованих збірок) і відповідні звіти про дефекти (інформація про частоту появи дефектів з їх розподілом за типами). Дані звіти допоможуть вам відшукати найбільш часто зустрічаються пошкодження, в результаті чого ви належним чином затратите час на корекцію необхідних умов процесу.

Ви можете отримати роздруківку всіх результатів тестування для одного прогону або заданого періоду часу і використовувати її для виконання аналізу та підготовки документації. Крім висновку про якість компонентів БТС можна також оцінити якість роботи персоналу, що виконує тестування.

2.3 Тест - адаптер виробництва компанії HAMEG

Основний принцип нових адаптерів, виготовлений компанією HAMEG, полягає в тому, що розкриття адаптера, введення БТС і центрування БТС виконуються за допомогою одного руху. Для маніпуляції з адаптером потрібно дуже невелике зусилля, тому жінки - оператори зможуть без будь - яких ускладнень працювати на цьому адаптері.

Для забезпечення контакту з БТС була розроблена нова притискна система, перевага якої полягає в тому, що збірка буде притиснута до контактного полю тиском строго по вертикалі. Це запобігає згинання контактів. Болти встановлені на регульованих переходах з урахуванням габаритних розмірів різних компонентів і гарантують оптимальний розподіл прикладається тиску по всій друкованої плати.

Адаптери НМ6005 і НМ6006 і відмінності у конструкціях цих адаптерів пов'язані з максимально можливими габаритними розмірами встановлюється друкованої плати і кількістю перевірочних штирьков. Система НМ6005 може розміщувати друковані плати 200 х 250 мм і має 400 перевірочних штирьков. Система НМ6006 може розміщувати друковані плати 200 х 350 мм і має 600 перевірочних штирьков. Перевірочні адаптери з 1200 штирькамі можуть поставлятися за запитом.

Відносно великі зусилля, вироблені великою кількістю перевірочних штирьков, не впливають на хорошу стабільність адаптера. Для кожного адаптера потрібно відповідну кількість 50-ти штирьковим друкованих плат - з'єднувачів для сполучення адаптера з системою АДІ. Кабельне підключення адаптера можна зробити за допомогою поставляються плоских кабелів з 50-ти штирьковим з'єднувачем. Розпайці підлягає тільки одна сторона. З'єднання накруткою може використовуватися в якості альтернативного варіанту.

Контактна колодка підключення до АДІ - тестеру виконана у вигляді легко замикається блочки. Контакти з'єднувачів друкованої плати позолочені.

3. Наскрізна система проектування РЕА

3.1 Система "Сударушка"

Система автоматизованого проектування Сударушка - одна з найпростіших САПР для розробки креслень. Крім креслярського модуля в ній є прості засоби для підготовки керуючих програм для токарних і фрезерних верстатів з ЧПК. Їх основна особливість у тому, що вони забезпечують набір функцій, яких у більшості випадків достатньо для потреб виробництва, і роблять це на доступній техніці і за доступну ціну. Тим не менш, в "Сударушка" є і більш складні програми, що забезпечують моделювання та обробку поверхонь, гравіювання, рельєфну фрезерну обробку та інші види робіт. До них відноситься і програма для виготовлення друкованих плат.

3.1.1 Проектування та обробка друкованих плат в системі "Сударушка"

Традиційно друковані плати робляться методом травлення. Поряд з цим давно використовуються настільні фрезерні верстати з ЧПУ, призначені для виготовлення друкованих плат і для гравіювання, і в останні роки з'явилися нові та імпортні, і вітчизняні зразки. Один з них - СІПП-А-05, що випускається серійно в Санкт-Петербурзі. Зробити на такому верстаті невелику партію друкованих плат або одну плату для досвідченого вироби виявляється простіше і швидше, ніж за традиційною технологією. Він дозволяє виключити роботи з виготовлення фотошаблонів і негативів, фотолітографії, а головне - ходіння по інших цехах і підрозділах, що часом займає набагато більше часу, ніж сама робота. Верстат може розміститися на письмовому столі поряд з комп'ютером, а для обробки на ньому двосторонньої друкованої плати розміром 100 на 200 мм зі свердлінням всіх отворів потрібно близько двох годин.

Фрезеровані друковані плати можуть бути двох типів. Перші виготовляються з фольгированного діелектрика, і фреза повинна зняти метал по контуру навколо кожного провідника. Другі, так звані рельєфні плати, робляться з нефольгірованного діелектрика. На поверхні заготовки, покритої лаком, фрезеруються канавки. Після металізації плати лак змивається, і метал залишається тільки в канавках, що йдуть уздовж ліній провідників.

Процес виготовлення рельєфної друкованої плати більш складний, тому що крім фрезерування потрібні інші технологічні операції. Частково це компенсується простотою створення керуючої програми для фрезерного верстата. Достатньо отримати зображення плати у вигляді файлу формату PLT із системи P-CAD чи накреслити її в графічному редакторі "Сударушка" (для нескладної плати це буде швидше), а потім за допомогою спеціальної програми перетворити зображення в команди верстата.

Виготовлення друкованої плати з фольгированного діелектрика не вимагає додаткових технологічних операцій, але процес підготовки керуючої програми для її фрезерування набагато складніше. Адже зображення плати не перетвориться безпосередньо в траєкторію фрези - фреза повинна не йти по лінії провідника, а обходити навколо нього, враховуючи ширину провідника, а також розміри майданчиків під отвори. Траєкторію фрези можна побудувати вручну в будь-якому графічному редакторі, але це - трудомістка робота, що вимагає великої уваги, оскільки навіть невелика помилка в керуючій програмі зіпсує всю плату.

Модуль "Сударушка" для обробки друкованих плат автоматизує процес підготовки керуючої програми для фрезерного верстата. Вихідними даними для нього є файл із зображенням друкованої плати, причому будь-який провідник на ній може бути накреслений або однією лінією, або набором ліній, які враховують ширину провідника. Майданчики під отвори задаються або точками центрів отворів, або контурами майданчиків, якщо вони не типові. Ширина провідника, заданого однією лінією, визначається кольором лінії. Друкована плата буде оброблятися фрезою заданого діаметра, і це повинно враховуватися при проектуванні плати. Якщо відстань між провідниками де-небудь виявиться менше діаметра фрези, то це місце залишиться необробленим.

Обробка може вестися в двох режимах. У першому режимі фреза переміщається паралельними рядками з невеликим кроком уздовж або поперек заготівлі, сфрезеровивая метал між провідниками. Цей режим призначений для знімання зайвого металу фрезою великого діаметру. Для остаточної обробки його краще не використовувати, оскільки контури провідників виходять нерівними, і при маленькій відстані між провідниками метал, деформований фрезою, може викликати замикання.

В іншому режимі фреза рухається довільно. Час розрахунку виходить більше, але гарантується якість обробки, оскільки фреза обходить по контуру навколо кожного провідника. Програма візуалізації обробки, що входить в комплект, покаже і зображення траєкторії фрези, і вид друкованої плати після обробки.

Як і всі програми "Сударушка", модуль для обробки друкованих плат може працювати в DOS і розрахований на використання старих комп'ютерів. Для обробки плати розміром 100 на 200 мм бажано мати хоча б 4 мегабайта пам'яті і драйвер розширеної пам'яті типу EMM386. Однак і це не обов'язково. Для будь-якої плати можна розрахувати програму обробки по частинах на комп'ютері з процесором 286 без додаткової пам'яті. Здавалося б, це зайве. Адже організація, здатна придбати верстат, може собі дозволити мати хороший комп'ютер.

Тим не менш, багато підприємств мають верстати, на яких можна фрезерувати друковані плати, і для роботи з ними використовуються не дуже потужні комп'ютери. Саме на них і орієнтована "Сударушка", яка, як уже зазначалося, є універсальною системою для фрезерної обробки, і її різні модулі забезпечують не лише виготовлення друкованих плат, але і фрезерування плоских і корпусних деталей, гравіювання, обробку штампів і прес-форм і інші види робіт на верстатах з числовим програмним управлінням.

3.1.2 Підготовка керуючих програм для верстатів з ЧПК

Система автоматизованого проектування Сударушка - одна з найпростіших САПР для розробки креслень. Але крім креслярського модуля в ній є і кошти для підготовки керуючих програм для токарних і фрезерних верстатів з ЧПК. Різні модулі Сударушка забезпечують плоску, трьохкоординатний об'ємну і пятікоордінатную фрезерну обробку, а також гравірування на площині і на поверхні обертання, що дозволяє використовувати Сударушка для широкого кола завдань.

Вважається, що близько 80% всіх деталей можуть бути оброблені з використанням 2,5-координатної системи, яка забезпечує робоче переміщення інструменту в площинах, паралельних площині столу верстата. Для деталей, що не вимагають більш складної обробки, призначений фрезерний модуль Сударушка, що працює разом з креслярським модулем системи.

Фрезерний модуль реалізує той же підхід до використання САПР, що і креслярський модуль Сударушка. Він забезпечує набір простих функцій, яких достатньо для потреб виробництва, і робить це за доступну ціну, порівнянну з місячною зарплатою інженера.

Сударушка пропонує технологу наступні функції: переміщення фрези по точках, обробку контура, вибірку кишені, свердління, копіювання фрагментів траєкторії, вставку в керуючу програму коментарів, а також команд, безпосередньо виконуваних верстатом. Крім того, в системі є функції для обробки лінійчатих поверхонь, поверхонь обертання і для гравіювання нескладного рельєфу.

Для підготовки керуючої програми потрібно мати плоске зображення деталі в тому положенні, в якому вона буде стояти на верстаті. Його можна або взяти з креслення, підготовленого хоч у Сударушка, хоч у будь-який іншій системі, або побудувати, використовуючи стандартні графічні засоби, що входять в модуль.

Обробка ведеться в робочій площині, для якої потрібно задати координату Z. Робоча площина може бути і похилої. Для цього потрібно ввести координати Z трьох довільних точок, що лежать у площині. Фреза може бути циліндричної з довільним радіусом заокруглення, і при всіх переміщеннях вона буде стосуватися робочої площини. Це дозволяє обробляти кишені з похилим дном і обрізати похилі ребра.

Крім робочої площині задається площину відводу, в якій здійснюються всі переміщення на холостому ходу, і площину зазору, яка повинна бути трохи вище заготовки. Для обробки можна ввести швидкість робочого і холостого ходу, команду включення шпинделя і координати вихідної точки.

Працюючи з системою, технолог формує траєкторію фрези. Лінія переміщення центру фрези відображається на екрані, а відповідні фрагменти керуючої програми відразу виводяться у файл. Зображення деталі плоске, а зображення траєкторії - просторове, і його можна повертати і бачити в аксонометрії.

Перед формуванням кожного фрагмента траєкторії задається спосіб підведення фрези - вертикально, похило або змійкою із заданим кутом врізання.

Переміщення фрези по точках - найпростіший спосіб обробки. На екран виводиться курсор із зображенням фрези, і технолог може вказати точки, через які має пройти фреза. У кожній точці можна задати висоту положення фрези. Цей спосіб призначений для грубої обробки і для обрізки косих ребер.

Для обробки контуру потрібно вказати лінії, які його утворюють, сторону, з якої повинна пройти фреза, і припуск. Задається також напрямок обходу і спосіб підведення фрези. Контур може оброблятися за кілька проходів з різними припущеннями.

Вибірка кишені здійснюється змійкою - рухом фрези вздовж паралельних прямих. Потрібно вказати лінії, що утворюють контур кишені, напрямок і крок проходів фрези. Задається припуск і спосіб підведення фрези. Дно кишені може бути горизонтальною або похилою площиною. Карман може містити в собі необроблювані острова, але при обробці кишені з островами буває зручніше розбити його на декілька частин, що не містять островів.

Для свердління потрібно вказати точки отворів. У цих точках спочатку здійснюється засвердлювання на невелику глибину (якщо воно не потрібно, то від нього можна відмовитися), а потім здійснюється цикл глибокого свердління в кілька проходів.

Щоб обробити кількох однакових ділянок деталі, можна спочатку обробити один з них, а потім скопіювати траєкторію фрези. Це робиться просто: відобразивши траєкторію в аксонометрії, потрібно курсором вказати точку початку і точку кінця копируемого фрагмента траєкторії, а потім задати спосіб копіювання - зсув, поворот або дзеркальне відображення.

Фрагменти керуючої програми виводяться у файл у міру виклику в системі тих або інших функцій формування траєкторії. У будь-який момент технолог може вивести в файл довільний коментар. Крім того, у файл можна вивести будь-яку команду в такому вигляді, в якому вона повинна бути введена в верстат, наприклад, команду зміни інструменту, зміни частоти обертання шпинделя, тимчасового зупинення і т.п.

У системі є функції, що забезпечують не тільки 2,5-координатну обробку. Сударушка створювалася для виготовлення авіаційних деталей, в яких часто зустрічаються елементи типу поясів нервюр і шпангоутів, що виходять на зовнішню поверхню літака. На деталі такий елемент - лінійчата поверхня, задана двома горизонтальними перерізами. Для її обробки потрібно вказати ці перетини, задати їх висоти, ввести число проходів і припуск.

Також у Сударушка можна обробити поверхню обертання з горизонтальною або похилою віссю. При цьому модель поверхні не створюється. Технолог повинен побудувати твірну поверхні, вказати вісь і задати кут нахилу осі від горизонтальної площини. Буде оброблена частина поверхні, що лежить вище робочої площини (горизонтальної або похилої).

У Сударушка можна отгравіровать поверхню, утворену з декількох контурів, лежашіх на різних висотах. Для кожного контуру потрібно задати зсув по Z щодо зовнішньої для нього поверхні. Вважається, що деталь обробляється циліндричної фрезою, підйом і опускання на кордонах - вертикальні. За рахунок спеціальної заточення фрези можна отримати зкруглення крайок рельєфу. Обробка ведеться паралельними рядками з заданим кроком, кутом нахилу і припуском. Крім того, для кожного контуру робиться чистової обхід зовні або зсередини. Це реалізовано в описуваному тут модулі, але в Сударушка також є спеціальний гравірувальний модуль з більш багатими можливостями.

Керуюча програма формується у вигляді файлу на мові АПТ. У файл виводяться координати центру фрези. Для обробки криволінійних контурів використовується лінійна інтерполяція. Постпроцесор, перетворюючи керуючу програму в команди найбільш поширених вітчизняних та імпортних верстатів, може замінити лінійну інтерполяцію при обробці дуг кіл на кругову інтерполяцію.

У токарному модулі Сударушка реалізований найпростіший спосіб підготовки програм для токарної обробки: технолог формує курсор у вигляді зображення різця і переміщує його (за допомогою миші і керуючих клавіш), відзначаючи точки, через які повинен пройти різець для обробки деталі. Крім того, реалізований багатопрохідний цикл обробки із стружкодробління. Матеріал віддаляється в зоні кута, заданого двома відрізками. Різець рухається паралельно першому відрізку до перетину з другим відрізком. На кожному проході різець кілька разів переміщується на задану величину і зміщується в зворотному напрямку для стружкодробління. Траєкторія різця виводиться у файл у вигляді програми на мові АПТ, що дозволяє виводити її на будь-верстати, використовуючи наявні на заводах постпроцесори. У комплект поставки входить постпроцесор для найбільш поширених верстатів. Положення різця, доступність зон деталі і глибина різання контролюються по зображенню на екрані. Токарний модуль поширюється вільно.

У тому, що тут описано, немає нічого особливого - все це реалізовано і в інших, більш потужних і більш дорогих системах. Сударушка пропонує технологу просте виконання тих операцій, які зустрічаються практично щодня, майже на кожній деталі. А для більш складних робіт є інші модулі Сударушка, які дозволяють фрезерувати поверхні деталей довільної форми, гравірувати плоскі і рельєфні зображення, обробляти деталі штампів, прес-форм та іншої об'ємної оснащення.

3.1.3 Моделювання фрезерної обробки

При підготовці керуючої програми для верстата з ЧПУ на певному етапі виникає необхідність його перевірки. Програма не завжди виходить правильної з першого разу, оскільки ніхто не застрахований від помилок, особливо при ручному програмуванні, якщо ж використовується будь-яка система для підготовки керуючих програм, то можливостей зробити помилку стає менше, але вони, тим не менш, залишаються. Остаточна перевірка робиться на верстаті, коли фреза або ходить по повітрю, або обробляє макет деталі з дерева. Така перевірка - тривалий і дорогий процес, тому бажано мати будь-які засоби для контролю програми до виходу на верстат.

Інша проблема виникає при зберіганні керуючих програм. Якщо спеціально не займатися веденням архіву, то через деякий час буває важко згадати, яку деталь обробляє та чи інша програма. Також необхідний контроль і при отриманні програм з інших підрозділів і організацій, причому програми можуть бути підготовлені для верстатів з різними стійками ЧПУ.

У системі автоматизованого проектування "Сударушка" реалізовані різні способи фрезерної обробки. Це 2,5-координатна обробка плоских і корпусних деталей, трьох-і пятікоордінатная обробка складних поверхонь, гравіювання на площині і на довільній поверхні обертання, рельєфна фрезерна обробка. Є в системі і засоби контролю керуючих програм, як прості, так і більш складні.

Найпростіший спосіб проконтролювати керуючу програму - це за допомогою спеціальної програми подивитися на екрані комп'ютера, як буде виглядати траєкторія фрези. Траєкторія зображується як набір просторових ліній, які можна повертати, зрушувати, наближати і розглядати в будь-якій проекції і масштаб. Цього достатньо для перегляду наявних в архіві файлів і для виявлення явних помилок, але розгледіти в переплетенні ліній всі дефекти буває важко. Зазвичай збій програми порушує певні закономірності, характерні для більшості траєкторій. Програма аналізує траєкторію і виділяє такі ділянки іншим кольором. Часто буває досить уважніше розглянути ці місця, щоб зрозуміти, дефекти це, або просто відрізняються від інших ділянки траєкторії.

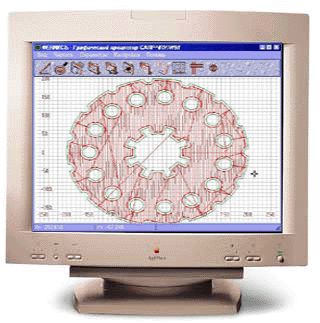
Більш надійний, але і більш складний спосіб перевірки керуючої програми реалізований в "Сударушка" у програмі, що моделює процес фрезерування. Маючи керуючу програму для фрезерного верстата, можна побачити, як буде виглядати деталь після обробки. На просторової моделі буде видно всі дефекти, місця врізів, необроблені ділянки, гребінці та інші особливості деталі.

3.2 Система САПР-ЧПУ

САПР-ЧПУ - універсальна система автоматизованого проектування охоплює підготовку керуючих програм для 2 і 2.5 координатної обробки для всіх моделей верстатів з ЧПК і обробних центрів (включаючи токарну і фрезерну обробку, плазморезку і електроеррозію) на базі ПЕОМ PC-IBM.

САПР-ЧПУ забезпечує 100% сумісність з попередніми версіями - САП-ЄС, САП-СМ4, САП-ПК. Дані про геометрію і технології виготовлення деталі вводяться в ПЕОМ за допомогою мовного опису або інтерактивного графічного введення, а також у режимі "наскрізного проектування", з використанням файлів-креслень, підготовлених системою "AUTOCAD". Наявний макроаппарат препроцесора і бібліотека макропроцедури дозволяють програмувати гравірування шрифтів (пуансон, матриця, трафарет), виготовлення інструменту, зубчастих коліс, а також елементи тривимірної обробки, що складаються з математично заданих поверхонь (сфера, циліндр, конус, еліпсоїд, і т.п.) . Також реалізований автоматичний розрахунок еквідістанти за схемами "Спіраль", "Зигзаг" при фрезеруванні кишень будь-якої форми з перешкодами, "Петля" - при точінні, підрізуванні, розточенні, включаючи тіньові зони. Забезпечено графічний контроль програмованої геометрії і траєкторії руху інструменту, тривимірне твердотільне моделювання процесу обробки деталі. Багатокоординатних (до 5-ти координат) інваріантний постпроцесор САПР-ЧПУ налаштовується на інформаційний код комплексу "верстат-система ЧПУ" за допомогою паспорта (анкети), що описує індивідуальні характеристики конкретного комплексу. Паспорт складається протягом 2-8 годин технологом, вивчив відповідний комплекс і методику підготовки УП. Інваріантний постпроцесор дозволяє на 100% задовольнити вимогам методики підготовки УП, що додається до конкретного комплексу, включаючи моделювання стандартних і індивідуальних верстатних підпрограм, автоціклов з графічним відображенням на дисплеї (принтері / плоттері) траєкторії руху інструменту і розрахунком машинного часу. Макромова постпроцессора дозволяє технологу самостійно нарощувати і змінювати функції інваріантного постпроцессора без звернення до розробників або програмістам.

Система САПР-ЧПУ різних версій в період 1989 - 2002 впроваджена більш ніж на 260 підприємствах Росії та СНД (близько 700 інсталяцій).



Висновки

У сучасних умовах розробка топології друкованої плати та її підготовка до виробництва виконуються, як правило, різними спеціалістами: конструкторами і технологами. Їх інтереси часто суперечливі: конструктор звичайно прагне до максимальної щільності монтажу, технолог ж змушений враховувати можливості реального виробництва та проводити технологічну правку вихідної топології, як правило, кілька загрубляя її.

Найчастіше компроміс дається не просто. Опитування Британських виробників друкованих плат показав, що в числі своїх основних проблем вони бачать занадто малі розміри "провідник-зазор" (52%) і погане взаєморозуміння з розробниками (30%).

Одна з умов та основних переваг наскрізний САПР полягає в безперервній "технологічному ланцюжку" від задуму конструкції до готового виробу. Не повинно бути "виняткових" ланок з неавтоматизованої технологією. Систему САПР підприємства необхідно замислюватися як наскрізну, велику увагу приділяючи ефективної автоматизації як конструкторських, так і технологічних підрозділів.

Для задоволення вимог замовника і збільшення конкурентоспроможності радіоелектронних засобів (РЕЗ) виробник повинен прагнути використовувати сучасні технології проектування, засновані на наскрізних алгоритмах проектування.

# література

1. Иванов Ю.В., Лакота Н.А. Гибкая автоматизация производства РЭА сприменением микропроцессоров и роботов. - Москва, Радио и связь, 1987
2. Основы автоматизации управления производством. Под ред. И.М. Макарова. - Москва, "Высшая школа", 1989
3. Норенков И.П. Принципы построения и структура САПР. - Москва, "Высшая школа", 1986
4. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники. Под ред. А.А. Сазонова. - Москва, "Высшая школа" 1991
5. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем. - Москва, "Энергоатомиздат", 1986
6. Государственная система стандартизации. - Москва, Стандарты, 1994 г.
7. Единая система конструкторской документации. - Москва, Стандарты,1988 г.
8. Единая система технологической подготовки производства. - Москва, Стандарты, 1984 г.
9. Основополагающие стандарты в области метрологии. - Москва, Стандарты, 1986 г.
10. Система государственных испытаний продукции. - Москва, Стандарты,1986 г.
11. Метрологическое обеспечение информационно-измерительных систем. -Москва, Стандарты, 1984 г.
12. Единая система программной документации. - Москва, Стандарты, 1985г.
13. Системы качества. Сборник нормативно-методических документов. -Москва, Стандарты, 1989 г.
14. Сертификация продукции. 1. Международные стандарты и руководства ИСО/МЭК в области сертификации и управления качеством. - Москва, Стандарты, 1990 г.
15. Сертификация продукции. 3. Международные системы сертификации. Организационно-методические документы. - Москва, Стандарты, 1991 г.
16. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов/ И. П. Бушминский, О. Ш. Даутов, А. П. Достанко и др.; Под ред. А. П. Достанко, Ш. М. Чабдарова. — М.: Радио и связь, 1989. — 624 с.: ил.
17. Гелль П. П., Иванов-Есипович Н. К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние. 1984.—536 с., ил.