

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт №1–№4

з дисципліни

"Основи виробництва"

для студентів спеціальності

174 Автоматизація, комп'ютерно інтегровані технології та
робототехніка
усіх форм навчання

2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №1-№4 з дисципліни "Основи виробництва" для студентів спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно інтегровані технології та робототехніка, усіх форм навчання / Уклад.: Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І., Малий О.Ю., Гарачук С.А. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 34 с.

Укладачі: Фарафонов Олексій Юрійович, канд. техн. наук, доцент, доцент каф. ІТЕЗ;
Фурманова Наталія Іванівна, канд. техн. наук, доцент, доцент каф. ІТЕЗ;
Малий Олександр Юрійович, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. ІТЕЗ.
Гарачук Сергій Анатолійович, ст. викл. каф. ІТЕЗ

Рецензент: Онищенко Вадим Федорович, к.ф.-м.н., доцент каф. ІТЕЗ

Відповідальний за випуск: Малий Олександр Юрійович, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 10.09.24 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФІБЕК
протокол № 2 від 19.09.2024 р.

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота №1. Аналіз конструкції виробу і створення конструкторської схеми складання	5
1.1 Конструкторсько-технологічний (структурний) аналіз виробу.....	5
1.2 Особливості побудови просторово-тимчасової структури складання і монтажу радіоапаратури.....	6
1.3 Виріб та його елементи	8
1.4 Порядок виконання роботи	11
1.5 Зміст звіту	13
1.6 Контрольні запитання	13
2. Лабораторна робота №2. Аналіз і технологічна характеристика методів з'єднання складальних одиниць ЕА	14
2.1 Класифікація механічних з'єднань	14
2.2 Технологія роз'ємних з'єднань	15
2.3 Технологія нероз'ємних з'єднань	16
2.3.1 Технологія склеювання	16
2.3.2 Технологія паяння механічних з'єднань	17
2.3.3 Технологія зварних з'єднань	18
2.4 Вихідні дані	18
2.5 Завдання на виконання роботи	18
2.5.1 Завдання на виконання роботи	18
2.5.2 Зміст звіту.....	19
2.6 Контрольні запитання	19
3. Лабораторна робота №3. Розробка технологічної схеми складання	20
3.1 Короткі теоретичні відомості	20
3.2 Порядок виконання роботи	22
3.2.1 Вихідні дані	22
3.2.2 Завдання на виконання роботи.....	22
3.2.3 Зміст звіту.....	22
3.2.4 Контрольні питання	25

4. Лабораторна робота №4. Розробка маршрутного технологічного процесу складання виробу.....	26
4.1 Короткі теоретичні відомості.....	26
4.1.1 Порядок проектування ТП та технологічна документація.....	26
4.1.2 Загальні правила оформлення текстових і графічних документів.....	28
4.1.3 Порядок розробки одиничного технологічного процесу ..	29
4.1.4 Вихідна інформація для розробки одиничних технологічних процесів.....	29
4.2 Порядок виконання роботи	30
4.2.1 Вихідні дані.....	30
4.2.2 Завдання на виконання роботи.....	33
4.2.3 Зміст звіту	33
4.2.4 Контрольні запитання	33
Література	34

1 Лабораторна робота № 1

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБУ РЕЗ, ЯК ОБ'ЄКТУ СКЛАДАННЯ

Мета роботи: навчитись виконувати структурний аналіз виробу, як об'єкту виробництва.

1.1 Конструкторсько-технологічний (структурний) аналіз виробу

Об'єктивною тенденцією удосконалення радіоелектронної апаратури (РЕА) є зріст її ускладнення. Ускладнення схемних і конструкторських рішень, функціональних зв'язків разом із значним збільшенням чисельності елементів в РЕА створює великі труднощі при складанні, монтажу та регулюванні.

Сучасна РЕА може мати тисячі різноманітних деталей і складальних одиниць, але, із-за досягнутого у промисловості певного рівня уніфікації і запозичення, багато деталей і складальних одиниць можуть входити до різних виробів. Тому конструктивно-технологічною особливістю РЕА є функціонально-вузловий принцип конструювання.

Структурний аналіз виробу здійснюється у процесі розробки конструкторської документації та при технологічній підготовці виробництва (ТПВ). Ця робота містить в собі проведення послідовного співставлення конструкції розроблюваного виробу з технологічними можливостями виробництва підприємства - виготовлювача.

У проведенні структурного аналізу в період розробки виробу беруть участь підприємство-розроблювач (КБ) і майбутній виготовлювач, а в ТПВ - підрозділи підприємства-виготовлювача (технологічний відділ, відділ механізації та автоматизації, відділ організації та планування виробництва і інші служби). При проведенні структурного аналізу вирішується комплекс задач по складу виробу: виявлення потреби в нових технологічних процесах і матеріалах; установлення номенклатури деталей та складальних одиниць оригінальних та тих, що можуть бути запозичені з інших виробів, вже освоєних у виробництві; уточнення доцільності кооперованих поставчань; визначення попередніх маршрутів виготовлення деталей та автономних складальних одиниць; виявлення можливості

застосування в процесі виробництва типових і групових технологічних процесів, стандартних засобів технологічного оснащення; розрахунок трудомісткості виготовлення виробу (загальної і по видам робіт) і визначення на його основі потрібної кількості технологічного устаткування і робочої сили (по професіям і розрядам). На проведення цих робіт і упорядкування документів працівниками КБ і технологічними службами затрачається значний час. Чим більше номенклатура розроблюваних виробів і чим складніше їх конструкція, тим більший об'єм робіт і тим важливіше стає задача максимального застосування засобів обчислювальної техніки. Для цілей проведення структурного аналізу створюються інформаційні бази даних підприємства-виготовлювача, основу яких складають дані про виробництво, дані про кооперовані постачання, дані про потужності виробництва, що звільняються у випадку припинення випуску застарілих виробів і т. ін.

Таким чином конструктивно-технологічна характеристика виробу, як об'єкту виробництва, не залежить від призначення та умов виробництва, а надає повну інформацію щодо оцінки технологічності та технологій виготовлення конструкцій виробу.

1.2 Особливості побудови просторово-тимчасової структури складання і монтажу радіоапаратури

Відповідно до послідовності технологічних операцій процес складання (монтажу) поділяється на складання (монтаж) окремих складальних одиниць (плат, блоків, панелей, рам, стійок) і загальне складання (монтаж) виробу. Організаційно він може бути стаціонарним або рухомих із концентрацією або диференціацією операцій. Стаціонарним називається складання, при котрому об'єкт, що збирається, - нерухомий, а до нього у визначені проміжки часу подаються необхідні складальні елементи. Рухоме складання характеризується тим, що складальна одиниця переміщується по конвеєрі уздовж робочих місць, за кожним із яких закріплена визначена частина роботи. Переміщення об'єкта складання може бути вільним у міру виконання закріплених операції або примусовим відповідно до ритму процесу.

Складання по принципу концентрації операцій полягає в тому, що на одному робочому місці робиться весь комплекс робіт із виготовлення виробу або його частини. При цьому підвищується точність складання, спрощується процес нормування. Однак велика тривалість циклу складання, трудомісткість механізації складних складально-монтажних операцій визначають застосування такої форми організації роботи в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва.

Диференційоване складання припускає розчленовування складально-монтажних робіт на ряд послідовних простих операцій. Це дозволяє механізувати та автоматизувати роботи, використовувати робітників низької кваліфікації. Складання за принципом диференціації операцій ефективно в умовах серійного і масового виробництва. Однак надмірне дроблення операцій приводить до зростання втрат допоміжного часу на транспортування, збільшенню виробничих площин, спаду продуктивності праці робітників при виконанні одноманітних операцій. Тому в кожному конкретному випадку повинна бути визначена техніко-економічна доцільність ступеня диференціації складальних і монтажних робіт.

На підвищення продуктивності праці істотний вплив має не тільки ступінь деталізації процесу і спеціалізації робочих місць, але і рівень механізації та автоматизації і такі організаційні принципи, як рівнобіжність, прямоточність, безперервність, пропорційність і ритмічність.

Рівнобіжність складання - це одночасне виконання частини або всього технологічного процесу (ТП), що приводить до скорочення виробничого циклу. Використання цього принципу обумовлено конструкцією РЕА, ступенем її розчленовування на складальні одиниці. При організації робочого процесу прагнуть забезпечити найкоротший шлях проходження виробу по усім етапам і операціям від запуску до виходу готового виробу. Будь-які відхилення від прямоточності ускладнюють процес складання, подовжують цикл виготовлення, збільшують вартість виробництва.

Безперервність ТП складання передбачає скорочення або повне усунення між- і внутрішньоопераційних перерв. Досягається безперервність раціональним вибором техпроцесів, з'єднанням або розподілом операцій складання чи монтажу, раціональним вмиканням у потік операцій контролю і регулювання виробничого процесу все це

забезпечує пропорційна продуктивність праці в одиницю часу на кожному робочому місці, лінії, ділянці, цеху. Безперервність ТП приводить до повного використання устаткування, виробничих площин і до ритмічного випуску виробів. Таким чином оптимальність ТП залежить від раціонального розподілу конструкції на складальні одиниці та уніфікованості і стандартизації її елементів.

1.3 Виріб та його елементи

Кожний виріб складається з окремих складових частин різної складності, що з'єднують у визначеному порядку різними видами з'єднань. Відповідно до Держстандарту ДСТУ 3321-96 вироби РЕА підрозділяються на деталі, складальні одиниці, функціональні вузли, ЕРЕ, блоки, комплекси, системи. При чому вони можуть бути оригінальними, уніфікованими, стандартними, запозиченими та купованими. На рис. 1.1 приведено загальну схему розподілу простого виробу на частини.

Складність виробу залежить від багатьох факторів (функціональне призначення, конструктивне оформлення і т. ін.). На рис. 1.2 приведено схему функціонального розподілу комплексного виробу на складові частини. Чим складніше виріб, тим більш треба допоміжних конструкторських складових та конструкторських матеріалів (провід, ізоляційні трубки, лакотканини, ізоляційні плівки, прокладки і т. ін.).

Крім основних конструктивних частин до виробу входять допоміжні складові - це технологічні матеріали, без яких не можливе складання виробу (припій, флюс, фарба, лак, клей, компаунд та т. ін.).

При розробці конструктивно-складальної схеми (КСС) необхідно обов'язково враховувати до якого рівня складових частин відноситься кожен елемент конструкції. КСС - це графічне зображення складових частин конструкції виробу, яке відображає взаємозв'язок його елементів та показує їх конструктивно-технологічну ієрархію. КСС не залежить від типу виробництва і потребує максимальної диференціації складових частин.

Оригінальні деталі та ЕРЕ і УФЕ, тобто елементна база [1] потребують додаткового аналізу, для виявлення ступеню складності ТПВ та вирішення питання щодо автоматизації і механізації технологічних процесів.

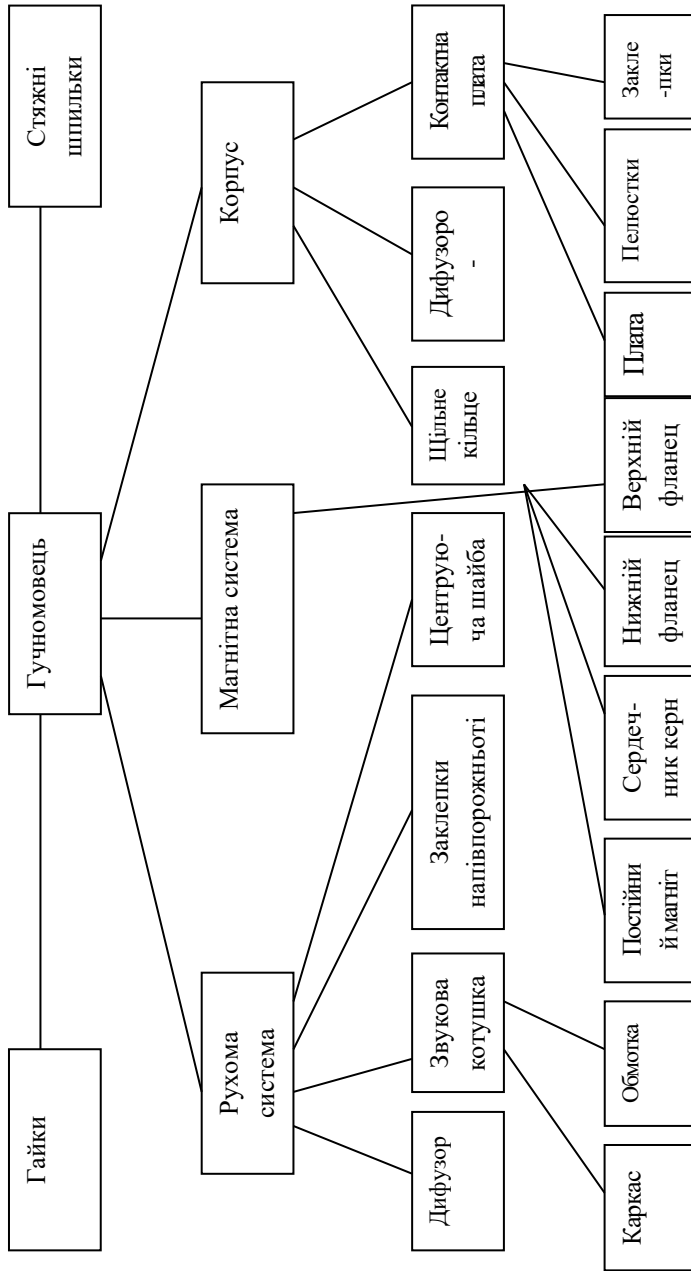


Рисунок 1.1 - Загальна схема простого виробу

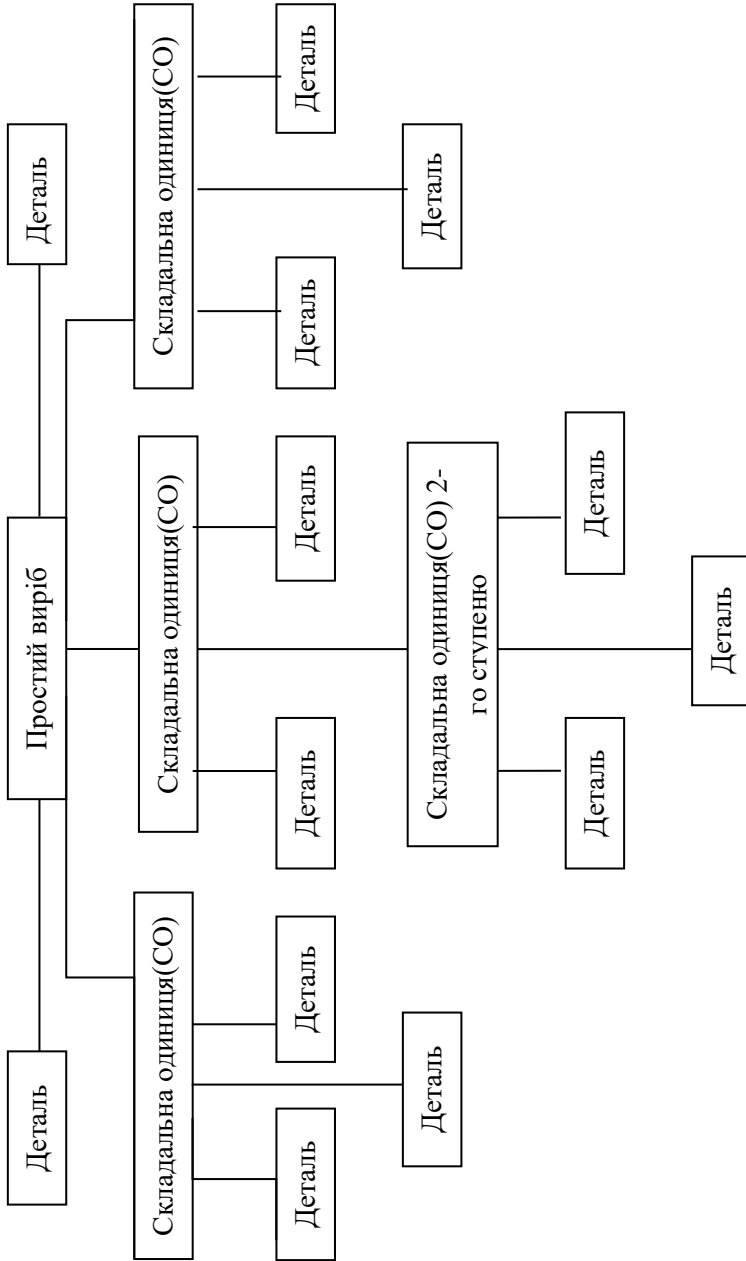


Рисунок 1.2 - Схема функціонального розподілу комплексного виробу

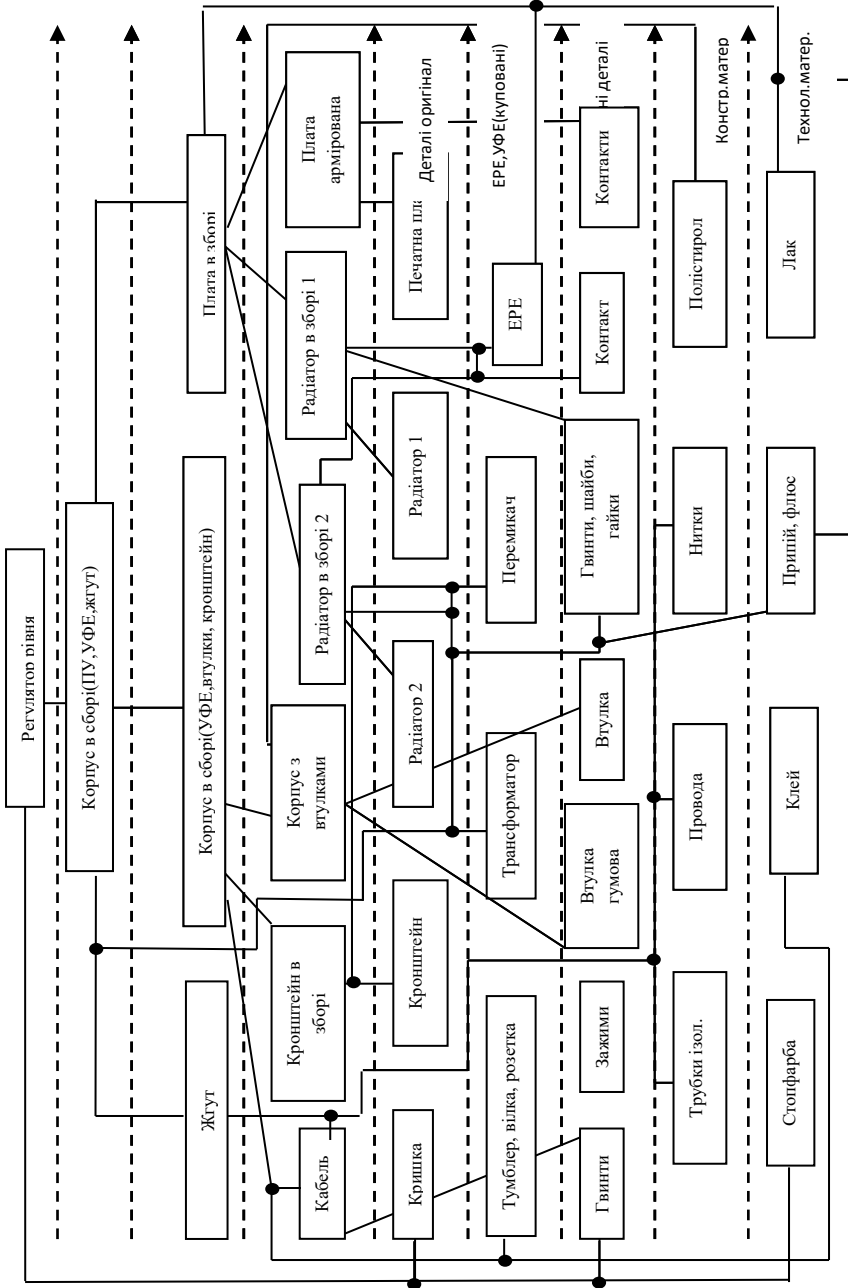


Рисунок 1.3 – Конструкторська схема складання виробу

1.5 Зміст звіту

1.5.1 Мета роботи.

1.5.2 Короткі письмові відповіді на контрольні запитання.

1.5.3 Складально-монтажне креслення об'єкта складання, або опис конструкції.

1.5.4 Технологічний аналіз складових виробу (деталей, ЕРЕ, СО, матеріалів та т. ін.).

1.5.5 Таблиці по формі 1.1 та 1.2

1.5.6 Конструкторська схема складання.

1.5.7 Висновки.

1.6 Контрольні запитання

1.6.1 Дати пояснення поняттю "функціонально-вузловий" принцип конструювання.

1.6.2 Який комплекс задач вирішується при проведенні структурного аналізу виробу?

1.6.3 Для якої цілі створюються і що містять у собі інформаційні бази даних підприємства-виготовлювача РЕЗ?

1.6.4 Яка послідовність технологічних операцій процесу складання виробу?

1.6.5 Що розуміється під "стаціонарним" складанням?

1.6.6 Що розуміється під "рухомим" складанням?

1.6.7 Особливості складання за принципом концентрації операцій.

1.6.8 Особливості диференційованого складання і межі диференціації операцій.

1.6.9 Що розуміється під рівнобіжністю складання ?

1.6.10 Призначення та принцип розробки КСС.

2. Лабораторна робота №2

АНАЛІЗ І ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ З'ЄДНАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ЕА

Мета роботи: навчитися класифікувати методи з'єднання, обґрунтувати їх вибір, одержати практичні навички щодо технології виконання складальних процесів.

2.1 Класифікація механічних з'єднань

При виготовленні ЕА поряд з електричними широко використовуються механічні з'єднання, що розділяються на групи: роз'ємні, обмежно - роз'ємні і нероз'ємні. Відсоток співвідношення різних видів з'єднань показано на рис. 2.1.

Роз'ємні з'єднання допускають повне розбирання виробу на деталі без руйнації їхньої цілісності. До них відносяться різьбове, байонетне, штифтове, шплінтове і т.ін.

З'єднання вважається нероз'ємним, якщо його розбирання супроводжується руйнацією матеріалів або деталей, за допомогою яких воно здійснено. Нероз'ємні з'єднання виконують паянням, зварюванням, склеюванням, розвальцьовкою, склепуванням і т.д.

Різьбові з'єднання в загальному обсязі займають найбільшу питому вагу, але характеризуються високою вартістю і трудомісткістю.

Склепування застосовують для конструкцій, що працюють при високих температурах і тисках, для міцних з'єднань неметалевих деталей із металом. Недоліками клепаних з'єднань є: відсутність герметичності шва, ослаблення матеріалу в місці з'єднання, концентрація і нерівномірний розподіл напруг.

Паяння і зварювання конструкційних деталей мають ті ж фізико-хімічні особливості, якості і недоліки, що і при виконанні монтажних з'єднань. Відмінності містяться у технології: інше устаткування, підготовка деталей, вибір матеріалів, режимів [2].

Склеювання застосовують для з'єднання матеріалів у самих різноманітних сполученнях. Це з'єднання має високу довговічність, корозійну стійкість, герметичність; володіє теплоізолюючими, звукопоглинаючими, демпфуючими властивостями.

Розвальцьовка супроводжується виникненням у з'єднаннях значних деформацій, що спотворюють взаємне положення деталей.

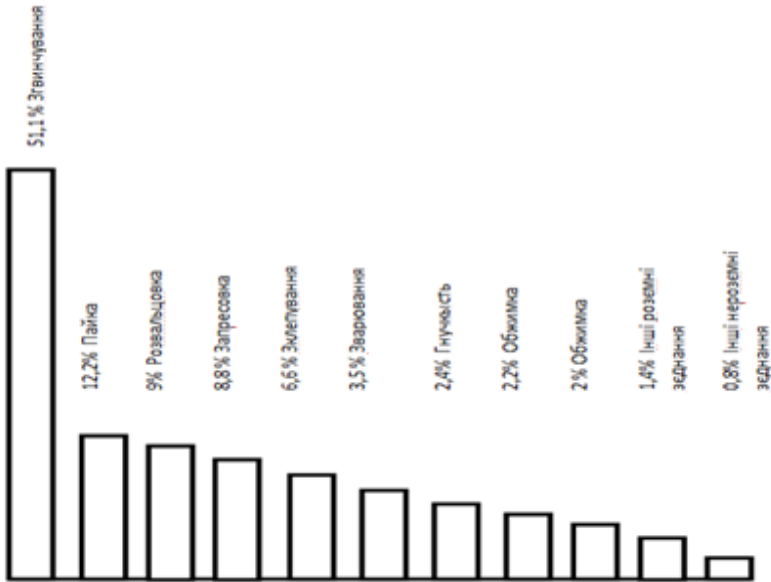


Рисунок 2.1 – Відсоток співвідношення видів з'єднань

Це викликає необхідність у підвищенні вимог до жорсткості використовуваних пристосувань.

2.2 Технологія роз'ємних з'єднань

Основним видом роз'ємних з'єднань є різьбове, для здійснення якого застосовуються ручний різьбозагортуючий інструмент, або напівавтоматичне та автоматичне устаткування. Так механізована викрутка дозволяє регулювати зусилля затяжки в межах 0,1-11 Н•м у залежності від діаметра різьби (M2 - M6). Час затяжки не перевищує 2 - 3 с, а продуктивність складає 350 - 450 з'єдн./г. Аналогічні конструкції розроблені із застосуванням пневмопривода, яким властива економічність, універсальність, безпека, можливість великих перевантажень, але їх робота супроводжується значним шумом, що обмежує їхнє застосування. Важливою умовою забезпечення якості різьбових з'єднань при роботі з використанням механізованого й

автоматизованого оснащення є встановлення необхідного зусилля зтяжки. Величина моменту, що прикладається до гвинта або гайки, залежить від того, який елемент лімітує міцність. При з'єднанні гвинтом або болтом момент зтяжки визначається міцністю на розтяг. При закручуванні різьби в упор момент зтяжки визначається міцністю тіла гвинта на крутіння або міцністю шлиця на зім'яття. Якщо різьбове з'єднання має мале число витків, які сполучаються, то момент згвинчування обмежується міцністю гвинта або гайки на зріз. При з'єднанні тендітних деталей момент зтяжки лімітується міцністю цих деталей.

Для підвищення надійності з'єднань і запобігання від самовідгвинчування застосовують такі методи: стопоріння за допомогою механічних засобів (кернення, стопорних і пружинних шайб, шплінтів, контргайок, самоконтруючихся гайок), стопоріння анаеробними герметиками, стопоріння фарбою. Стопоріння застосуванням механічних засобів (крім кернення) використовується в з'єднаннях, що виконують кріплення елементів конструкцій, які піддаються заміні в процесі експлуатації. Стопоріння фарбою застосовується для різьбових з'єднань невеликого діаметра (М1 - М6) і для кріплення вузлів конструкцій, розташованих усередині блоків, які у процесі складання регулюються. Стопоріння за допомогою анаеробних герметиків є універсальним засобом, що забезпечує надійність з'єднань при впливі підвищеної вологості, циклічних температур, вібраційних і ударних навантажень.

2.3 Технологія нероз'ємних з'єднань

2.3.1 Технологія склеювання

Склеювання - це технологічний процес з'єднання виробів за допомогою спеціальних речовин, що унаслідок взаємодії з поверхнею виробів і зміни свого фізичного стану здатні за певних умов міцно їх скріплювати. «З'єднання за допомогою клеїв є результатом прояву сил адгезії. Основною вимогою до клейового шва є механічна міцність з'єднання. Вимога забезпечується правильним вибором клею для даного сполучення матеріалів і суворого дотримання техпроцесу склеювання. До клейового з'єднання пред'являють вимоги: високі ізоляційні властивості, або якісній електричній контакт (це залежить від функціонального призначення з'єднання); еластичність, волого-,

термо-, грибо-, морозостійкість, теплопровідність і та інше. Техпроцес склеювання складається з операцій: підготовка поверхні деталей, готування клею, склеювання, сушка та контроль якості з'єднання.

2.3.2 Технологія паяння механічних з'єднань

Техпроцес конструкційного паяння аналогічний процесу монтажною пайки, змінюються тільки типи паяних з'єднань і підвищуються вимоги до жорсткості деталей перед здійсненням з'єднань. Поширення одержали такі типи паяних з'єднань: встик (міцність шва низька), вскіс (міцність шва більш висока), східчасте з'єднання (підвищена міцність складання і міцність з'єднання), нахлистом (міцність шва залежить від площі перекриття), встик із накладкою (міцність з'єднання висока), з'єднання в замок (висока міцність з'єднання), телескопічне з'єднання (висока точність складання і міцність з'єднання). Для кріплення деталей застосовують штифтове з'єднання, развальцовку, отбортовку, кернення і т.ін. Конструкційне паяння виконується низько-, середньо-, і високотемпературними припоями. Низько- і середньо-температурне паяння застосовується у виробництві прецизійних паяних з'єднань, тому що зменшення нагрівання істотно знижує деформацію деталей, а високотемпературна – при виготовленні великогабаритних конструкцій, що володіють високою механічною міцністю і термостійкістю.

Високотемпературне паяння механічних з'єднань виконують у полі токів високої частоти, у печі або у ванній із розплавленим розчином сілей металів. Індукційне паяння засноване на розігріві, деталі паяються під дією електромагнітного випромінювання. Цей вид паяння застосовується для з'єднання елементів НВЧ, при герметизації мікросхем у металевих корпусах. Процес протікає з високою швидкістю, легко автоматизується і входить в конвеєрні лінії складання.

Дозоване нанесення припою на зібрані утримувачі або касеті деталі здійснюються маніпулятором, який програмується за заданим режимом. Паяння в печі з контрольованою атмосферою забезпечують рівномірність нагрівання, точність підтримки температури і часу витримки, стабільність якості, легко піддається автоматизації. Паяння у ванних із розплавленим розчином солей металів застосовуються для складання великогабаритних виробів.

2.3.3 Технологія зварних з'єднань

Зварюваність - це властивість матеріалу в однорідній або різнорідній системі під впливом енергії, що активує, забезпечувати надійне зварне з'єднання. На якість зварних з'єднань впливає вибір матеріалів, розробка оптимального варіанта техпроцесу, особливості конструкції з'єднання і усього виробу. Основні методи зварних з'єднань - контактна, електродугова, холодне, дифузійне і газове зварювання. Незалежно від методу для зменшення деформації виробів деталі закріплюють у пристосуванні і прагнуть забезпечити мінімальний об'єм металу в зварювальному шві, використовувати переривчастий крапковий шов, витримуючи складальні зазори.

Контактне зварювання застосовується для зварювання металів, що мають високі електроопори, пластичність і малу окисляємість. Аргонодугове зварювання забезпечує високу якість при зварюванні деталей із нержавіючих сталей, алюмінієвих і титанових сплавів. Холодне зварювання здійснюється за рахунок пластичної деформації, що з'єднує деталі під дією великих механічних зусиль. Метод застосовується для з'єднання нахлестом тонких (до 1 мм) деталей. Дифузійне зварювання засноване на з'єднанні деталей за рахунок повзучості під дією прикладеного тиску в контрольованій атмосфері. Метод дозволяє зварювати різнорідні матеріали, які не підлягають звичайним методам зварювання (наприклад мідь та алюміній), забезпечує високу точність. Недоліком дифузійної сварки є утворення вмісті з'єднання інтерметаліта. Газове зварювання застосовується для зварних з'єднань із тонколистової сталі з метою попередження пропалів, для з'єднання деталей із легких сплавів з мінімальними деформаціями. У якості горючої суміші застосовується ацетилен або природний газ і кисень.

2.4 Вихідні дані

Вихідними даними є:

- зразок складальної одиниці;
- зразки різноманітних видів з'єднань.

2.5.1 Завдання на виконання роботи

2.5.1.1 Теоретична частина

2.5.1.1.1 Провести аналіз методів з'єднань у заданій складальній одиниці.

2.5.1.1.2 Дати стислу характеристику наявним методам з'єднань, відмітити їх переваги та недоліки.

2.5.1.1.3 Описати технологію виконання з'єднань у зразку.

2.5.1.1.4 Зробити висновки по можливості автоматизації і механізації процесів складання.

2.5.1.1.5 Скласти таблицю за зразком табл. 2.1.

2.5.2 Зміст звіту

2.5.2.1 Мета роботи.

2.5.2.2 Стислі теоретичні відомості, рис. 2.1.

2.5.2.3 Практична частина:

- Вихідні дані;
- Характеристика методів з'єднання за п. 2.2 - 2.3;
- Таблиця технологічного аналізу.

2.5.2.4 Висновки по роботі.

Таблиця 2.1 - Технологічний аналіз методів з'єднання

Конструктивні складові, що з'єднуються	Метод з'єднання	Характеристика з'єднання	Необхідність додаткових конструктивних елементів або матеріалів для	Можливість механізації або автоматизації технологічного процесу	Необхідність спеціальних інструментів або пристосувань	Вид витраченої енергії

2.6 Контрольні запитання

2.6.1 Класифікація механічних методів з'єднання.

2.6.2 Характеристика різьбових з'єднань.

2.6.3 Можливість механізації й автоматизації методів з'єднання.

2.6.4 Клейові з'єднання та особливості їх технології.

2.6.5 Найбільш ефективні механічні види з'єднань з погляду технологічності.

3. Лабораторна робота № 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СКЛАДАННЯ

Мета роботи: ознайомитись з основними типами схем складання і навчитися розробляти технологічну схему складання виробу для заданого типу виробництва.

3.1 Короткі теоретичні відомості

Складання являє собою сукупність технологічних операцій механічного та електричного з'єднання деталей, функціональних вузлів і ЕРЕ у виробі або його частині, які виконуються у визначеній послідовності для забезпечення заданого розташування і взаємодії. Вибір послідовності операцій складального процесу залежить від конструкції виробу й організації процесу складання.

Складальні з'єднання поділяються на рухомі, якщо сполучені деталі можуть переміщуватись у визначених напрямках один до одного, або нерухомі, якщо їхнє взаємне розташування зберігається незмінним. Нерухомі з'єднання розподіляються на роз'ємні, нероз'ємні та гранично роз'ємні.

Монтажем називається технологічний процес (ТП) електричного з'єднання ЕРЕ і УФЕ виробу відповідно до принципової електричної або електромонтажної схеми. Монтаж роблять за допомогою друкованих плат, одиночних провідників, стрічкових провідників, джгутів, кабелів та гнучких шлейфів: Відповідно до цього визначають друкований монтаж (різновид поверхневий) та об'ємний монтаж. Таким чином, основу монтажно-складальних робіт складають процеси формування електричних і механічних з'єднань.

Розробка технологічного маршруту складання і монтажу РЕА починається з розчленування виробу або його частини на складальні елементи, шляхом побудови конструктивної схеми складання і технологічної схеми складання. Елементами складально-монтажного виробництва є ЕРЕ, УФЕ, деталі і складальні одиниці різного ступеня складності. Побудова таких схем дозволяє установити послідовність складання, взаємний зв'язок між елементами і наочно представити проект ТП.

Для розробки технологічної схеми складання (ТСС) основою служить конструкторська схема складання. В ТСС формується структура операцій складання, установлюється їхня оптимальна послідовність, вносяться вказівки з особливостей виконання операцій. На практиці застосовують два типи складання: “віяловий” і “з базовою деталлю” (рис. 3.1 та рис. 3.2), але частіше розроблюють сумісну схему складання, яка може містити обидва принципи складального процесу.

Складальні елементи на схемах представляють у виді прямокутників, у яких указують їхню назву, іноді номер по класифікатору ЄСКД, позиційне позначення і кількість. На лініях зв'язку вказують технологічний метод складання, наприклад: пайка групова, пайка ручна, механічне з'єднання роз'ємне (за допомогою гвинтів, гайок і т. п.); іноді вказують характеристику з'єднання з точки зору автоматизації процесу.

Склад операцій складання визначається виходячи з оптимальної диференціації монтажно-складальних робіт. Концентрація операцій можлива в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва з застосуванням засобів механізації праці або в умовах крупносерійного і масового виробництва на основі автоматизованого устаткування що програмується. При непоточному виробництві доцільними технологічними межами диференціації є:

- однорідність виконуваних робіт;
- одержання в результаті виконання операції закінченої системи поверхонь деталей або закінченого складального елемента;
- незалежність складання, збереження і транспортування від інших складальних одиниць;
- можливість використання універсального або переналагоджуемого технологічного оснащення;
- зручність планування робочих місць і ділянок;
- забезпечення мінімальної питомої ваги допоміжного часу в операції;
- використання на даному підприємстві типових і групових операцій.

У потоковому виробництві необхідний рівень диференціації операцій в основному визначаються ритмом складання. Оптимальна послідовність технологічних операцій залежить від конструкції

виробу, організації процесу складання, економічної ефективності та умов виробництва.

У першу чергу виконуються нерухомі з'єднання, що вимагають значних механічних зусиль.

При розробці ТСС необхідно дотримуватися основного правила: кожне попереднє складання не повинне перешкоджати виконанню наступних, а кожне наступне не повинно руйнувати попередні дії. На заключних етапах збираються рухливі частини виробів, роз'ємні з'єднання, установлюються деталі, які змінюються у процесі настроювання.

3.2 Порядок виконання роботи

3.2.1 Вихідні дані

Вихідними даними є задана складальна одиниця, тип і умови виробництва та результати попередніх лабораторних робіт: КСС виробу, конструкторсько-технологічний аналіз методів з'єднання, які використовуються у виробі.

3.2.2 Завдання на виконання роботи

3.2.2.1 Дати короткі письмові відповіді на контрольні запитання.

3.2.2.2 Провести аналіз типу та умов виробництва.

3.2.2.3 Обґрунтувати вибраний тип схеми складання.

3.2.2.4 Розробити технологічну схему складання виробу.

3.2.3 Зміст звіту

3.2.3.1 Мета роботи.

3.2.3.2 Короткі письмові відповіді на контрольні запитання.

3.2.3.3 Тип і умови виробництва, річна програма випуску.

3.2.3.4 Технологічна схема складання виробу та її обґрунтування.

3.2.3.5 Висновки.

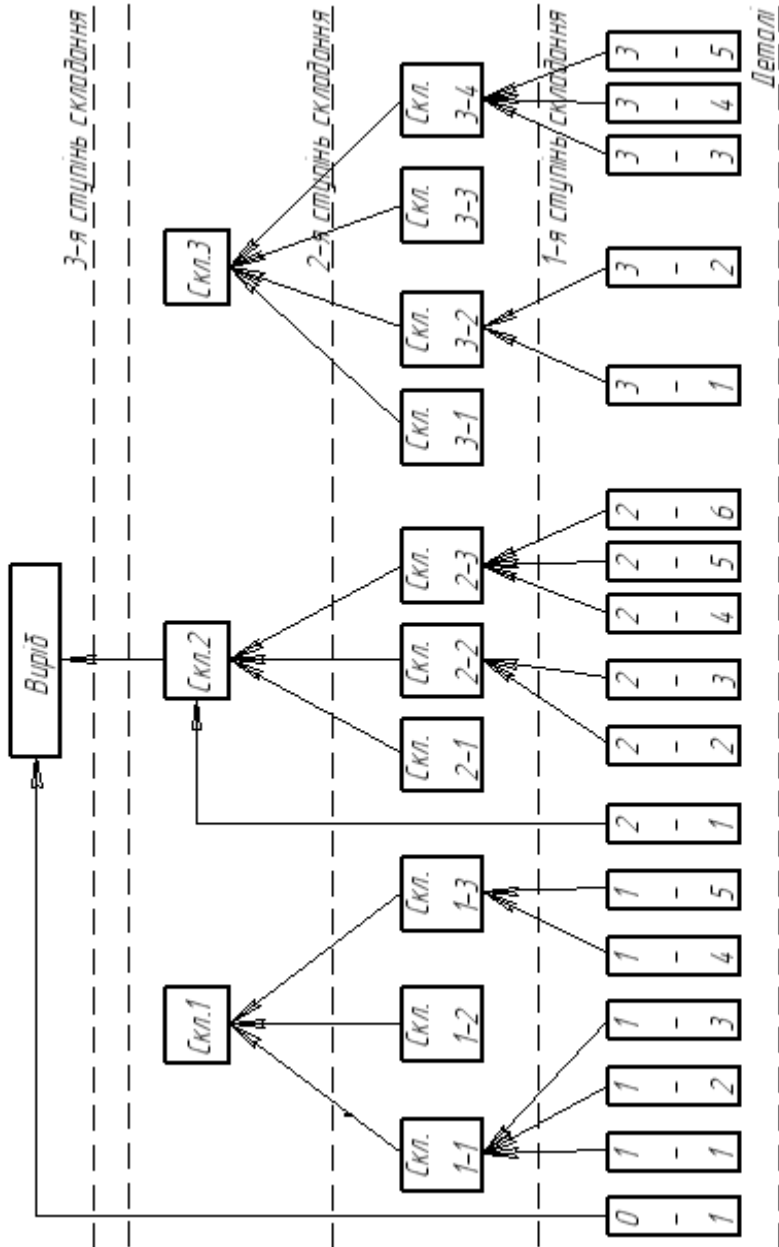


Рисунок 3.1 — Віялова схема складання

3.2.4 Контрольні питання

3.2.4.1 Що розуміється під складанням?

3.2.4.2 Що розуміється під монтажем?

3.2.4.3 Які основні типи складання застосовуються на практиці?

3.2.4.4 Виходячи з чого визначається послідовність операцій складання.

3.2.4.5 Коли можлива концентрація операцій ?

3.2.4.6 Доцільні технологічні межі диференціації операцій.

3.2.4.7 Як залежить ТСС від типу та умов виробництва?

Лабораторна робота № 4
**РОЗРОБКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВИРОБУ**

Мета роботи: придбати практичні навички у розробці маршрутного технологічного процесу складання і монтажу виробу.

4.1 Короткі теоретичні відомості

4.1.1 Порядок проектування ТП та технологічна документація

Проектування ТП складання і монтажу РЕА починається з ретельного вивчення на усіх виробничих рівнях вихідних даних до яких відносяться: опис функціонального призначення виробу, технічні умови і вимоги, комплект конструкторської документації, програма і планові терміни випуску, керуючий технічний, нормативний і довідковий матеріал.

У розробку ТП складання і монтажу входить наступний комплекс взаємозалежних робіт:

- вибір можливого типового або групового ТП і його доробка відповідно до вимог, наведених у вихідних даних;
- складання маршруту одиничного ТП загального складання виробу і встановлення технологічних вимог до блоків і складальних одиниць, які в нього входять;
- складання маршрутів одиничних ТП складання блоків (складальних одиниць) і встановлення технологічних вимог до складальних одиниць вузлів і деталей, які входять у блок;
- визначення необхідного технологічного устаткування, оснастки, засобів механізації та автоматизації, матеріалів;
- розбивка ТП на операції;
- розрахунок і призначення технологічних режимів, технічне нормування робіт і визначення кваліфікації робітників;
- моделювання та оптимізація технологічного процесу по продуктивності;
- розробка ТП і вибір засобів контролю, настроювання і регулювання;
- видача технічного завдання на проектування і виготовлення

- спеціальної технологічної оснастки;
- розрахунок і проектування поточної лінії, ділянки серійного складання або гнучкої виробничої системи, упорядкування, планування і розробка операцій переміщення виробів і відходів виробництва;
- вибір і призначення внутрішньоцехових підйомно-транспортних засобів, організація комплектуючих ділянок;
- оформлення технологічної документації відповідно до ЄСТД і її затвердження;
- випуск дослідної партії;
- коригування документації за результатами іспитів дослідної партії.

Комплект документів технологічного процесу – це сукупність технологічних документів, необхідних і достатніх для виконання технологічного процесу. Склад технологічних документів регламентується ГОСТ 3.1102–81.

Комплект включає:

- Титульний лист – документ, призначений для оформлення комплекту технологічної документації.
- Карта ескізів – графічний документ, що містить ескізи, схеми, таблиці, які призначені для пояснення виконання технологічного процесу (операції чи переходу виготовлення або ремонту виробу).
- Технологічна інструкція – документ, призначений для опису технологічного процесу в частині правил експлуатації засобів технологічного оснащення.
- Маршрутна карта (ГОСТ 3.1118–82) – документ, призначений для маршрутного чи маршрутно-операційного опису технологічного процесу або для повної наявності технологічних операцій при операційному описі виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення по всім операціям у технологічній послідовності з вказівкою даних про устаткування, технологічну оснастку, матеріальні нормативи і трудові витрати.
- Операційна карта – документ, призначений для опису технологічної операції з вказівкою послідовного виконання переходів, даних про засоби технологічного оснащення, режими і трудові витрати.

– Техніко-нормувальна карта – документ призначений для розробки розрахункових даних до технологічної операції по нормах часу, описи застосованих прийомів для рішення задач нормування працезатрат.

При розробці одиничних технологічних процесів користуються загальноприйнятою термінологією, що регламентується стандартами, зокрема, ГОСТ 3.1109–82:

Маршрутний опис технологічного процесу – скорочений опис усіх технологічних операцій у маршрутній карті в послідовності їх виконання без вказівки переходів і технологічних режимів. Устаткування, оснастка, матеріальні і трудові витрати вказуються.

Операційний опис технологічного процесу - повний опис усіх технологічних операцій у послідовності їх виконання з вказівкою переходів і технологічних режимів.

Маршрутно-операційний опис технологічного процесу – скорочений опис операцій у маршрутній карті в послідовності їх виконання з повним описом окремих операцій в інших технологічних документах.

4.1.2 Загальні правила оформлення текстових і графічних документів

Вид опису технологічного процесу встановлюється розробником у залежності від установленого типу виробництва, відповідно до вимог нормативно-технічних документів.

Операції варто нумерувати числами ряду арифметичної прогресії (5, 10, 15 і т.д.). Допускається до чисел добавляти зліва нулі 005, 010, 015 і т.д.

Переходи варто нумерувати числами натурального ряду (1, 2, 3 і т.д.).

Установи варто нумерувати прописними літерами алфавіту (а, б, в і т. д.).

Для вказівки позицій допускається застосовувати римські цифри.

Ескізи для графічних документів варто розробляти в масштабі або без масштабу, але з дотриманням пропорцій. Зображувати виріб необхідно в робочому положенні, яке відповідає дії операції. Зображення виробу на ескізі повинно містити необхідні і достатні

відомості для виконання конкретної операції, тобто технічні вимоги [4].

4.1.3 Порядок розробки одиничного технологічного процесу

Одиничний технологічний процес розробляється тільки на рівні підприємства і застосовується для виготовлення або ремонту конкретного предмета виробництва.

Одиничний технологічний процес розроблюють на основі наявних типового і групового технологічних процесів виготовлення виробу, що відноситься до визначеної класифікаційної групи.

При відсутності типового або групового технологічних процесів технологічний процес може розроблятися на основі одиничного технологічного процесу виготовлення аналогічного виробу.

Ступінь деталізації змісту документації одиничного технологічного процесу в залежності від виду виробу і програми випуску встановлюється галузевими стандартами і стандартами підприємства.

Одиничний технологічний процес повинен забезпечувати реалізацію значень базових показників технологічності конструкції виготовленого виробу.

Одиничний технологічний процес повинен відповідати вимогам техніки безпеки і промислової санітарії, викладеним у системі стандартів безпеки праці (ССБП), інструкціям і іншим нормативним документам по техніці безпеки і промислової санітарії.

4.1.4 Вихідна інформація для розробки одиничних технологічних процесів

Вихідну інформацію для розробки одиничних технологічних процесів підрозділяють на:

- базову;
- керівну;
- довідкову.

Базова інформація включає програму випуску і дані, що містяться в конструкторській документації на виріб.

Керівна інформація включає дані, що містяться у:

- технічному завданні на розробку технологічного процесу;
- стандартах усіх категорій на технологічні процеси і методи керування ними, устаткування і оснастки;
- документації на типові і групові технологічні процеси виготовлення аналогічних виробів;
- виробничих інструкціях;
- документації по техніці безпеки і промислової санітарії.
- Довідкова інформація включає дані, що містяться у:
 - описі прогресивних методів виробництва і складання;
 - каталогах, паспортах, довідниках, альбомах компонувань прогресивних засобів технологічного оснащення;
 - матеріалах на вибір технологічних нормативів (продуктивності устаткування, норм часу на виконання операцій і переходів, витрати основних і допоміжних технологічних матеріалів);
 - плануваннях виробничих ділянок;
 - методичних матеріалах з розрахунку точності і керуванню технологічними процесами.

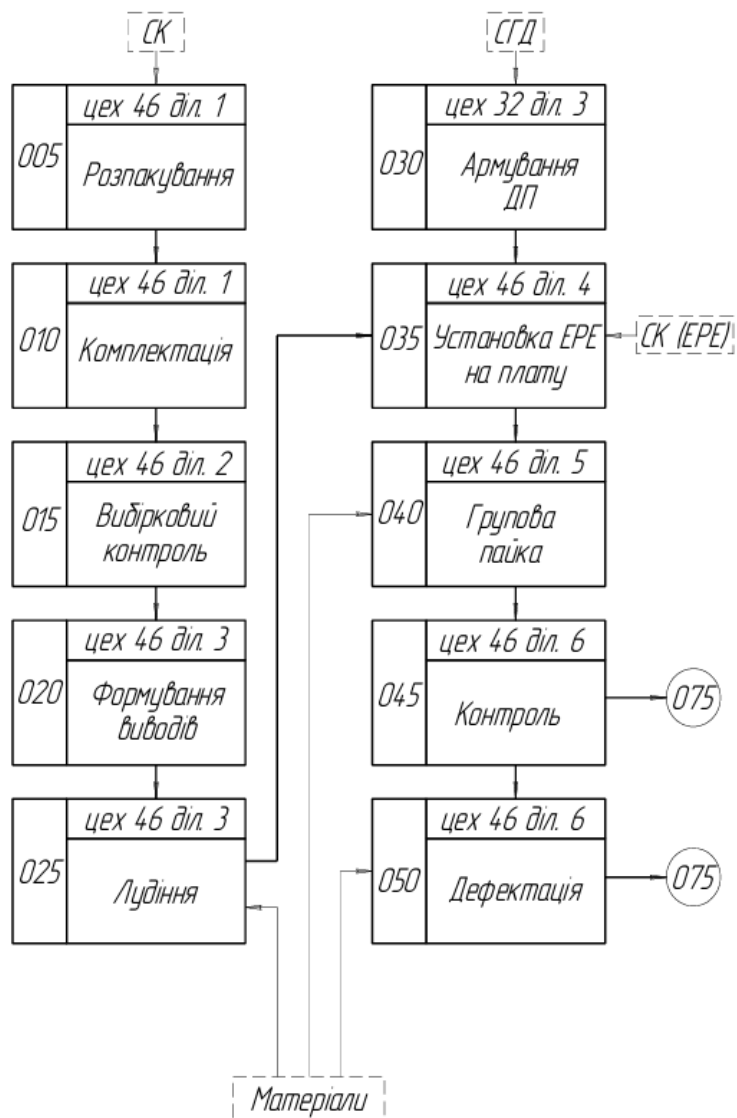
Таким чином, розробка маршрутного технологічного процесу складання виробу припускає встановлення необхідної і достатньої кількості операцій, що забезпечують складання, монтаж, контроль і регулювання виробу відповідно до технічних вимог конструкторської документації і до оформлення відповідної технологічної документації по визначеним діючими стандартами правилам. Приклад блок-схеми маршрутного ТП з організацією основного й допоміжного процесів складання і монтажу наведено на рис. 4.1.

4.2 Порядок виконання роботи

4.2.1 Вихідні дані

Вихідними даними є:

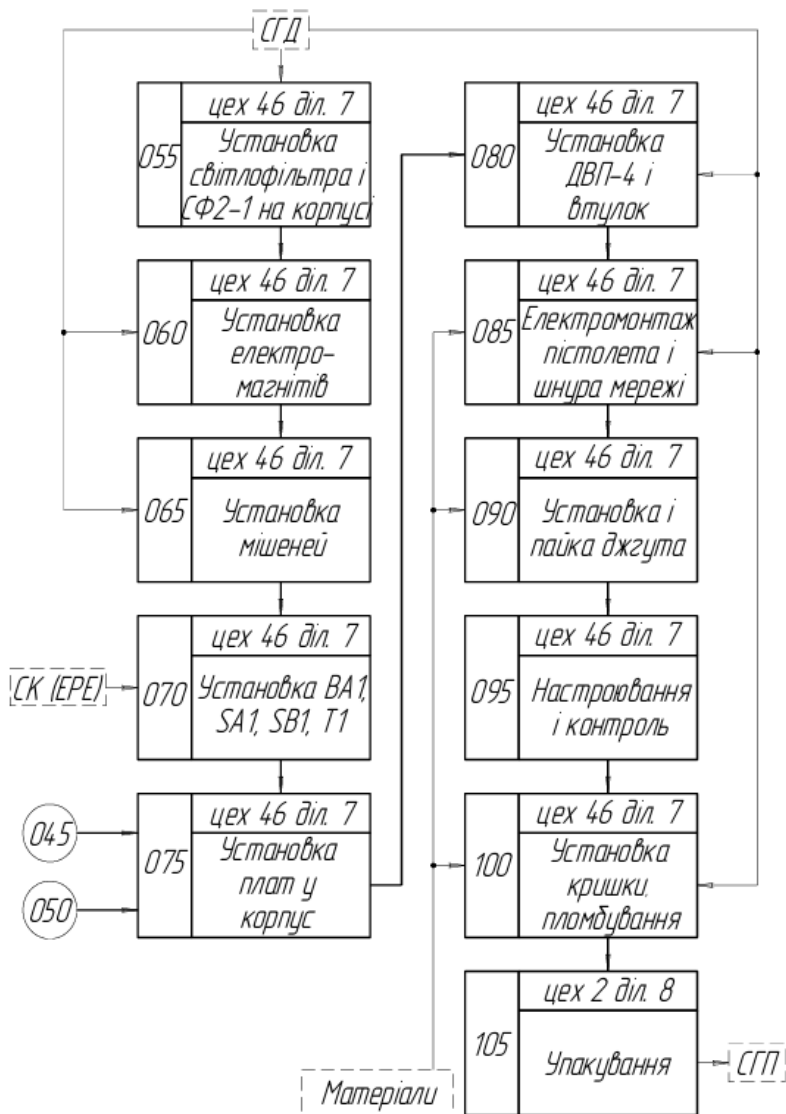
- розроблена технологічна схема складання виробу;
- тип та умови виробництва, задана річна програма випуску виробу, розмір партії;



СК – склад комплектуючих;

СГД – склад готових деталей і вузлів

Рисунок 4.1 – Блок-схема маршрутного ТП



СГП – склад готової продукції

Рисунок 4.1 – аркуш 2

– нормативно-технічна документація (НТД) на типові технологічні процеси складання і монтажу виробів.

4.2.2 Завдання на виконання роботи

4.2.2.1 Дати короткі письмові відповіді на контрольні запитання.

4.2.2.2 Ознайомитися з нормативною документацією на типові технологічні процеси складання і монтажу виробів.

4.2.2.3 Установити необхідний перелік операцій (основних, допоміжних, контрольних).

4.2.2.4 Обґрунтувати і погодити з викладачем послідовність виконання операцій та організацію процесу складання і монтажу.

4.2.2.5 Скласти маршрутний технологічний процес складання виробу.

4.2.3 Зміст звіту

4.2.3.1 Мета роботи.

4.2.3.2 Короткі письмові відповіді на контрольні запитання.

4.2.3.3 Перелік типових технологій, які можуть бути застосовані у ТП.

4.2.3.4 Перелік основних операцій складання, контрольньо-регульовальних, допоміжних і операцій по захисту від довкілля.

4.2.3.5 Обґрунтування послідовності та організації технологічного процесу.

4.2.3.6 Блок-схема маршрутного ТП.

4.2.3.7 Висновки.

4.2.4 Контрольні запитання

4.2.4.1 Що розуміється під комплектом технологічних документів і чим регламентується склад технологічної документації?

4.2.4.2 Що містить у собі комплект технологічних документів?

4.2.4.3 Що розуміється під маршрутним, операційним і маршрутньо-операційним описом технологічного процесу?

4.2.4.4 Загальні правила оформлення текстових і графічних документів.

4.2.4.5 Порядок розробки одиничного технологічного процесу.

4.2.4.6 Вихідна інформація для розробки одиничних технологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грачов А.О., Лега Ю.Г., Мельник А.А., Панов Л.І. Конструювання електронно-обчислювальної апаратури на основі поверхневого монтажу: Навч. посібник. – К.: Кондор, 2005. – 384 с..

2. Технология межсоединений электронной аппаратуры: Учебник / Семенец В.В., Джон Кратц, Невлюдов И.Ш., Палагин В.А. – Харьков: "Компания СМИТ", 2005. – 432 с.

3. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах / А.В. Егунов, Б.Л.Жоржоллиани, В.Г.Журавский, В.В.Жуков; Под ред. В.Г.Журавского. - М.: Радио и связь, 1988 - 280 с.: ил.

4. ДСТУ 2391:2010 Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять. На заміну ДСТУ 2391-94; чинний від 2011-07-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 35 с.