

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

"Монтаж, обслуговування та ремонт систем управління"

(Для магістрів усіх форм навчання спеціальності 151)

Краматорськ 2018

Конспект лекцій для самостійної підготовки з дисципліни "Монтаж, обслуговування та ремонт систем управління" (для магістрів спеціальності 151) / Упоряд .: В.Г.Макшанцев. - Краматорськ: ДДМА, 2018. -125с.

Викладено основні положення по монтажу, обслуговування і ремонту систем управління.

Укладач

В.Г.Макшанцев, доц

Відповідальний за випуск

В.Г.Макшанцев, доц.

Тема 1 ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1 Склад технічної документації

Для виконання робіт по комплектації, монтажу, налагодження та експлуатації систем автоматизації необхідні креслення, схеми, інструкції та інші документи. Для простих систем такої технічною документацією зазвичай є інструкція по монтажу та експлуатації, що поставляється фірмою-виробником. Вона включає всі необхідні дані по монтажу, налагодження, усунення несправностей.

Для складних систем автоматики основним документом, за яким здійснюється комплектація, монтаж, налагодження і експлуатація систем, є проект автоматизації.

Проектна документація на будівництво, реконструкцію і технічне переозброєння підприємств, будівель і споруд повинна бути виконана у відповідності з нормативним документом ДБН А.2.2-3-97. Залежно від технічної складності об'єктів розробка проектів проводиться в кілька стадій: ескізний проект (ЕП), техніко-економічне обґрунтування інвестицій (ТЕО інвестицій), робочий проект (РП) і робоча документація (РД). Для технічно нескладних об'єктів розробка проекту може бути виконана в одну стадію робочий проект. Як правило, робоча документація на системи автоматики (проект автоматизації) виконується окремим документом зі своїм шифром.

Основними документами, що входять в комплект робочих креслень, які необхідні монтажникам і наладчикам, є:

- структурні схеми управління і контролю (Е1);
- функціональні схеми контролю та автоматизації (Е2);
- принципові схеми контролю, автоматичного регулювання і харчування (Е3);
- схеми з'єднання (монтажні) щитів і пультів (Е4);
- схеми підключення зовнішніх проводок (Е5);
- Пояснювальна записка;
- замовні специфікації.

Іноді монтажникам потрібні плани розташування засобів автоматизації, загальні види пультів і щитів, а наладчикам доводиться звертатися до документів технологічної частини проекту: кресленнями обладнання, регламенту технологічного процесу і т. П.

структурні схеми пояснюють принципи побудови систем управління і відображають зв'язки між елементами управління, направлення інформаційних потоків і т. п. Структурні схеми прості в прочитанні і додаткових пояснень не вимагають.

функціональні схеми автоматизації містять основні технічні рішення. Вони дають уявлення про систему автоматизації, зв'язках між технологічним процесом і різними за функціональним призначенням системами автоматизації.

принципові схеми містять всі елементи автоматики і повний опис зв'язків між ними.

схеми з'єднання показують як з'єднуються окремі пристрої автоматики, встановлені в щитах і пультах, а схема під'єднання зовнішніх проводок як виконуються електричні проводки, що зв'язують в систему всі засоби автоматики різного функціонального призначення.

Пояснювальна записка включає в себе технічний опис автоматизованого процесу і його режимів, особливостей функціонування нових або нестандартних засобів автоматизації і т. п.

замовні специфікації приладів і засобів автоматизації - це перелік перетворювачів, приладів, апаратів, регуляторів і інших функціональних блоків і пристроїв, що надходять у комплекті з обладнанням, із зазначенням технічних характеристик, кількості і приналежність до складальної одиниці.

Основна інформація про систему автоматизації міститься в функціональних, принципових і монтажних схемах.

1.2Схеми принципові електричні

Принципові електричні схеми визначають повний склад приладів, апаратів і пристроїв, а також зв'язків між ними, які забезпечують вирішення завдань управління, регулювання, захисту, вимірювання та сигналізації. Принципові схеми служать для вивчення принципу дії системи і необхідні як при виконанні налагоджувальних робіт, так і в експлуатації. Крім того, на підставі принципових схем розробляються інші документи проекту: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань і т. П.

На принципових електричних схемах все апарати (реле, пускачі, перемикачі) зображують у вимкненому стані. При необхідності зображення якого-небудь апарату у включеному стані це обмовляється на полі креслення.

Електричні схеми виконують відповідно до стандартів ГОСТ 2.701-84 і ГОСТ 2.702-85 на окремі установки і ділянки автоматизованої системи.

Умовні графічні позначення елементів електричних схем регламентуються рядом стандартів і зазвичай збігаються з умовними позначками, які

використовуються в світовій практиці. Однак іноді, особливо в електричних схемах на імпортоване обладнання, зустрічаються графічні зображення, відмінні від стандартних.

Пристрої (за винятком виконавчих механізмів) показують спрощено у вигляді прямокутників. При цьому в гуртках, що розташовуються по контуру прямокутника, показують позначення вхідних та вихідних ліній зв'язку та харчування. Допускається не приводити на принципових схемах позначення висновків електроапаратів, якщо вони наведені в технічній документації на щити і пульти. Буквено-цифрові позначення елементів і пристроїв на електричних схемах регламентовані ГОСТ 2.710-81. Позначення ділянок ланцюгів служить для їх упізнання і відображає їх функціональне призначення. Всі ділянки ланцюгів, розділені контактами апаратів, обмотками, приладами, резисторами і іншими елементами мають різне позначення. Ділянки ланцюгів, що проходять через роз'ємні, розбірні і нерозбірні контактні з'єднання повинні мати однакове позначення.

Для позначення ланцюгів застосовують арабські цифри і великі літери латинського (рідше кирилиця) алфавіту. Приклади позначень ділянок ланцюгів: 1, 25, 104; фази L1, L2, L3 або А, В, С; N - нульовий робочий провід; PE - нульовий захисний провід.

Елементи і пристрої на схемі можуть бути зображені поєднаним або рознесеним способом. При суміщеному способі складові частини елементів зображують в безпосередній близькості один від одного (наприклад, обмотка і контакти реле). При рознесеному способі окремі елементи апаратів зображують в різних місцях, що дозволяє більш наочно уявити принцип дії всієї системи.

Всі технічні засоби, відображені на принциповій схемі, повинні бути однозначно визначені й записані в перелік елементів і пристроїв за формою згідно з ГОСТ 2.702-75. Перелік може бути виконаний або на поле креслення, або окремим документом. Часто елементи записують групами, відповідно до місць їх установки.

Читання схеми зазвичай починають з основного напису, що розташовується в нижньому правому куті листа. Тут вказується найменування об'єкта, назву виробу, дата випуску креслення та ін. Потім слід ознайомитися з таблицею переліку елементів, відображених на схемі, різними поясненнями та примітками. Все це дозволяє встановити вид і тип даної схеми, її побудова і зв'язок з іншими документами.

Для більш наочного подання та отримання початкових навичок з читання принципових схем розглянемо принципову схему (рис. 1.1) управління електродвигунами вентиляторів, що працюють в системі припливно-витяжної вентиляції, і перелік елементів до неї (табл. 1.1).

1.3 Схеми з'єднань і підключень зовнішніх проводок

1.3.1. Монтажні креслення і схеми з'єднань щитів і пультів

Монтажні креслення і схеми з'єднань показують взаємне розташування приладів і пристроїв на щитах і пультах і їх взаємозв'язок. Конструкція щитів і пультів, а також місця установок і розташування на них пристроїв зображуються на кресленнях загальних видів. Креслення загальних видів повинні виконуватися в суворій відповідності зі стандартом ЕСКД, особливо для організації серійного виробництва. У разі одиничного і дрібносерійного виробництва відповідно до ДСТУ Б.А. 2.4-95 для нетипових пультів і щитів розробляються ескізні креслення. Залежно від функціонального призначення щита та його конструктивних особливостей ескізне креслення одиничного щита містить:

- специфікацію, в яку крім технічних засобів автоматизації входять вироби для установки і монтажу, кабелі та проводи;
- вид спереду;
- вид на внутрішні площини;
- таблицю надписів.

На відміну від креслень загальних видів схеми з'єднань щитів і пультів виконують без дотримання масштабів. На схемі з'єднань зображують всі елементи і пристрої, що входять до складу щита або пульта. При цьому їх розташування має приблизно відповідати дійсному розміщенню у виробі. Пристрої зображують у вигляді прямокутників або умовних графічних позначень з відображенням усіх висновків (контактів) для підключення провідників. На схемі вказується: для проводів - марка, переріз і, за необхідності, забарвлення; для кабелів - марка, кількість і перетин жил. Схеми з'єднань виконують різними способами, але у всіх випадках повинні бути позначені всі контактні елементи, через які здійснюються електричні з'єднання, і що відходять від них провідники. На простих схемах повністю показують все провідники,

У разі складних пристроїв для спрощення виконання і читання схем з'єднань поряд з позначенням кожного апарату або приладу в межах схеми проставляють його порядковий номер (в чисельнику), починаючи з першого, і позиційне позначення (в знаменнику), відповідне принциповій схемі. Кінці провідників маркують, тобто наносять адресне позначення другого кінця проводу: перше число порядковий номер апарата; друге - номер його виведення, до якого підключений його кінець. Крім того, для кращого розуміння схеми і її зв'язку з принциповою схемою поруч з провідником ставлять позначення ланцюга.

Для прикладу на рис. 1.2 наведено ескізне креслення щита місцевого управління (ЩМУ1) двигунами припливного і витяжного відповідно до

принципової схемою, показаної на рис. 1.1. Як приклад розглянемо схему з'єднань шафи (рис. 1.3).

Якщо за технічними умовами на апаратуру прокладка проводів в джгутах недопустима (наприклад, компенсаційні дроти), або необхідно застосування екранованого проводу, то такі проводки на схемі зображують пунктиром. При цьому кінці екранів повинні бути з'єднані з нульовим захисним провідником РЕ.

У разі виконання схем складних, насичених пристроями щитів і пультів застосовується табличний спосіб. В цьому випадку прилади, пристрої, збірки затискачів на кресленнях не показують. У таблиці вказують номер кабелю, номер проводки по принциповій схемі, затиск збірки і пристрій, що з'єднуються проводкою, і номер, на яку входить провід. Таблиці з'єднань виконують окремим документом і позначаються те4 (таблиця електричних з'єднань).

1.3.2. Схеми підключення зовнішніх проводок

Правильне взаємодія всіх елементів автоматики і нормальна робота всієї системи можлива тільки при з'єднанні їх у відповідності зі схемами підключення зовнішніх проводок. Як і для монтажних схем, з'єднання зовнішніх проводок може бути виконаний у вигляді схем або таблиць (те5 - таблиця електричних з'єднань зовнішніх проводок). Схеми підключення виконують, як правило, окремо для кожного автоматизованого блоку, монтаж якого здійснюють незалежно від інших. При цьому в найменуванні схеми додатково вказують найменування блоку. Наприклад: «Електроприводи вентиляторів. Схема зовнішніх проводок».

Технічні засоби, для яких на схемах наводять підключення електропроводок, зображують спрощено зовнішніми обрисами або у вигляді прямокутників. Вхідні і вихідні елементи (контакти) пристроїв показують у вигляді кружків (для круглих штепсельних роз'ємів) або прямокутників (наприклад, для зборок колодок затискачів, рейки з набором затискачів).

Усередині прямокутника або на полиці лінії виноски вказується найменування технічного засобу, позначення, а також номер аркуша креслення установки.

Позначення жил кабелів і проводів на схемах і таблицях підключень приймають відповідно до принципівими електричними схемами.

Зовнішні електричні проводки виконують окремими суцільними товстими лініями. При цьому проводки, прокладені в коробах, зображують двома паралельними тонкими лініями на відстані 3-4 мм один від одного. Для кожної проводки над зображує її лінією вказують технічну характеристику (тип, марка кабелю, проводу, труби і т. Д.) І довжину проводки. Кабелям і джгутів проводів дають порядкові номери. Порядкові номери кабелів з коробам привласнюють з додаванням літери «К». Номери проводок вказують у колах, які розміщені в розриві

ліній. Схема підключення зовнішніх проводок управління електроприводами припливного і витяжного показана на рис. 1.4.

Для складних систем автоматизації (наприклад, при великій кількості пристроїв і багатожильних кабелів) схеми слід виконувати за спрощеною схемою з позначенням тільки структури проводок і зазначенням їх номерів. Для такої схеми виконують таблиці з'єднань (або кабельний журнал), що поміщається на полі креслення, або у вигляді окремого документа. Приклад такої таблиці, відповідної схемою зовнішніх проводок, показаної на рис. 1.4, представлений в таблиці 1.2.

При незначному обсязі електропроводок, що підключаються до технічних засобів автоматизації, ці підключення допускається проводити на схемі з'єднань, не виконуючи схеми підключень.

Якщо на принципову схему нанести висновки апаратів і показати збірки затискачів або роз'єми, то такою схемою зручно користуватися при перевірці електричних ланцюгів, а в разі зазначення технічних характеристик монтажних проводів вона може служити схемою з'єднань. Таку схему часто називають принципово-монтажною і відповідно до ГОСТ 2.701 позначають ЕО (електрична об'єднана).

Приклад виконання принципово-монтажною схеми для вже розглянутого управління двигунами вентиляторів показаний на рис. 1.5.

Для автономних (покупних) систем або окремих пристроїв автоматики схеми їх підключень зазвичай наводяться в інструкціях з монтажу й експлуатації.

Як вже зазначалося, при монтажі зовнішніх з'єднань використовують також креслення розташування обладнання і проводок. Ці креслення містять плани і розрізи приміщень і зовнішніх установок з розміщенням приладів і засобів автоматизації щитів, пультів і ін., А також потоків електричних або трубних проводок. Для нанесення на плани електрообладнання, електропроводок і їх елементів використовують умовні графічні позначення, відмінні від позначень для принципових схем. Кількість проводів в лінії вказується зарубками. Прилади й засоби автоматизації повинні розташовуватися в місцях, зручних для обслуговування, а зовнішні проводки повинні прокладатися в місцях, де відсутня можливість їх механічного пошкодження.

Наприклад, на рис. 1.6 показаний план розташування і проводок підключення електроприводів вентиляторів у відповідності зі схемою, зображеною на рис. 1.4. Харчування щита місцевого управління (5) здійснюється провідною лінією (1), прокладеною в трубі від вступного щитка (8). Провідні лінії (2) і (3), прокладені в закритих коробах, з'єднують ЩМУ1 з двигунами вентиляторів (6) і (7). Провідна лінія (4) забезпечує через ЩМУ1 автоматичне дистанційне керування двигунами вентиляторів від щита автоматики (9), розташованого в операторському приміщенні.

1.4 Експлуатаційна документація

До експлуатаційних документів (ЕД) відносять текстові та графічні робочі конструкторські документи, які окремо або в сукупності дають можливість ознайомлення з виробом і визначають правила його експлуатації.

Види, комплектність і правила виконання експлуатаційних документів встановлює ГОСТ 2.601-95. Експлуатаційні документи, що поставляються з виробом, повинні ПОВНІСТЮ йому відповідати, а відомості, що поміщаються в ЕД, повинні бути достатніми для забезпечення правильної та безпечної експлуатації виробів протягом терміну служби. При необхідності в ЕД призводять вказівки про необхідний рівень підготовки обслуговуючого персоналу.

ЕД розробляють на основі:

- робочої конструкторської документації по ГОСТ 2.102;
- досвіду експлуатації аналогічних виробів;
- аналізу експлуатаційної технологічності виробів і їх складових частин;
- матеріалів з дослідження надійності виробів даного типу і аналогічних виробів інших типів;
- результатів науково-дослідних робіт, спрямованих на підвищення якості експлуатації виробів (при наявності).

В ЕД, що поставляється з виробом, повинна в обов'язковому порядку в будь-якому випадку міститися наступна інформація:

- найменування та номер стандарту, обов'язковою вимогою якого має відповідати виріб;
- основні відомості, технічні дані та споживчі властивості;
- правила та умови ефективного і безпечного використання, зберігання, транспортування та утилізації;
- ресурс, термін служби і відомості про необхідні дії споживача після його закінчення, а також про можливі наслідки в разі невиконання цих дій;
- гарантії виробника (постачальника);
- відомості про сертифікацію (при наявності);
- відомості про приймання.

Основні види експлуатаційних документів, їх коди та визначення наведені в таблиці 1.3 (ГОСТ 2.601-95).

В ЕД на виріб включають в необхідних обсягах відомості про виріб в цілому і складових частинах, встановлених на виробі до моменту поставки його замовнику (споживачу).

Опис і правила експлуатації складових частин, в тому числі покупних виробів, повинні бути, як правило, включені до відповідних експлуатаційні документи на виріб в якості їх самостійних розділів, підрозділів і пунктів.

Залежно від особливостей виробу, обсягу відомостей по ньому і умов експлуатації допускається:

- розділяти документ на частини відповідно до ГОСТ 2.105;
- розробляти об'єднані ЕД (допускається випускати на виріб один експлуатаційний документ).

Основними документами є РЕ і ІМ. РЕ, як правило, складається з наступних частин:

- опис і робота;
- використання за призначенням;
- технічне обслуговування;
- поточний ремонт;
- зберігання;
- транспортування;
- утилізація.

ІМ містить наступні розділи:

- загальні вказівки;
- заходи безпеки;
- підготовка виробу до монтажу і стикування;
- монтаж і демонтаж;
- налагодження Стиковка та випробування;
- пуск (опробирование);
- регулювання;
- комплексну перевірку;
- обкатка;
- задача виробу.

На конструктивно найпростіші вироби, обсяг відомостей але яким незначний, експлуатаційні документи допускається не складати, а необхідні відомості розміщувати (маркувати) на самому виробі або на табличці з технічними даними, що прикріплюється до нього.

Для зручності спеціальні вимоги, що ставляться до використання за призначенням, технічного обслуговування, поточного ремонту, зберігання, транспортування та утилізації допускається викладати в спеціальних інструкціях, оформлених у вигляді самостійних частин ЕД або у вигляді додатків до них. В якості самостійних додатків до документів, зазначених в таблиці, як правило, відносять:

- пам'ятки щодо поводження з виробом;
- інструкції для окремих фахівців обслуговуючого персоналу;
- інструкції із заходів безпеки;

- інструкції з перевірки спеціальних контрольно-вимірювальних приладів і обладнання;
- інструкції з проведення спеціальних робіт, перевірок і випробувань виробів на проміжних пунктах (базах, складах);
- спеціальні формуляри (наприклад, формуляр шумності, по аварійно-рятувального забезпечення) та інші документи.

ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

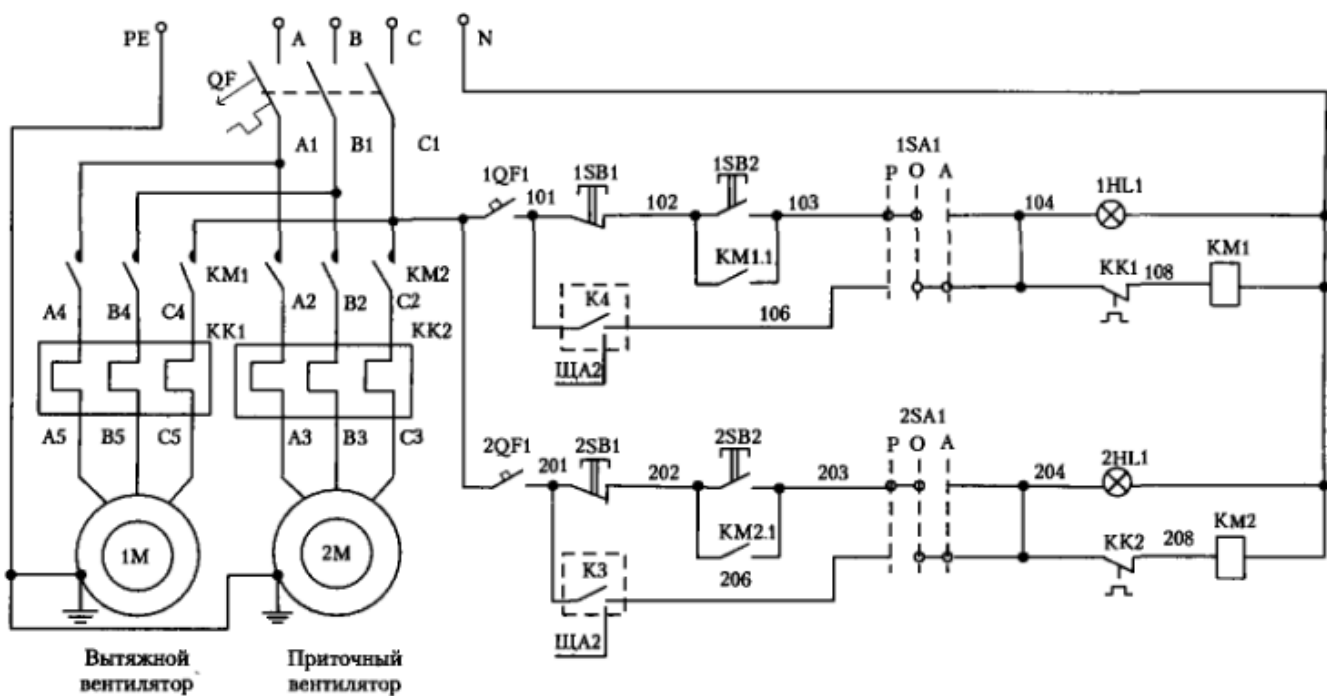


Рисунок 1.1 Приклад виконання принципової електричної схеми керування електродвигунами вентиляторів

Таблиця 1.1. Перелік елементів і пристроїв (до схеми електричної принципової, рис. 1.1)

позиційне позначення	Найменування	К-ть	Примітка
на механізмі			
1М.2М	Двигун асинхронний 3ф., Тип МДХМА90-32, 1,5 кВт, 1410 хв-1, 380 В, 3,5 А	1	
На щиті місцевого управління (ЩМУ)			
QF	Вимикач автоматичний ТемDin 3С, ІН = 10 А; UМ = 380 В	1	
KM1, KM2	Контактор типу 11МС6.10, ІН = 6 А, UK = 220 В, 1 заст. доп. контакт	2	
KK1, KK2	Реле теплове, тип 11RF9.5, Іср = 3-5 А	2	

1QF1, 2QF1	Вимикач автоматичний, тип ТемDin, 1С, ІН = 1А, UН = 220 В	2	
1SB1.2SB1	Кнопка управління, тип 8LM2ТВ104,1 розмірний контакт, штовхач червоного кольору	2	На двері ЩМУ1
1SB2.2SB2	Кнопка управління, тин 8LM2ТВ102,1 зам. контур, штовхач чорного кольору	2	На двері ЩМУ1
1SA1.2SA1	Перемикач, 3-поз., Стабільний, тип 8LM2ТС130	2	На двері ЩМУ1
1HL1.2HL1	Арматура світлосигнальна зелена, тип 8LP2ТІЛ223, з лампою розжарювання 220 В змінного струму	2	На двері ЩМУ1

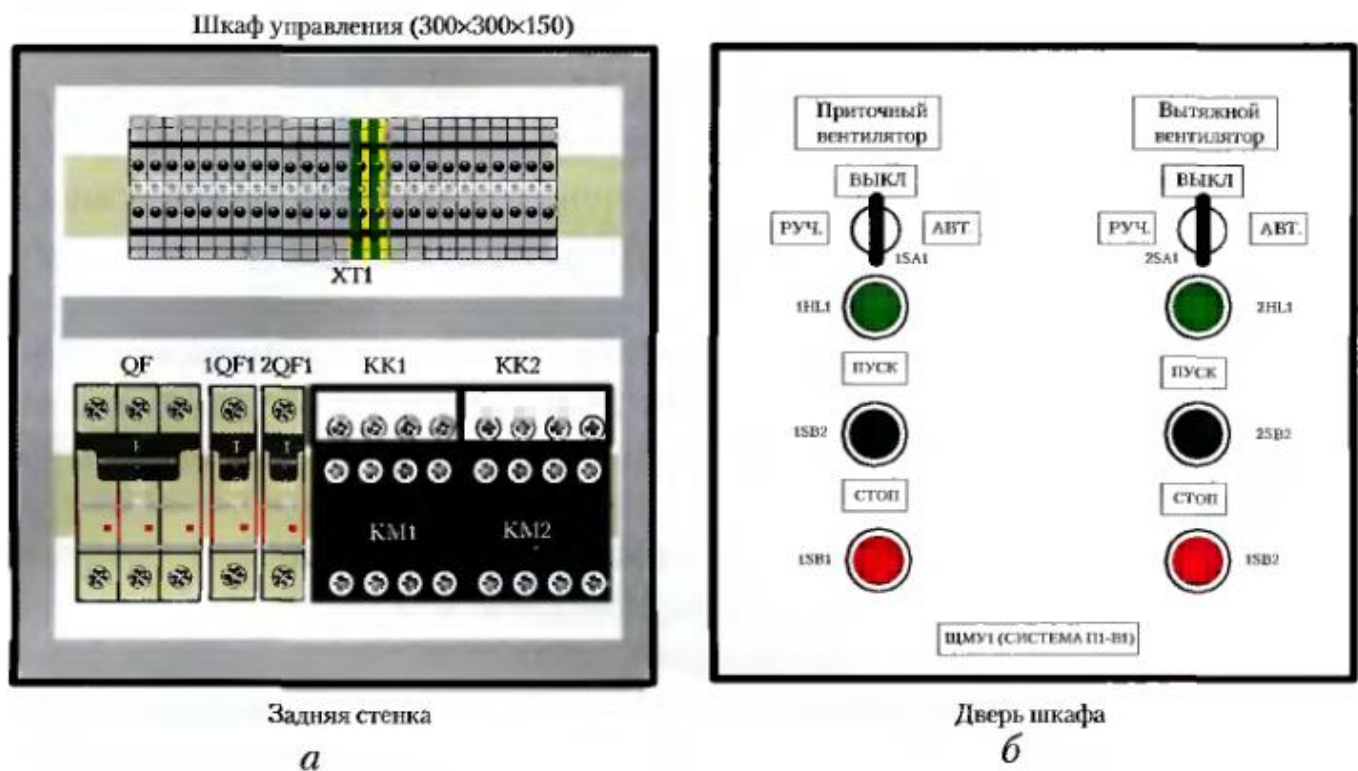


Рисунок 1.2 Приклад виконання ескізного креслення нестандартного шафи управління електроприводів вентиляторів

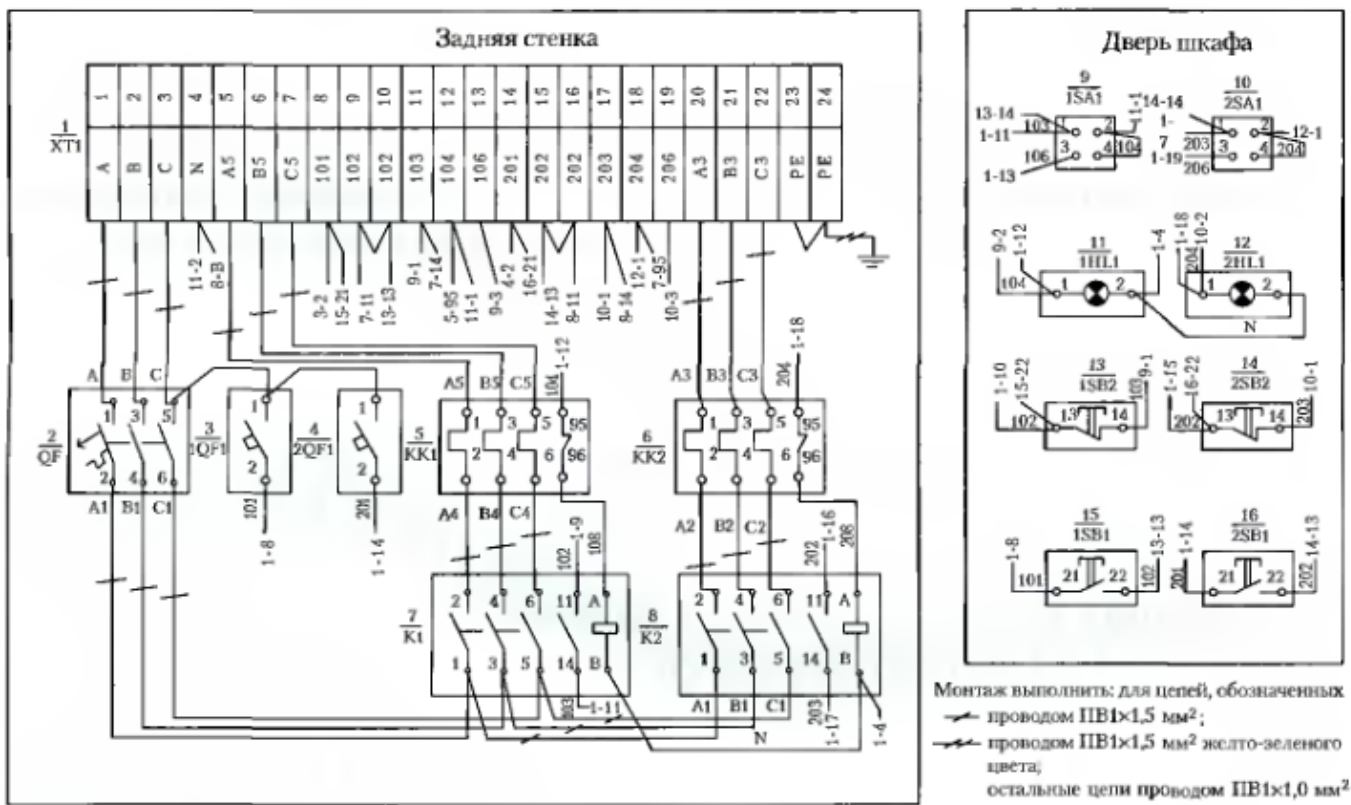


Рисунок 1.3 - Схема з'єднань шафи місцевого керування (ЩМУ1) електроприводами вентиляторів

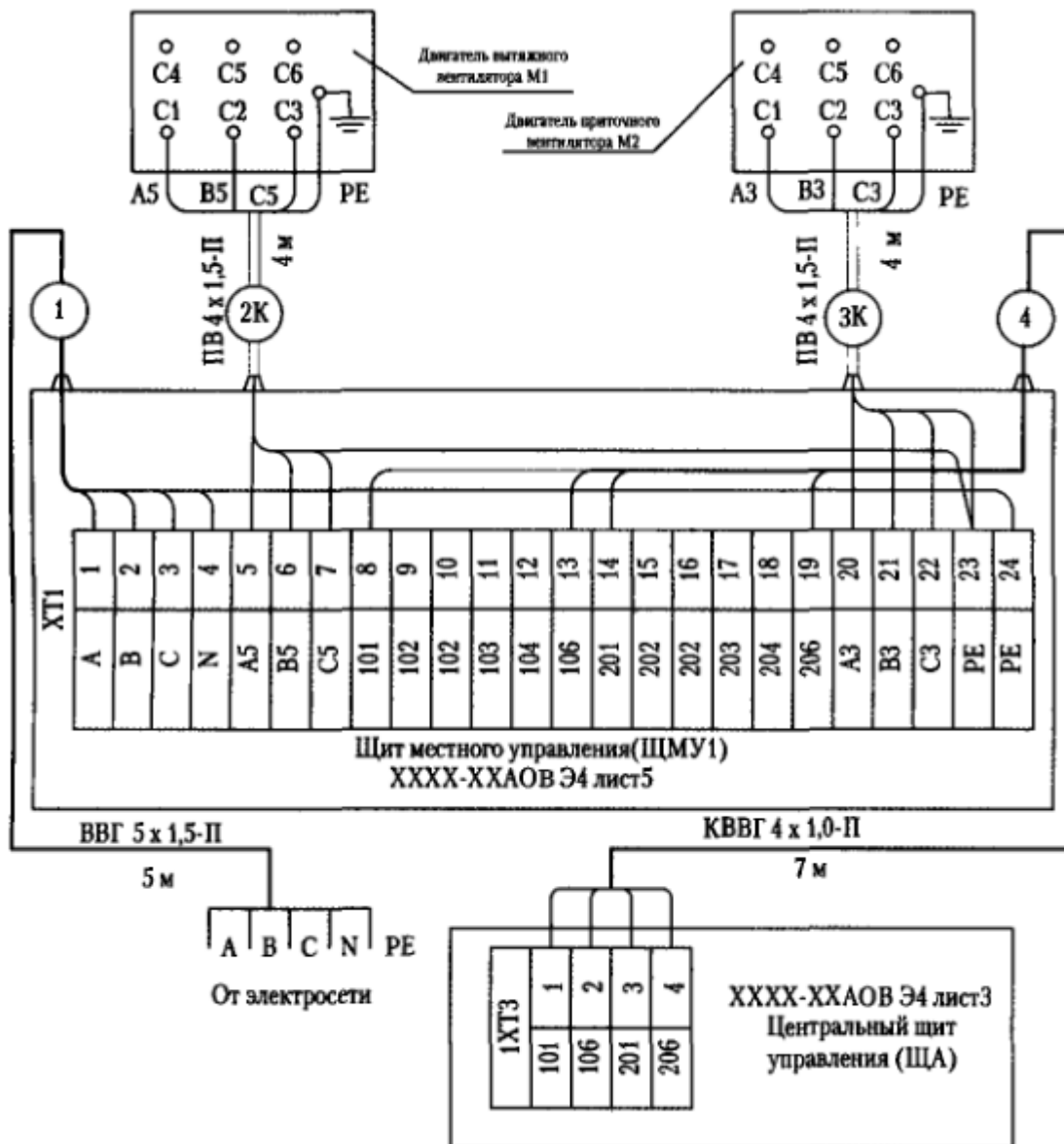


Рисунок 1.4 - Схема підключення зовнішніх проводок управління електроприводами вентиляторів

Таблиця 1.2- З'єднання зовнішніх проводок електроприводів вентиляторів

Кабел ь, джгут	напрямок		кабель, дріт		Труба, короб		креслення
	Звідки	куди	Марка, число жив перетину	Довж ина, м	Марка, розмір	Довж ина, м	
1	від ел.сеті	ЩМУ1	ОВТ 5x1,5	6,5	TRL20	5,0	-
2К	1М	ЩМ1	ПВ4x1,5	5,0	20x10	4,0	XXXX- ХХАОВ.73
3К	2М	ЩМ1	ПВ 4x1,5	5,0	20x10	4,0	XXXX- ХХАОВ.73
4	ЩМ1	ЩА	КВВТ4x1,0	8,0	TRL16	7,0	XXXX- ХХАОВЕ4 лист 5

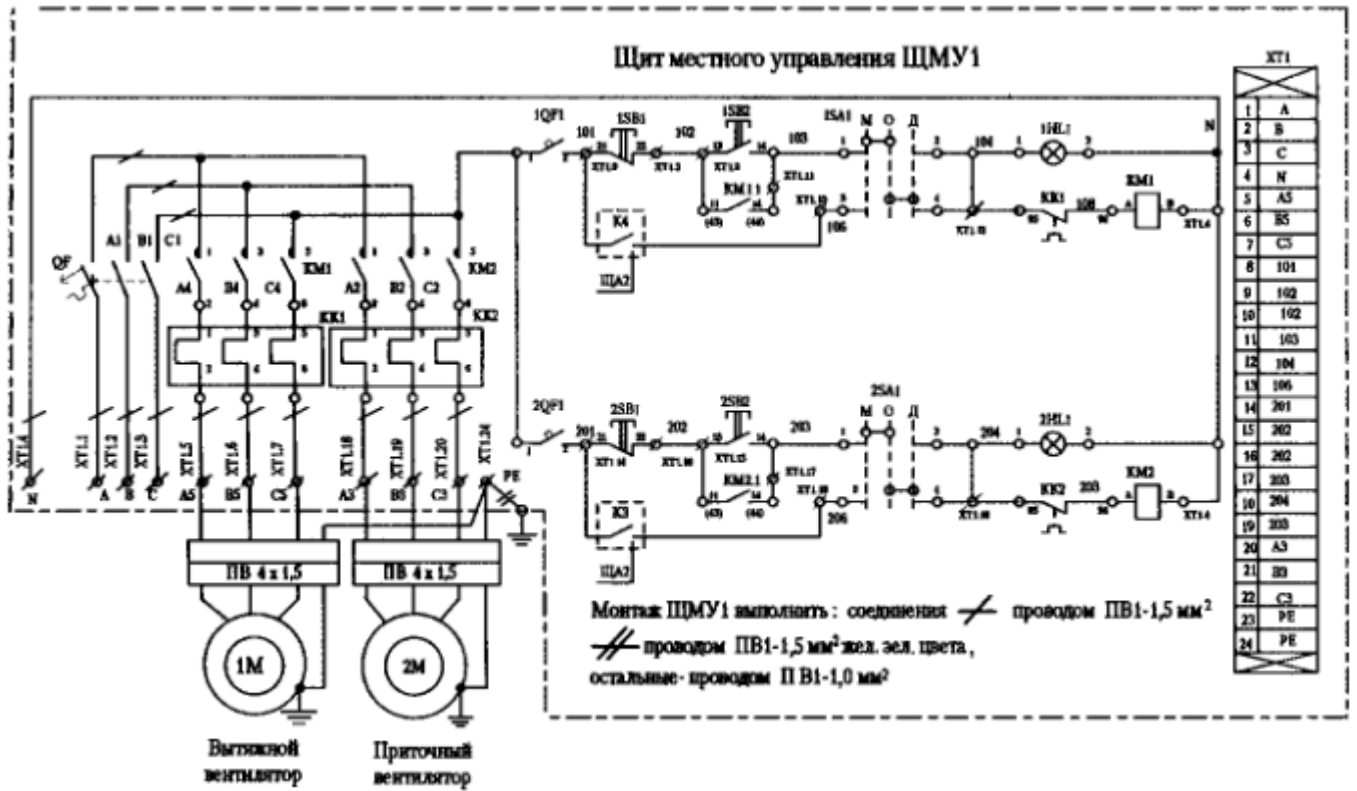


Рисунок 1.5 - Пример выполнения принципово-монтажной электрической схемы

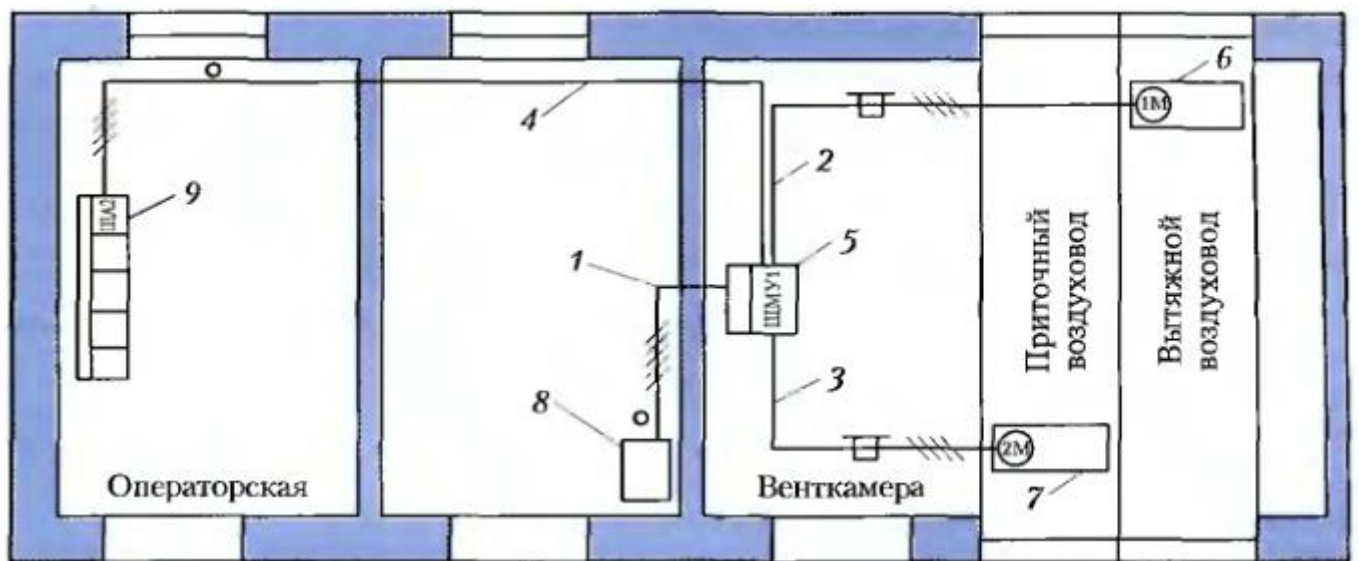


Рисунок 1.6 - Пример выполнения плана размещения средств автоматики и электропроводок для управления электроприводами вентиляторов

Таблиця 1.3. Основні види експлуатаційних документів

Вид документу	код документа	зміст
Інструкція з експлуатації	РЕ	Документ, який містить відомості про конструкцію, принцип дії, характеристики (властивості) виробу, його складових частин і вказівки, необхідні для правильної та безпечної експлуатації виробу, поточного ремонту, зберігання і транспортування) і оцінок його технічного стану при визначенні необхідності відправки його в ремонт, а також відомості по утилізації виробу і його складових частин
Інструкція по монтажу, пуску, регулювання та обкатки виробу	ІМ	Документ, який містить відомості, необхідні для монтажу, налагодження, пуску, регулювання, обкатки і здачі виробу і його складових частин в експлуатацію на місці його застосування
формуляр	ФО	Документ, який містить відомості, що засвідчують гарантії виробника, значення основних параметрів і характеристик (властивостей) виробу, відомості, що відображають технічний стан даного виробу, а також відомості, які вносять в період його експлуатації (тривалість і умови роботи, технічне обслуговування, ремонт та інші дані)
паспорт	ПС	Документ, який містить відомості, що засвідчують гарантії виробника, значення основних параметрів і характеристик (властивостей) виробу, а також відомості про сертифікацію та утилізації виробу
Відомість комплекту запасних частин, інструменту та приладдя (ЗІП)	ЗІ	Документ, що містить номенклатуру, призначення, кількість і місця укладання запасних частин, інструментів, приладдя та матеріалів, що витрачаються за термін служби виробу
Навчально-технічні плакати	УП	Документи, що містять відомості про конструкцію виробу, принципах дії, прийомах використання, технічному обслуговуванні, областях технічних знань з необхідними ілюстраціями
Відомість експлуатаційних документів	ВЕ	Документ, який встановлює комплект експлуатаційних документів і місця укладання документів, наданих з виробом або окремо від нього
етикетка	ЕТ	ЕТ складають на виробу, для яких дані, необхідні для експлуатації, не перевищують п'ять-шість основних показників. Для підтвердження цих показників немає необхідності складати ФО (ПС) і технічно їх неможливо і недоцільно маркувати на виробі
Каталог деталей і складальних одиниць	КДС	КДС складають на виробу, для яких протягом часу експлуатації передбачені неодноразовий ремонт і заміни складових частин
Норми витрат запасних частин	НЗЧ	Під НЗЧ на період експлуатації одного виробу розуміють середнє очікуване за цей період кількість заміни складових частин через відмови і вироблення ресурсу
Норми витрати матеріалів	НМ	Під НМ на період експлуатації розуміють середнє очікуване за цей період кількість матеріалів

Тема 2 Елементи монтажу

ДОПОМІЖНІ ДЕТАЛІ

2.1 Роз'єми

Будь-які СУ складаються з окремих блоків з'єднаних між собою кабелями. Крім того, за допомогою кабелів підключаються первинні перетворювачі, виконавчі механізми і інші. Приєднання кабелів до апаратури виконується за допомогою кабельних роз'ємів.

Складну апаратуру виконують у вигляді окремих блоків (друкованих плат), закріплених на загальному шасі. Для полегшення монтажу плат при обслуговуванні апаратури, їх електричне з'єднання виконують за допомогою спеціальних міжблочні роз'ємів. У всіх випадках повинна виключатися можливість неправильного з'єднання між собою електричних ланцюгів, підведених до частин роз'єму. Обриви електричних ланцюгів визначаються прозвонкою омметром відповідних роз'ємів.

Залежно від частоти проходять сигналів розрізняють низькочастотні і високочастотні роз'єми. Низькочастотні роз'єми відрізняються:

- великим числом контактних пар;
- великим значенням струмів, що проходять через них;
- високі робочі напруги між контактними парами.

Прикладом низькочастотного роз'єму може служити роз'єм типу ШР.

У зв'язку з широким використанням друкованого монтажу розроблені спеціальні роз'єми, призначені для установки на друкованих платах. Наприклад, роз'єми типу ГРПМ, СНТ та ін. Відмінною особливістю цих роз'ємів є:

- середні значення струмів, що проходять через них;
- невисокі робочі напруги;
- широкий діапазон частот, що проходять сигналів;
- велике число контактних пар.

Високочастотні роз'єми призначені для приєднання коаксіальних кабелів, по яких передається енергія високої частоти. Коаксіальний кабель має два провідника: центральну жилу і зовнішню мідну оплетку. Для приєднання такого кабелю роз'єм має дві контактні пари, розташовані коаксіально. Зовнішню оплетку кабелю підключають до корпусу роз'єму.

2.2 Перемикачі

У СУ використовується велика кількість перемикачів різних типів. Вибір конкретного перемикача залежить від наступних його характеристик:

- перехідний опір, чим воно менше тим більше надійність контакту; зазвичай $R_{пер} = 0,01-0,03$ Ом;
- ємність між контактами і втрати в ній, ємність між контактами особливо істотна, якщо перемикач призначений для роботи в ланцюгах високої частоти;
- опір ізоляції між контактами;
- комутований струм і напруга;
- чіткість фіксації, при роботі в імпульсних схемах доцільно застосовувати спеціальні заходи щодо усунення "брязкоту контактів".
- Габарити і маса.

2.3 Джгути та кабелі

Для монтажу апаратури використовуються наступні типи проводів:

- багатожильні, ізольовані МГШВ, МГТФ, БПВЛ і ін;
- багатожильні, ізольовані екрановані МГШВЕ, МГТФЕ, БПВЛЕ і ін.

З метою скорочення технологічного циклу складання апаратури широко використовуються ізольовані проводи з'єднані в джгути.

Джгути виготовляються як вручну на спеціальних шаблонах, так і за допомогою автоматичних та напівавтоматичних установок. Вони обмотують дроти нитками або плівкою. Провід, за якими протікають струми високої частоти, зазвичай не включаються до складу джгута, або виконуються екранованим проводом.

Щоб при монтажі та ремонті апаратури можна було розрізнити дроти, що відносяться до різних ланцюгах схеми, для них застосовують кольорову ізоляцію. Значно рідше на кінцях проводів закріплюють бирки з номером ланцюга, так як цей спосіб вимагає великих витрат часу.

Електричний монтаж приладу повинен бути виконаний так, щоб забезпечувався доступ до всіх елементів схеми з метою огляду, перевірки і заміни. Для виключення можливості поломки проводів через переміщення джгутів при експлуатації і транспортуванні апаратури, джгути закріплюють скобами до шасі або прив'язують.

У місці проходу джгута через отвори в металевих стінках встановлюють втулки з ізоляційного матеріалу, які оберігають ізоляцію проводів джгута від пошкоджень.

Для внутрішнього монтажу, коли окремі вузли виконуються у вигляді друкованих плат, рекомендується використовувати плоскі кабелі. Він складається з окремих провідників, укладених в одній площині в один ряд. Для кріплення проводів один до одного їх переплітають нитками або склеюють. Плоский кабель займає мало місця і має гарну гнучкість.

2.4 Способи електричних з'єднань при монтажі

В процесі монтажу здійснюється з'єднання електричних ланцюгів в виріб. При цьому має бути забезпечено надійний електричний контакт між висновками вузлів, блоків і радіокомпонентів.

Застосування при монтажі методи контактування поділяють на дві групи:

- з'єднання із застосуванням нагрівання;
- з'єднання, що виконуються без нагріву.

При пайку відбувається з'єднання один з одним нагрітих деталей за допомогою розплавленого металу-припою. При правильному виборі матеріалу припою і режиму пайки відбувається дифузія припою в поверхневий шар з'єднується металу. Це забезпечує електричний контакт деталей, що з'єднуються після охолодження припою.

З'єднання за допомогою пайки джгутів і кабелів в приладах не піддається автоматизації. Так само, що входить в усі припої олово є дефіцитним кольоровим металом, а паяльні припої при нагріванні виділяють шкідливі для здоров'я пари. Все перераховане змусило розробляти нові методи електричних з'єднань.

До числа таких методів належать електрозварювання, ультразвукове зварювання, з'єднання термокомпресії і з'єднання способом накрутки і обтискача.

Суть методу накрутки полягає в тому, що провід щільно, з необхідною силою намотується на з'єднувальний штир, що має гострі грані. В процесі накрутки ребра штиря частково вдавлюються в накручений на нього провід. За рахунок зусилля, створюваного при накрутці, відбувається взаємна дифузія матеріалів штиря і дроти.

Рекомендовані значення числа витків в залежності від діаметра дроту наступні:

0,2-0,3 - 7

0,31-0,4мм - 6

0,41-0,6мм - 5

0,61-1,2мм - 4

більше 1,2 мм - 3

Діаметр проводу, що використовується для накрутки, пов'язаний з розмірами поперечного перерізу штиря: $S \geq d \geq 0,33S$,

де d - діаметр проводу,

S - сторона квадрата штиря.

Використовуючи накрутку проводів, можна приєднати до штирів і висновки радіодеталей. Останні приєднуються до штирів бандажем з одножильного неізолюваного проводу.

2.5 Друковані плати та вузли

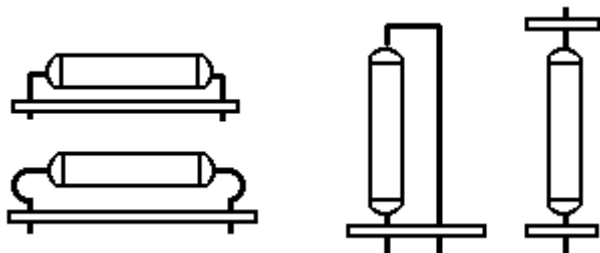
Застосування друкованих плат створюють передумови для автоматизації процесів складання радіоелектронної апаратури, підвищує її надійність, забезпечує повторюваність параметрів монтажу від зразка до зразка.

Ізоляційне підставу з нанесеним на нього друкованим монтажем утворює друковану плату. По конструкції друковані плати бувають односторонні, двосторонні і багатошарові. Останні складаються з декількох друкованих шарів, ізольованих склеюючими прокладками.

Друковану плату зі встановленими на ній електрорадіоелементами називають друкованим вузлом. При монтажі елементів на друкованій платі необхідно враховувати:

- напівпровідникові прилади і мікросхеми не слід розміщувати близько до елементів, що виділяють велику кількість тепла;
- повинна бути передбачена можливість конвекції повітря в зоні розташування елементів, що виділяють дуже багато тепла;
- повинна бути передбачена можливість легкого доступу до елементів, які підбираються при регулюванні схеми.

Способи установки елементів, що мають два висновки (діоди, резистори, конденсатори та ін.)



Способи установки транзисторів



Способи установки мікросхем



На платах з великою кількістю однотипних мікросхем їх слід розташовувати правильними рядами.

2.6 Модульний метод компоунвання СУ

Широко використовується при проектуванні пристроїв, що складаються з великої кількості малогабаритних елементів. Сутність цього методу полягає в тому, що весь пристрій ділять на окремі конструктивно закінчені складальні одиниці (друковані вузли).

При модульному методі компоунвання СУ широко використовуються два типи конструкцій:

- легкоз'ємні субблоки;
- книжковий.

Перший тип конструкції передбачає монтаж пристрою з певного числа однотипних субблоків (геометричні розміри), забезпечених роз'ємами врубної типу. Субблок складається з однієї друкованої плати, на якій розташовуються мікросхеми, напівпровідникові прилади тощо

На одному краю друкованої плати закріплений врубної роз'єм. Висота цього роз'єму повинна бути співмірна з висотою елементів, встановлених на друкованій платі. В іншому випадку щільність монтажу в приладі буде низькою. На двох інших краях друкованої плати залишено поле, вільне від друкованого монтажу і ЕРЕ. При установці субблока в прилад ці краї плати входять в спеціальні напрямні шасі. На краю плати, протилежної гнізда, розміщують пристосування, яке закріплює субблок на шасі приладу.

Книжкова конструкція передбачає монтаж приладу з декількох однотипних субблоків, кожен з яких, обертаючись навколо своєї осі, може відкидатися як сторінка книги. В робочому стані всі субблоки в приладі стягнуті гвинтами в щільний пакет, завдяки чому конструкція має велику жорсткість і добре витримує великі механічні перевантаження в широкому діапазоні частот. Субблоки не мають роз'ємів. Вони з'єднуються між собою плоским джгутом. Така конструкція забезпечує зручний доступ до кожної мікросхеми в процесі регулювання всього приладу і при знаходженні несправностей.

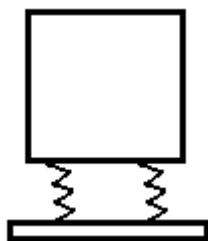
Тема 3 ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ВІД ЗОВНІШНІХ ВПЛИВІВ

3.1 Захист від механічних впливів

В процесі експлуатації СУ піддаються вібрації і ударів. Залежно від характеру об'єкта частота вібрацій може лежати в діапазоні від одиниць герц до тисяч, а перевантаження можуть досягати десятків герц.

Багато елементів конструкції СУ можна уявити як коливальні системи. Кожна коливальна система характеризується власною резонансною частотою f_0 . Поведінка коливальні системи при впливі на неї вібрацій залежить від відносини частоти цих вібрацій f і f_0 . Чим більше співвідношення $f / f_0 \gg 1$, тим краще працюють такі конструкції. Отже одним із шляхів захисту СУ від механічних впливів є надання конструкції друкованого блоку необхідної жорсткості (додаткове кріплення ЕРЕ за корпус).

Іншим шляхом захисту від механічних впливів є установка корпусів приладів на амортизатори. Жорсткість амортизаторів вибирають такий, щоб виконувалася умова $f \gg f_0$.



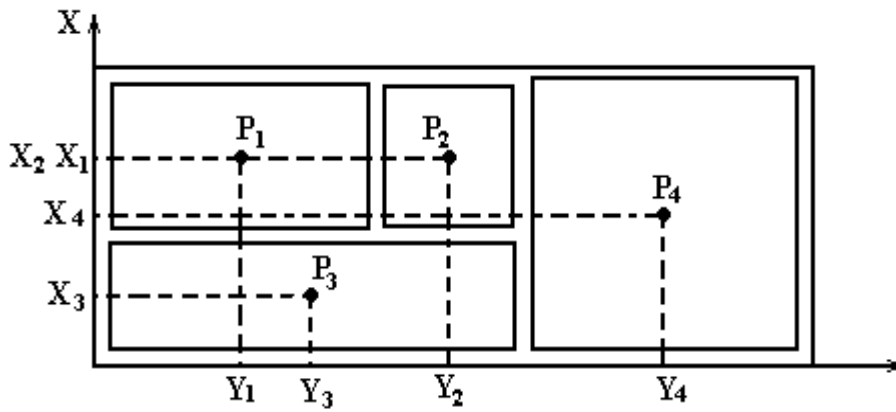
У технічних умовах наводиться значення номінального навантаження, на яку розрахований амортизатор певного розміру. Число амортизаторів і їх розмір вибираються таким чином, щоб фактичне навантаження на амортизатор була

близька до номінальної.

Слід також мати на увазі, що при збільшенні числа амортизаторів і незмінній масі апарату P_0 зменшується навантаження на кожен амортизатор. Якщо жорсткість амортизаторів при цьому залишається незмінною, то деформація кожного з них зменшується, що призводить до збільшення частоти власних коливань і погіршення якості віброізоляції.

Порядок розрахунку кількості амортизаторів:

- 1) визначити центр ваги приладу



$$X = \frac{\sum_{i=1}^n P_i X_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

2) Якщо амортизатори розташовуються симетрично щодо центра ваги приладу, то навантаження на всі амортизатори однакова $P_1 = P_0/n$, де P_0 - маса приладу, n - кількість амортизаторів, P_1 - номінальне значення навантаження на амортизатор (довідкова величина).

Промисловістю випускають резинометаллические (АП), пружинні (АТ) і амортизатори АДФ, що використовують демпфер з сухим тертям.

3.2 Тепловий захист

Більшість радіотехнічних пристроїв, споживаючи від джерел живлення потужність, віддають корисного навантаження тільки малу її частину. Решта електрична енергія перетворюється в теплову і виділяється всередині приладу. Надійність ЕРЕ сильно залежить від температури всередині приладу. Для кожного типу елемента в ТУ вказується гранична температура, при перевищенні якої елемент не можна експлуатувати.

Передача теплоти від нагрітого тіла в навколишній простір здійснюється за рахунок теплопровідності, конвекції і випромінювання. Для апаратів, що знаходяться в повітряному середовищі конвекція --це перенесення теплоти переміщуються частинками повітря.

У складних СУ використовуються наступні варіанти теплового захисту:

1). Охолодження приладу за рахунок природної вентиляції. В цьому випадку в корпусі приладу виготовляють жалюзі, через які в нього потрапляє повітря з навколишнього простору. Друковані блоки встановлюються па шасі вертикально. Нагріте від ЕРЕ повітря, піднімається вгору і виходить з апаратури через отвори у

верхній кришці. На його місце надходить повітря з навколишнього середовища, що має більш низьку температуру.

2). Примусова вентиляція приладу. В цьому випадку всередині приладу встановлюється вентилятор, який проганяє повітря з навколишнього середовища через весь апарат.

3). Рідинна система охолодження. У цьому випадку внутрішній обсяг приладу заповнений рідиною. Так як рідина більшу теплопровідність, ніж газ, то передача теплоти відбувається більш інтенсивно. Інтенсифікувати рідинне охолодження можна примусовим перемішуванням рідини спеціальним вентилятором або прокачуванням рідини через спеціальний теплообмінник, де вона охолоджується.

Для відводу теплоти від окремих сильно нагріваються пристроїв в навколишній простір застосовуються радіатори. Ефективність роботи радіаторів визначається наступними властивостями:

- мінімальне теплове опір в місці контакту джерела енергії і радіатора;
- поверхню радіатора повинна бути максимально можливою;
- тепловий опір радіатора має бути мінімальним.

Використовуються три конструкції радіаторів: штирьковим, з ребрами у вигляді пластин і без ребер. Контактний радіатор має максимальну поверхню.

Поверхня радіатора в місці зіткнення з напівпровідниковим приладом ретельно обробляють, так як мікро нерівності різко скорочують фактичну площу контакту. Іноді між радіатором і приладом встановлюють прокладку з обпаленого міді або вводять спеціальні теплопровідні пасти. Для електричної ізоляції радіатора і приладу між ними встановлюють слюдяні прокладки.

Для отримання високої стабільності параметрів при зміні температури окремі блоки СУ поміщають в термостат.

3.3 Вологозахист

Вологостійкість приладів забезпечується головним чином за рахунок застосування вологостійких ЕРЕ і елементів конструкції. Для багатьох елементів радіоелектронної апаратури захист від вологи може досягатися тільки повної герметизацією. Це досягається шляхом приміщення кліше в зупинено або заварені

корпусу, або покриттям їх товстим шаром спеціальних вологозахисних матеріалів (епоксидна смола). Ефективний захист від вологи робить самі друковані блоки неремонтоздатність.

Для забезпечення вологостійкості металевих деталей їх піддають покриттю або виготовляють з корозійно-стійких матеріалів. Для захисту друковані блоки покривають спеціальними вологозахисними лаками, наприклад УР-231. Для приладів, що працюють в тропічних умовах, не слід застосовувати матеріали, що є живильним середовищем для різних культур грибків. Такі матеріали можуть застосовуватися, якщо вони оброблені спеціальними антисептичними складами.

У ряді випадків, якщо допускають теплові режими ЕРЕ, для приладів застосовують корпусу з ущільненням і вологопоглинача.

Лекція 4 - Монтаж щитів, пультів і стативів

4.1 Основні етапи проведення монтажних робіт

Монтаж приладів і систем автоматизації складний комплекс робіт, який повинен виконуватися відповідно до проекту і діючими технічними умовами. Зазвичай монтаж систем автоматики включає наступні етапи робіт:

- підготовка до виконання монтажних робіт;
- виробництво монтажних робіт;
- задача змонтованої системи для налагодження.

На першому етапі монтажу (підготовка) виділяють три складові: інженерно-технічну, матеріально-технічну та організаційну.

Співвідношення цих складових в залежності від складності об'єктів автоматизації різному, однак їх наявність і правильне поєднання забезпечують своєчасне і якісне виконання всього комплексу робіт.

Так, наприклад, інженерно-технічна підготовка передбачає аналіз проектів систем автоматизації, інструкції з монтажу та експлуатації і вивчення нормативно-технічної документації.

За результатами аналізу іноді потрібно виконання розрахунку і вибір проводів і пускозахисної апаратури, розробка графіка виконання монтажних робіт.

Матеріально-технічна підготовка передбачає заготівлю матеріалів, комплектуючих виробів, деталей і конструкцій.

До питань організаційної підготовки відносяться: обладнання приміщень на об'єкті для виконання робіт і зберігання обладнання та інструменту; комплектування

монтажних бригад; контроль і участь при необхідності в установці закладних конструкцій або інших будівельно-монтажних роботах.

У загальному випадку підготовчі роботи виконуються в наступній послідовності.

1. Вивчають схеми принципів електричних та схем зовнішніх з'єднань, замовні специфікації на електрообладнання - апаратуру, проводи та кабелі, настановні й монтажні матеріали.

2. Знайомляться з розташуванням вступних пристроїв електропостачання, трасами прокладки проводів і кабелів.

3. Перевіряють спеціальними металошукачами відсутність по трасі прихованої електропроводки інших енергоспоживачів, металевих закладних конструктивних частин, труб і т. П.

4. Вивчають характеристику стін, за якими або всередині яких пройдуть траси прокладається електропроводки.

5. Складають перелік додаткових матеріалів, комплектуючих виробів, інструментів, відсутніх в специфікації проектної документації.

6. Перевіряють наявність необхідного монтажного інструменту і контрольно-вимірювальних приладів.

7. Складають графік виконання електромонтажних робіт і погоджують його з іншими виконавцями будівництва об'єкта (будівельниками, сантехниками, енергетиками і ін.).

8. Якщо монтаж електрообладнання виконується без проектної документації, складають схеми електричних з'єднань, схему прокладки електропроводки, проводять розрахунки вибору електропроводів, автоматичних вимикачів і ПЗВ, складають специфікацію на комплектуючі та монтажні матеріали.

Ці документи узгоджуються з замовником.

Перед початком монтажних робіт встановлюють несучі та опорні конструкції, прилади і засоби автоматизації, а також підключають до них трубні і електричні проводки. Далі проводять монтаж датчиків, приладів і регуляторів прямої дії, щитів і пультів управління, виконавчих механізмів та регулюючих органів, а також електропроводок.

4.2 Типи щитів і пультів, їх позначення

Щити, пульти і Стативи призначені для застосування в системах автоматизації технологічних процесів та інженерного обладнання (в тому числі - автоматизованих системах управління - АСУ) в якості пристроїв, на яких встановлюють технічні засоби і програмно-технічні комплекси, що забезпечують збір, обробку інформації, надання її експлуатаційного персоналу, вироблення та реалізацію сигналів впливу на технологічні або інженерні системи та обладнання (електричні, пневматичні і

гідравлічні ін ІБОР, мікропроцесорну техніку, апарати контролю, вимірювання, сигналізації, керування, регулювання, захисту і харчування).

Відповідно до стандарту ОСТ 36.13-90 "Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів" в щитовій продукції застосовуються такі терміни:

- каркас - жорсткий об'ємний металевий остов, призначений для установки панелей, стін, дверей, поворотних рам, монтажу приладів, електричних проводок (рис. 4.1, а);
- шафа - об'ємний каркас на опорній рамі, з встановленими на ньому панелями, стінками, дверима, кришкою (рис. 4.1, б і в);
- стійка - об'ємний або плоский каркас на опорній рамі (рис. 4.1, г);
- статив - стійка зі встановленою апаратурою і електричними проводками, підготовлена до підключення зовнішніх ланцюгів;



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рисунок 4.1 - Приклади статурів, щитів і пультів

- щит - шафа або панель з встановленою апаратурою, електричними проводками, підготовлений до підключення зовнішніх ланцюгів (рис. 4.1, д);
- пульт - корпус із встановленою апаратурою, електричними проводками, підготовлений до підключення (рис. 4.1, е);
- панель - плоска конструкція для оформлення щита (всередині щита - допоміжна, зовні - декоративна).

Щити і пульти мають позначення, наприклад:

ЩШ-ЗД - щит шафований з задніми дверима;

ЩШ-ЗД-ОП - щит шафований з задніми дверима, відкритий з правого боку;

ЩШ-2 - щит шафований двосекційний;

ЩПК - щит панельний з каркасом;

З-2, С-3 - статур дво- або трисекційний;

СП - статур плоский;

ПНП - пульт з похилою приладової приставкою;

ПНД - панель декоративна.

Умовна запис всіх модифікацій щитової продукції будується наступним чином:

- 1) Найменування продукції.
- 2) Умовне позначення (тип).

- 3) Виконання (I або II).
- 4) Розміри ширини і глибини (висота становить 600 або 1000 мм для малогабаритних, 1800 або 2200 мм для звичайних щитів).
- 5) Кліматичне виконання (все щити мають виконання УХЛ-4).
- 6) Дані про ступінь захисту.
- 7) Галузевий стандарт.

Приклад: Щит ЩШ-ЗД-I (800 * 600) -УХЛ-4-ІР30 ОСТ 36.13-90

4.3 Загальні вимоги до розміщення щитового обладнання

Особливості прийнятої системи автоматизації та її ієрархії, а також особливості автоматизуемого технологічного процесу (установки), включаючи його топологію, умови навколишнього середовища, зумовлюють оптимальні місця розміщення щитових конструкцій з приладами і засобами автоматизації. В результаті щитові конструкції встановлюють або безпосередньо в технологічних приміщеннях місцеві, агрегатні і частково блокові щити, а також пульти, або в спеціальних приміщеннях - центральні, допоміжні (апаратні), а також блокові щити, пульти. Оскільки технологічне обладнання розмішають як на відкритих майданчиках, так і всередині технологічних приміщень, кліматичні чинники навколишнього середовища, що впливає на щити, бувають найрізноманітнішими, визначальними їх конструктивні особливості, умови нормального функціонування встановлених в них приладів і засобів автоматизації. Спеціальні приміщення в залежності від їх функціонального призначення (апаратні, для датчиків, операторські, диспетчерські та т. П.) Характеризуються різними габаритними розмірами, місцем розташування, мікрокліматом.

В операторських (диспетчерських) приміщеннях, як правило, зосереджені вся апаратура, необхідна для оперативного контролю та управління, мнемосхема технологічного процесу.

апаратні служать для розміщення неоперативних технічних засобів автоматизації, таких як регулятори неприборного виконання, функціональні блоки, релейні і інші допоміжні електро- і пневмоапарати, що встановлюються на об'ємних і плоских стативах, релейних щитах і щитах зі складками контактних затискачів. Апаратні не мають постійного обслуговуючого персоналу.

Місця установки щитових конструкцій як в технологічних, так і в спеціальних приміщеннях повинні відповідати вимогам, що обумовлює нормальні умови монтажу та експлуатації приладів і засобів автоматизації. До початку монтажу щитових конструкцій в зазначених приміщеннях будівельно-монтажні роботи по установці технологічного устаткування і трубопроводів повинні бути доведені до

стану, що забезпечує безпечне ведення монтажних робіт в умовах, що відповідають діючим санітарним нормам. У спеціальних приміщеннях повинні бути виконані всі будівельні та оздоблювальні роботи, в тому числі споруджені постійні мережі, що підводять до місця монтажу електроенергію, стиснене повітря і воду; канали та перекриття; борозни і ніші для електричних і трубних проводок, що підходять до щитів, пультів і стативам; заставні частини для установки і закріплення щитових конструкцій; ліси і підмостки, а також виконані отвори в стінах для проходів трубних і електричних проводок в приміщення і монтажні отвори для транспортування щитових конструкцій в приміщення, причому їх габаритні розміри і розташування повинні забезпечувати можливість подачі в приміщення укрупнених щитових конструкцій - секцій, блоків, включаючи і об'ємні.

При монтажі щитів і пультів в технологічних приміщеннях в останніх повинна підтримуватися температура навколишнього повітря не нижче $+ 5^{\circ} \text{C}$, якщо монтажно-експлуатаційними інструкціями на прилади та апарати, встановлені в щитах і пультах, не обумовлено інше значення нижньої межі температури. Місця установки щитових конструкцій повинні задовольняти вимогам експлуатації монтованих на щитах прилади (стійкість до вібрації, вплив навколишнього середовища і т. Л).

Монтаж щитів і пультів в технологічних приміщеннях може бути розпочато тільки після письмового дозволу замовника (генпідрядника), що гарантує збереження змонтованих на щитах і пультах приладів, апаратів і комутації.

4.3.1 Вимоги до спеціальних приміщень

Вибір місця розміщення щитових приміщень - операторних, диспетчерських, апаратних і ін., вмонтованих у технологічні приміщення або виносних (в окремих будинках, прибудовах і т. Д.), - повинен в кожному конкретному випадку здійснюватися з урахуванням особливостей технологічного процесу, норм і протипожежних вимог будівельного проектування, компоувальних і будівельних рішень, прийнятих в різних галузях промисловості, зручності управління автоматизуються об'єктом, простоти обслуговування систем автоматизації та економічних факторів. У технологічних будівлях спеціальні приміщення доцільно розміщувати над апаратними залами. Для виробництва з розташуванням технологічного обладнання на відкритих майданчиках, де для щитових приміщень передбачають окремо розташовані будинки, апаратний зал розміщують над пунктом управління. Між цими приміщеннями розташовують кабельний напівповерх, через який здійснюють введення зовнішніх електричних і трубних проводок. При невеликих кількостях неоперативних технічних засобів автоматизації щитові конструкції для їх установки розміщують в просторі за центральним щитом. В

даний час впровадження в практику проектування систем автоматизації технологічних процесів мікропроцесорної техніки і волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) зумовили ліквідацію допоміжних апаратних приміщень, кардинальне скорочення обсягу кабельних ліній зв'язку, зменшення числа щитових конструкцій з декількох десятків (для великих виробництв і підприємств) до декількох одиниць. Відповідно скоротилися розміри спеціальних приміщень (операторських, диспетчерських), що скоротило обсяги монтажних робіт на об'єкті при монтажі спеціальних приміщень. Однак при будь-яких розмірах приміщень і типах приладів і апаратів, застосованих в даній системі автоматизації,

На приміщення операторських і диспетчерських пунктів не повинна поширюватися вібрація від технологічного обладнання і споруд понад встановлених меж.

Спеціальні приміщення не слід розташовувати над або під вентиляційними установками, а також поряд з цими пристроями, кондиціонерами, насосними, компресорними, машинами ударної дії та іншими джерелами вібрації і шуму; в необхідних випадках беруть технічні заходи для зниження вібрації і шуму до допустимих значень (спеціальні фундаменти, амортизатори і т. п.). Не можна допускати виникнення шумів всередині приміщення (деренчання предметів, вібрація стін, стекол і т. П.). Найбільш дратівливими є звуки з частотою 4000 Гц і вище. Звуки низької частоти (нижче 30 Гц) менш шкідливі.

У приміщеннях, в яких встановлюють гучномовці, рівень шуму не повинен бути вище 70 дБ.

Приміщення не мають в місцях, на які поширюється дія сильних магнітних полів від промислового електрообладнання та електроустановок, наприклад над або під розподільними пристроями, поруч з ними, а також з підстанціями, електричними печами і т. П. Допустима напруженість зовнішнього магнітного поля в місцях розташування спеціальних щитових приміщень - не більше 400 А / м.

Площа щитового приміщення визначається з урахуванням площі робочої зони, укладеної між щитами, пультами, стативами, екранами промислового телебачення, дисплеями (або іншими пристроями інформації) і робочим столом, зони відпочинку, розташованої поруч з робочою зоною з боку фронту щитів або пультів, а також проходів для обслуговування монтажної сторони щитів (пультів). Рекомендована ширина щитового приміщення (6, 9 або 12 м) повинна відповідати розмірам стандартних будівельних конструкцій. В окремих випадках, наприклад при установці в щитовому приміщенні відкритих щитів, ширина приміщення може бути зменшена.

Площа приміщення передбачається з урахуванням можливого подальшого розширення. Висота приміщення визначається висотою щитів, але не повинна бути менше 3 м. При використанні індустріальних приміщень допускається висота 2,7 м.

Проходи для обслуговування монтажної сторони щитів в ряді випадків є евакуаційними. При відсутності з обох сторін проходу відкритих струмопровідних частин на висоті до 2,2 м від підлоги ширина проходу повинна бути не менше 0,8 м. В окремих місцях проходи можуть бути обмежені (до 0,6 м) виступаючими будівельними конструкціями. При наявності струмоведучих частин з одного боку проходу ширина проходу від найбільш виступаючих відкритих струмоведучих частин до протилежної стіни (або обладнання, що не має відкритих струмоведучих частин) повинна бути не менше: 1 м при напрузі до 600 В і довжині щита до 7 м; 1,2 м при напрузі до 600 В і довжині щита більше 7 м; 1,5 м при напрузі вище 600 В.

Відстань між найбільш виступаючими відкритими струмоведучими частинами, розташованими по обидва боки проходу, повинна бути не менше 1,5 м при напрузі нижче 600 В, 2 м при напрузі вище 600 В.

Голі струмоведучі частини, що знаходяться на відстані менше вказаних нижче, повинні бути огорожені.

Щитові приміщення обладнуються установками опалення та вентиляції. Вміст пилу в повітрі приміщень не повинен перевищувати 2 мг на 1 м³. Граничний вміст шкідливих аерозолів не повинно перевищувати значень, вказаних в додатку 2 «Санітарних норм проектування промислових підприємств» СН 245 - 72 і інструкції СН 512-86.

Для приміщень без вікон передбачається автоматичне включення резервного пристрою припливно-витяжної вентиляції в разі аварійного відключення основного пристрою вентиляції. Якщо вентиляція не може забезпечити необхідних параметрів повітряного середовища, слід передбачати кондиціонування повітря.

освітлення спеціальних приміщень повинно забезпечити: а) рівномірне освітлення поверхонь щитів і пультів, а також робочого столу (або пульта) оператора (диспетчера); б) усунення прямого і зворотного блескості; в) відсутність тіней; г) відсутність пульсацій світлового потоку; д) сталість освітленості в часі; е) спектральні характеристики джерел світла, близькі до спектру денного світла; ж) мінімальні контрасти в приміщенні.

При виборі джерел штучного освітлення перевагу віддають люмінесцентних світильників. Аварійне освітлення для продовження роботи передбачають в приміщеннях у випадках, коли порушення нормальної роботи і обслуговування щитів, пультів і статов при згасанні основного робочого освітлення може викликати вибух, пожежа, отруєння або іншу небезпеку для здоров'я і життя людей, тривалий розлад технологічного процесу, масовий брак або псування устаткування у виробничих приміщеннях. Світильники аварійного освітлення для продовження роботи повинні бути підключені до незалежного джерела живлення.

Кольорове оточення оператора повинно бути організовано так, щоб воно сприяло зниженню втоми і збереженню певного рівня працездатності протягом

найбільш тривалого часу, створення найкращих умов розрізнення показань приладів, дисплеїв, поліпшенню орієнтування і збільшення швидкості і точності реакції в умовах дефіциту часу.

4.3.2 Будівельне завдання на спеціальне приміщення

Будівельною частиною робочої документації за завданням організації (автора документації частини автоматизації) повинні передбачатися закладні конструкції в будівельних підставах (підлозі, стінах, перекриттях) для установки і закріплення щитових конструкцій, а також подвійні підлоги, канали, приямки, проходи і т. П. Подвійні підлоги, канали, приямки та подібні пристрої для монтажу щитових конструкцій і проводок до них, що споруджуються в спеціальному приміщенні, повинні бути перекриті захисними плитами з нетокопроводящих покриттям. Подвійні знімні підлоги передбачають при необхідності прокладки під щитами значного числа кабелів (проводів). Для цієї ж мети споруджують кабельні напівповерх. В останніх встановлюють стелажі для укладання проводок з таким розрахунком, щоб можна було легко проводити огляд, а при необхідності і їх перекладку. Напівповерх повинен мати звукоізоляцію і вентиляцію. Спеціальні приміщення повинні повідомлятися з приміщенням кабельних напівповерху сходами. При наявності кабельного напівповерху в міжповерхове перекриття передбачають отвори під кожним щитом або пультом, що забезпечують зручність обслуговування апаратів, приладів і проводок всередині щитових конструкцій.

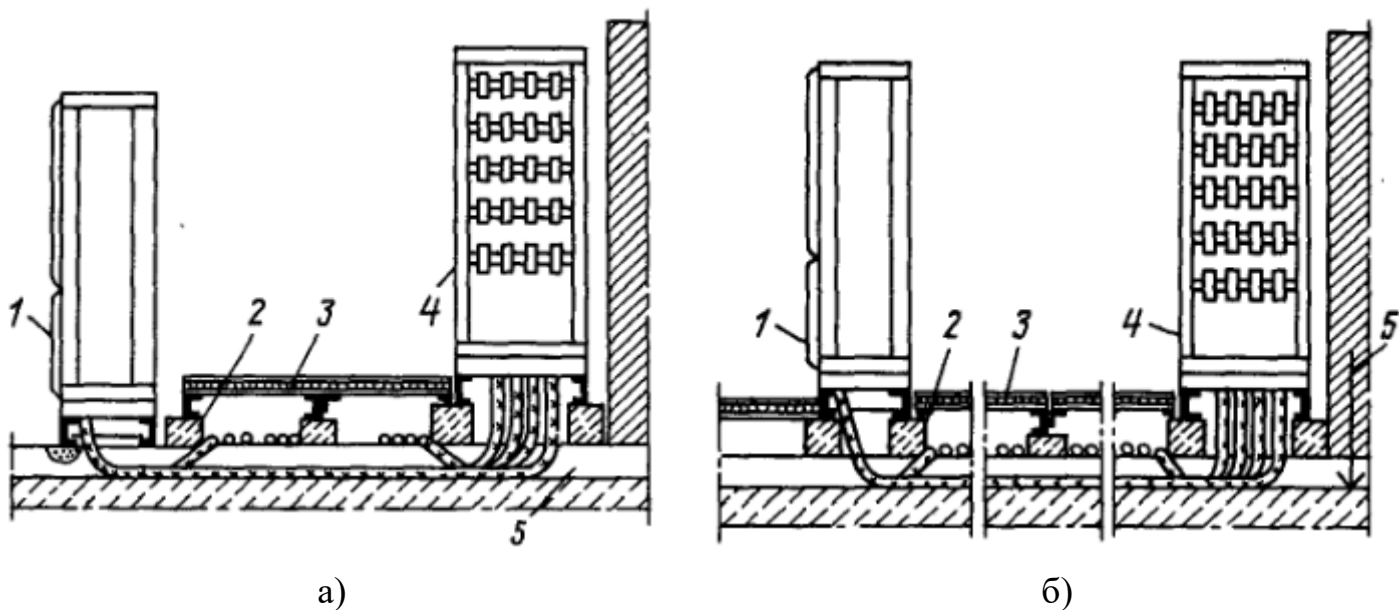
Для установки місцевих і агрегатних щитів в будівельному завданні передбачається установка в будівельних підставах заставних елементів (деталей). Непараллельність робочих площин останніх відносно площини чистої підлоги не повинна перевищувати значень, що обумовлюють відхилення вертикальних ліній щитів більш ніж на 1° . Ця умова забезпечується в тому випадку, коли перепади висот сторін закладного елемента будуть не більше 15 мм на 1 м фронту установки. Припустимо невелике викривлення лінії протяжного закладного елемента (швелера, кутника), якщо його прогин не перевищує допуску на установчі розміри, зазначені в установчому кресленні.

Підведення електричних і трубних проводок, розташованих зверху щитів, виробляють по конструкціях, закріпленим на стінах або безпосередньо на щитах. Проведення під щитами прокладають в каналах, трубах, а також по лотковим або збірним кабельних конструкціях в подвійному підлозі.

Поширені два варіанти установки щитів на подвійному підлозі; нижче позначки подвійного статі (рис. 4.2, а) і на позначці подвійного статі (рис. 4.2, б). При установці щита нижче позначки подвійного статі задня яку обслуговує частину щита виявляється втопленою на глибину 250 - 300 мм. Однак це не викликає

експлуатаційних незручностей, так як доступ до контактних затискачів у місцях кріплення кабелів і труб до інших пристроїв, розташованим в нижній частині щита, не ускладнений.

Додатковий підйом статі перед фасадом щита при даному варіанті установки не потрібно. При установці щита нижче позначки подвійного статі на чорному підлозі защитного простору доцільно влаштовувати канали глибиною 50 - 70 мм, шириною 300 - 500 мм, розташовані перпендикулярно осі щита управління. Наявність таких каналів дає можливість здійснити прохід кабелів під раму щита, а також прокладку взаємно перетинаються кабелів в різних площинах. Канали виконують в шарі бетону, що укладається на чорна підлога по всій площі защитного простору, і їх пристрій поєднують з установкою в шарі бетону заставних елементів для кріплення підтримуючих конструкцій (рам, що направляють) в разі їх застосування. При установці щитів на позначці подвійного статі вони виявляються піднятими над відміткою чорного статі, що викликає необхідність або підйому підлоги по всій площі приміщення, або пристрої ступінчастою височини перед фасадом щита шириною 2-2,5 м. До недоліків установки щитів за цим варіантом слід віднести пристрій ступінчастою височини, що знижує зручність обслуговування щитів; підняття підлоги по всій площі приміщення веде до подорожчання будівництва через складної конструкції підлоги.



1 - щит панельний з каркасом; 2 - бетонна опора; 3 - настил подвійного статі; 4 - статив з апаратами; 5 - відмітка чорної підлоги

Рисунок 4.2- Установка щита управління нижче позначки подвійного статі (а) і на позначці подвійного статі (б)

При розташуванні щитового приміщення на першому поверсі будівлі для прокладки кабелів передбачають кабельні канали в захітовом просторі і під щитом управління. Площа перетину каналів вибирають в залежності від числа кабелів, що прокладаються. Глибина каналів повинна бути не більше 500 мм. Поряд з пристроєм каналів необхідно передбачати установку опорних конструкцій і закладних елементів для монтажу щитових конструкцій.

У будівельному завданні повинні бути також передбачені отвори для введення електричних і трубних проводок в приміщення і монтажні отвори для подачі щитових конструкцій, включаючи укрупнені секції останніх, укомплектовані приладами, апаратами і проводками.

4.4 Монтаж щитів, пультів і стативів

До початку робіт з монтажу щитів, пультів і стативов необхідно перевірити будівельну та технологічну готовність проектної позначки, до цього часу повинні бути виконані підготовчі роботи, змонтовані металокопструкції для установки малогабаритних щитів і плоских стативов.

До таких металокопструкцій відносяться:

- перфоровані, наприклад, Z-образні, профілі для установки на стіні;
- хомути для обв'язки колон;
- підставки для установки на підлозі.

Зазначені установчі металокопструкції закріплюють або на попередньо встановлених заставних елементах, або за допомогою СМП, пластмасових дюбелів або зварюванням. Електричні і трубні проводки повинні бути прокладені і підведені до місць установки щитових конструкцій. Кінці електричних і пневматичних кабелів укладають так, щоб, по-перше, вони не заважали установці і закріпленню щитів, по-друге, була виключена можливість їх механічного пошкодження при такелаж щитів, пультів і стативов, а також при їх фіксації електрозварюванням до заставних елементів. Чи не повинні створювати перешкод монтажу щитових конструкцій кінці металевих труб. Щити повинні бути розміщені так, щоб виключалася необхідність додаткових такелажні роботи під час їх монтажу. Конкретні місця розміщення щитових конструкцій обумовлюють їх установку на різних будівельних підставах (рис. 4.3). Особливості останніх, а також копструкція опорних частин щитів, пультів і стативов визначають метод їх закріплення (рис. 4.4).

Існують два основні методи закріплення:

- розбірний;
- нерозбірний.

Для плоских стативов і допоміжних панелей застосовують комбінований метод, при якому опорна рама виробу приварюється до закладних елементів, а корпус виробу фіксується різьбовими з'єднаннями.

Щитові конструкції повинні поставлятися на об'єкт в закінченому для монтажу вигляді, а саме:

- з апаратами і установочними виробами;
- з внутрішньої електричної і трубної проводками;
- з конструкціями для установки і кріплення приладів;
- з кріпильними виробами для побудови та встановлення щитових конструкцій на об'єкті.

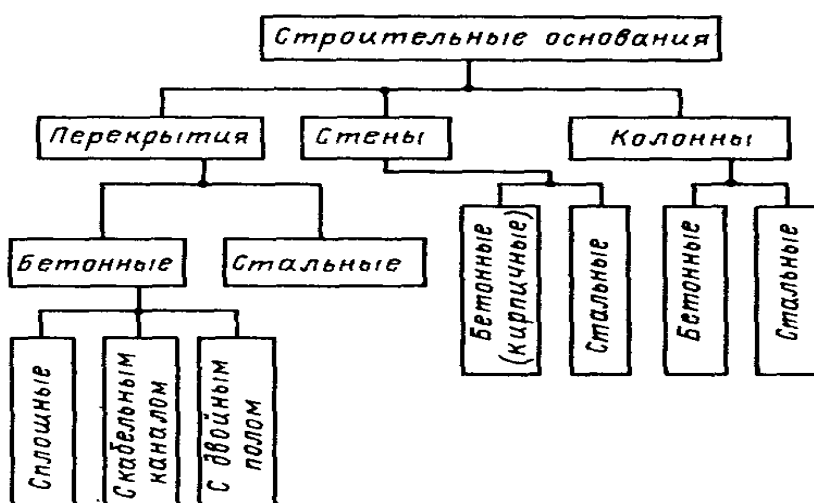


Рисунок 4.3- Будівельні підстави, на яких монтують щити, пульти і Стативи

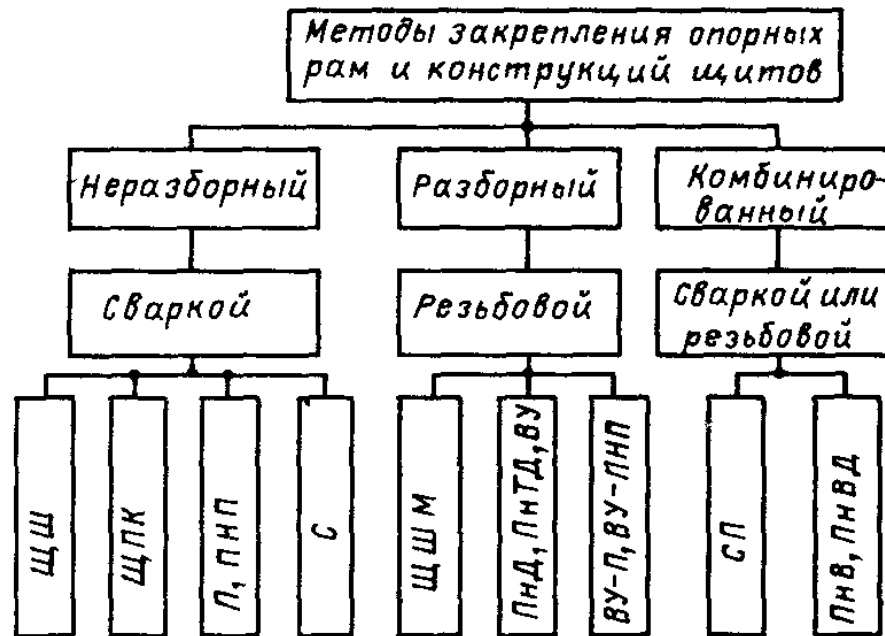


Рисунок 4.4- Методи закріплення щитів, пультів і стативов до будівельних основ

При монтажі щити, пульти і Стативи повинні бути встановлені у вертикальне положення, перед закріпленням їх необхідно вивірити за рівнем і схилу. Допустиме відхилення при цьому не повинно бути більше 1° в будь-яку сторону. Каркаси і допоміжні елементи складових щитів повинні бути скріплені між собою роз'ємними з'єднаннями. Зазори між сполучаються поверхнями не повинні перевищувати 2 мм на 1 м довжини. Кріплення каркасів і допоміжних елементів суміжних щитів, пультів, стативов між собою виконують в два етапи після вивірки за рівнем і схилу. На першому етапі виконують попереднє поєднання (за допомогою борідка) отворів в стійках каркаса суміжних щитів, стативов. Овальність отворів дозволяє, не виймаючи борідка, вставити в цей же отвір гвинт, після чого наживити гайку для щитів ЩПК, ЩШ і стативов С; цю роботу рекомендується починати з отворів на задніх стійках і верхній рамі каркаса як найбільш доступних. На другому етапі після установки всіх гвинтів останні рівномірно затягують. Установку декоративних панелей ПНД-ЩПК і ПНТД-ЩПК слід виконувати після кріплення щитів між собою і остаточного кріплення їх до заставних елементів. При необхідності установки приладів на об'єкті цю роботу виконують після кріплення щитових конструкцій до заставних елементів. Зварні шви в місцях кріплення повинні бути зачищені. На місця зварювання повинні бути нанесені лакофарбові покриття. Дефекти, що утворилися в процесі монтажу щитових конструкцій, повинні бути усунені. Ослаблені нарізні сполучення повинні бути затягнуті до упора. На другому етапі після установки всіх гвинтів останні рівномірно затягують. Установку декоративних

панелей ПНД-ЩПК і ПнТД-ЩПК слід виконувати після кріплення щитів між собою і остаточного кріплення їх до заставних елементів. При необхідності установки приладів на об'єкті цю роботу виконують після кріплення щитових конструкцій до заставних елементів. Зварні шви в місцях кріплення повинні бути зачищені. На місця зварювання повинні бути нанесені лакофарбові покриття. Дефекти, що утворилися в процесі монтажу щитових конструкцій, повинні бути усунені. Ослаблені нарізні сполучення повинні бути затягнуті до упора. На другому етапі після установки всіх гвинтів останні рівномірно затягують. Установку декоративних панелей ПНД-ЩПК і ПнТД-ЩПК слід виконувати після кріплення щитів між собою і остаточного кріплення їх до заставних елементів. При необхідності установки приладів на об'єкті цю роботу виконують після кріплення щитових конструкцій до заставних елементів. Зварні шви в місцях кріплення повинні бути зачищені. На місця зварювання повинні бути нанесені лакофарбові покриття. Дефекти, що утворилися в процесі монтажу щитових конструкцій, повинні бути усунені. Ослаблені нарізні сполучення повинні бути затягнуті до упора. При необхідності установки приладів на об'єкті цю роботу виконують після кріплення щитових конструкцій до заставних елементів. Зварні шви в місцях кріплення повинні бути зачищені. На місця зварювання повинні бути нанесені лакофарбові покриття. Дефекти, що утворилися в процесі монтажу щитових конструкцій, повинні бути усунені. Ослаблені нарізні сполучення повинні бути затягнуті до упора. При необхідності установки приладів на об'єкті цю роботу виконують після кріплення щитових конструкцій до заставних елементів. Зварні шви в місцях кріплення повинні бути зачищені. На місця зварювання повинні бути нанесені лакофарбові покриття. Дефекти, що утворилися в процесі монтажу щитових конструкцій, повинні бути усунені. Ослаблені нарізні сполучення повинні бути затягнуті до упора.

Затягування різьбових з'єднань виконують за допомогою гайкових ключів і викруток. Застосування для цих цілей універсальних інструментів (пассатижей, плоскогубців і т. П.) Не допускається. Порушені контактні з'єднання повинні бути відновлені так, щоб якість відновленого з'єднання було ідентично непорушеному з'єднанню. Слід також відновити лакофарбові покриття в разі їх пошкодження при монтажі щитової конструкції.

Після закінчення монтажних робіт одного щита, пульт або статив повинен бути підданий ретельній прийманню. У процесі останньої необхідно перевірити: комплектність щитової конструкції; правильність її розміщення, кріплення складових частин між собою і до заставних елементів; якість установки і кріплення приладів, введених кабелів і труб. Щитові конструкції вважають підготовленими до здачі в експлуатацію, якщо проведені в повному обсязі перевірки дали позитивний результат.

4.4.1 Особливості монтажу щитів, пультів і стативов в технологічних приміщеннях

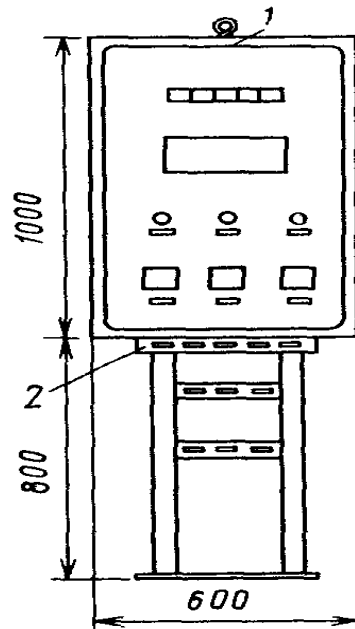
Місцеві й агрегатні щити розташовують в чистих і сухих приміщеннях, не схильних до впливу агресивних середовищ, в місцях, зручних для спостереження за керованим технологічним обладнанням. Проходи між обслуговуються сторонами щитів, пультів і стативов і обладнанням або стінами, а також між ними і дверима щитових конструкцій повинні бути не менше 0,8 м (в окремих місцях допускається зменшення ширини проходів до 0,6 м); висота проходу у світлі - не менше 1,9 м; відстань між стінами і необслуговуваних щитами шафового типу не регламентується. Відстань між малогабаритними щитами, що встановлюються на одній стіні або конструкції, не регламентується. При установці малогабаритних шафових щитів на стіні відстань між щитом і стіною повинна бути мінімальною, але не менше 100 мм.

Примикають до стіни щити, що складаються з щитів, відкритих з двох сторін, і які мають двері секційні щити довжиною по фронту понад 7 м повинні мати два виходи. При довжині більше 60 м потрібні додаткові виходи, щоб відстань (по довжині) між виходами не перевищувало 30 м. Ширина дверей повинна бути не менше 0,75 м, висота - не менше 1,9 м.

Малогабаритні щити розміщують на такій висоті, щоб горизонтальні осі приладів, встановлених на щитах, перебували в межах наступних відстаней від статі:

- показують прилади і сигнальна арматура - 800-2100 мм;
- самописні прилади - 1000-1600 мм;
- органи управління - 700-1600 мм;

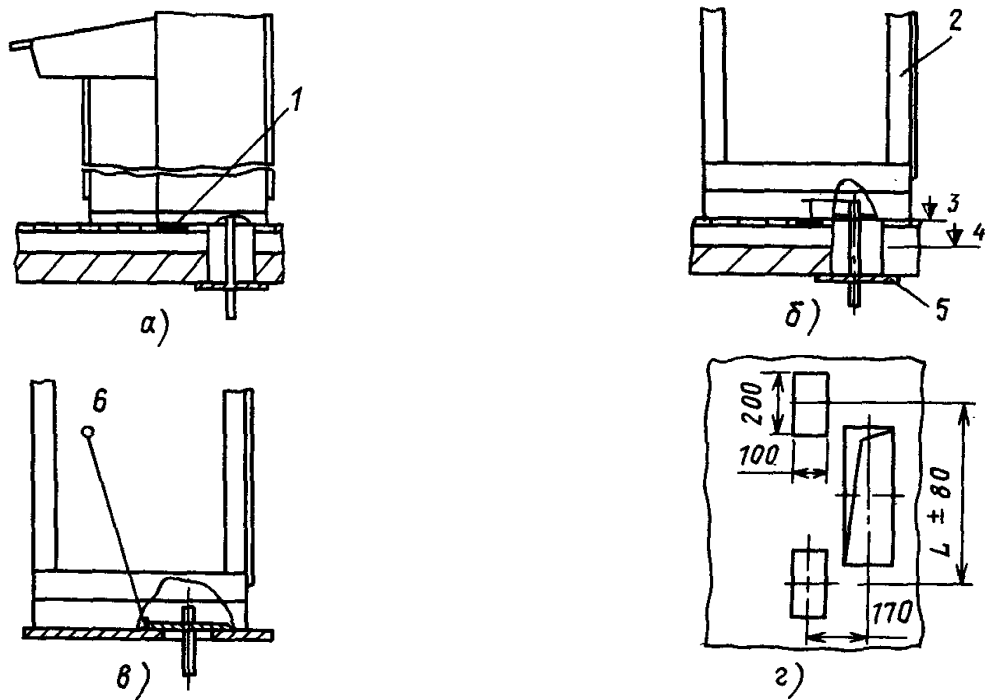
При цьому забезпечуються необхідні зручності монтажу і експлуатації щитів, а також приладів і апаратів, встановлених на них (рис. 4.5).

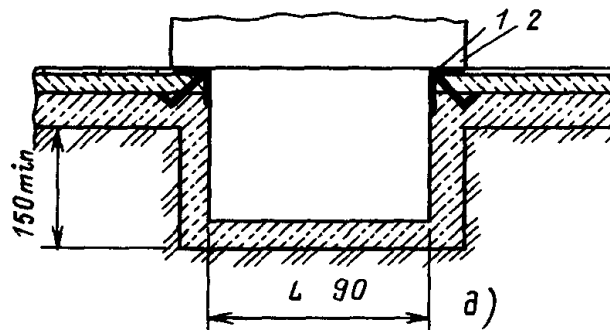


1 - щит; 2 - стійка;

Рисунок 4.5 - Приклад установки малогабаритного щита

Установка щитових конструкцій на різних будівельних підставах показана на малюнках 4.6 і 4.7, що ілюструють найбільш прогресивний і продуктивний спосіб закріплення - привваркой до простих заставних елементів, що встановлюються врівень з рівнем чистої підлоги.



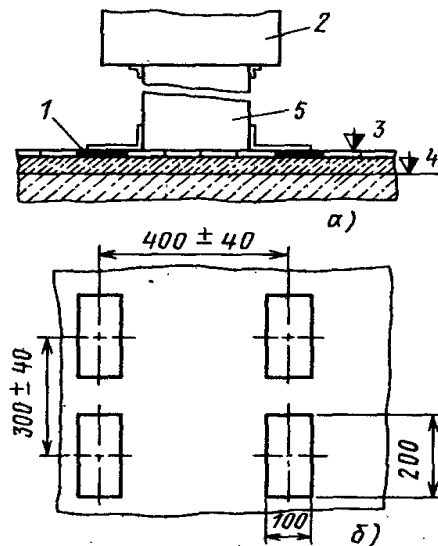


а - установка пульта на суцільному бетонному перекритті; б установка щита, статива на суцільному бетонному перекритті; в - установка щита, статива на сталевому перекритті; г - розміщення закладних елементів для установки щитової конструкції на суцільному бетонному перекритті; д - установка щитової конструкції на бетонному перекритті з кабельним каналом; 1 - закладений елемент; 2 - щит - статив; 3 - рівень чистого статі; 4 - рівень чорного статі; 5 - плита з патрубками; 6 - зварювання по ГОСТ 5264-80 - НІ-3-40 / 200

Рисунок 4.6- Установка пультів, щитів і стативов на будівельних підставах

Опорні рами для пультів (в силу їх конструктивних особливостей) виготовляють в процесі підготовки будівництва. Заставні елементи на суцільних бетонних підставах, на яких найбільш часто кріплять щитові конструкції, являють собою сталеву пластину з привареними до неї «вусами» для замонолічування. Така конструкція не вимагає високої точності установки як самого елемента, так і щитової конструкції, що дуже важливо, якщо врахувати можливості загальнобудівельних організацій, що працюють з точністю, яка вимірюється сантиметрами, тоді як при болтове закріпленні щитів була потрібна точність в міліметрах і навіть їх частках (рис. 4.6, 4.7). Великою величиною L на рис. 4.6 позначена ширина або глибина щитової конструкції. Допуски на рис. 4.6 показані в міліметрах. Малогабаритні щити в залежності від розташування можуть бути встановлені також на цегляній,

При наявності вібрації, яка може порушити нормальну роботу приладів або апаратів, щити обладнають амортизаторами або встановлюють на окремих підставах.



1 - закладений елемент; 2 - щит; 3 - рівень чистого статі; 4 - рівень чорного статі;
5 - підставка

Рисунок 4.7 - Установка малогабаритного щита на бетонном перекрытии

Місцеві агрегатні щити нормального виконання, що встановлюються у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, необхідно продувати повітрям, надлишковий тиск якого всередині продувається щита повинна складати не менше 250 Па. Щити, що знаходяться під надлишковим тиском, повинні мати блокування, що відключає щит або подає сигнал у разі зменшення надлишкового тиску.

Для контролю та управління агрегатами, розташованими в технологічних приміщеннях з агресивним середовищем і сильно запиленої або вологою атмосферою, щити і пульти встановлюють в окремих приміщеннях або кабінах, ізольованих від атмосфери цеху; щоб уникнути проникнення пилу там підтримується надлишковий тиск.

4.4.2 Особливості монтажу щитів, пультів і статуров в спеціальних приміщеннях

Компонування центральних щитів і пультів залежить від їх загальної довжини по фронту, характеру і частоти використання засобів інформації і органів управління, встановлених на них.

Виходячи з викладених умов застосовують такі варіанти компоновки щитів. Щити прямокутної форми застосовують, коли вони бачаться з робочого місця оператора під допустимими кутами огляду. Оптимальний кут огляду в горизонтальній площині 30° (зона ефективною видимості); допустимий кут огляду в горизонтальній площині 90° при розташуванні робочого столу або постійно

обслуговується пульта оператора (диспетчера) проти середини фронту щита (рис. 4.8).

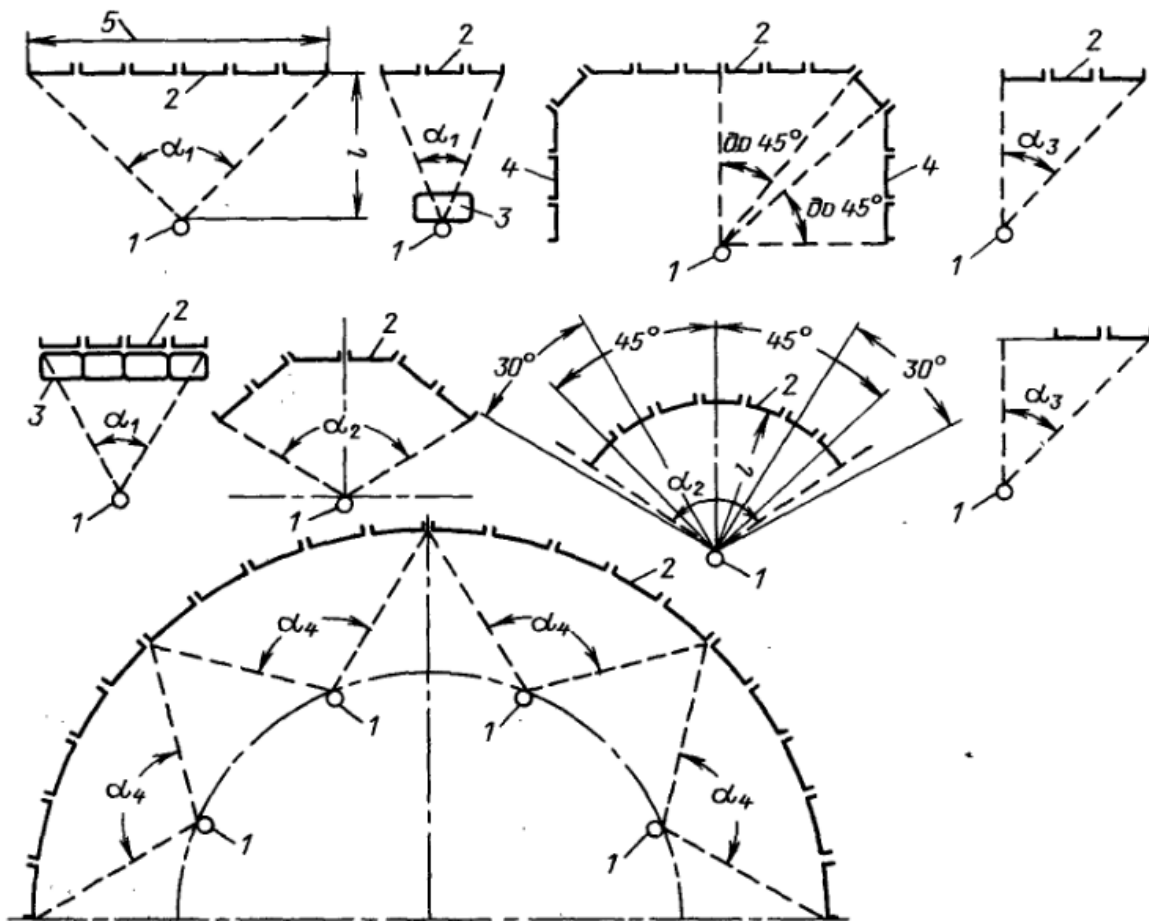
Рекомендована дистанція огляду і зчитування показань:

- приладів з дрібною шкалою і ножевидний стрілкою 1-2 м;
- приладів з добре видимими шкалами і покажчиком 2-4 м;
- для мнемонічних схем 4-5 м.

У кожному конкретному випадку дистанція обслуговування розраховується за найбільш важливим приладів, інформація з яких часто зчитується.

При виконанні розрахунку дистанції обслуговування кутовий розмір зчитувальних цифрових знаків шкали слід приймати рівним $20' 40''$; кутовий розмір ділення шкали дорівнює $8-9'$. Кутовий розмір основних символів мнемосхеми повинен бути не менше $20'$. При куті огляду прямолінійного щита, що перевищує 90° , бічні панелі розгортають по відношенню до оператора. При компонуванні щитів слід прагнути до того, щоб кожна панель щита була перпендикулярна лінії очей оператора. Оптимальною є багатогранна форма щита, вписується в частину дуги кола (рис. 4.8).

При обслуговуванні щита з приладами, інформація з яких часто зчитується одним оператором (диспетчером), радіус частини окружності, в яку вписується щит, не повинен бути більше 5 м. Робоче місце оператора (диспетчера) розташовується в центрі кола. Рекомендований кут огляду багатогранного щита для одного оператора до 120° , максимальний 180° . При цьому на крайніх щитах встановлюють засоби інформації, які використовуються найбільш рідко.



1 - робоче місце оператора; 2 - щит; 3 - пульт; 4 - панелі щита для установки приладів рідкісного використання; 5 - розмір фронту панелей; 1 - дистанція спостереження: α_1 - кут огляду оптимальний 30° , допустимий 90° ; α_2 - кут огляду допустимий до 120° ; α_3 - кут огляду допустимий до 45° ; α_4 - рекомендований кут огляду 90°

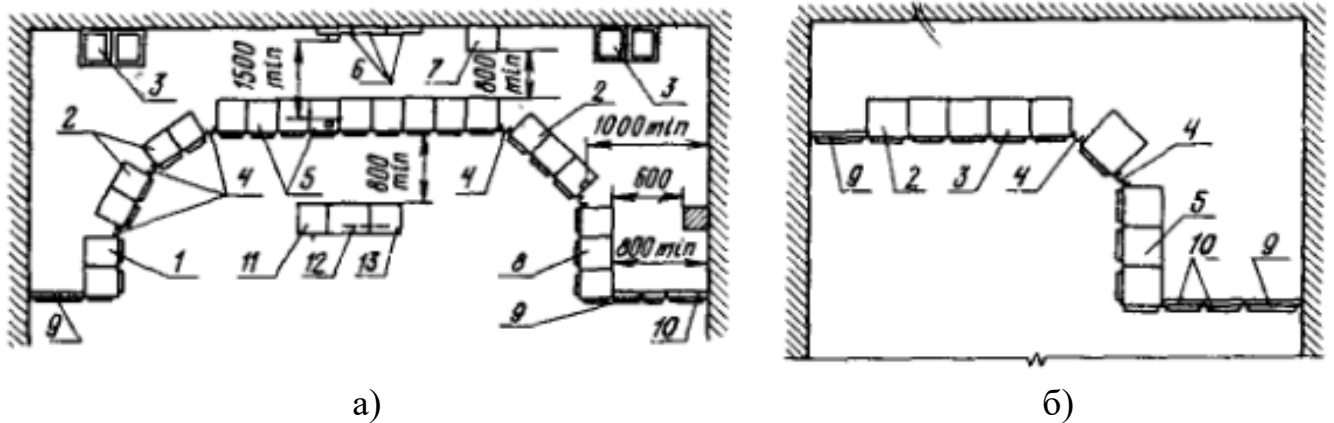
Рисунок 4.8- Розташування щитів і пультів щодо робочого місця оператора

Номенклатура панельних щитів з каркасом, а також допоміжних щитів конструкцій дозволяє виконувати центральний щит практично будь-якої форми в плані (рис. 4.9). При цьому рекомендується: повороти щита по фронту виконувати під кутом $15, 30, 45^\circ$; примикання торцевої частини щита до фронтальної виконувати під кутом 90° .

В окремих випадках, обумовлених вимогами технічної естетики, допускається примикання торцевої частини щита до фронтальної з кутом повороту, відмінним від 90° .

Повороти пультів по фронту слід виконувати під кутами 15 і 45° . Повороти фронту центрального щита і пультів повинні бути виконані із застосуванням кутових вставок (рис. 4.9, 4.10).

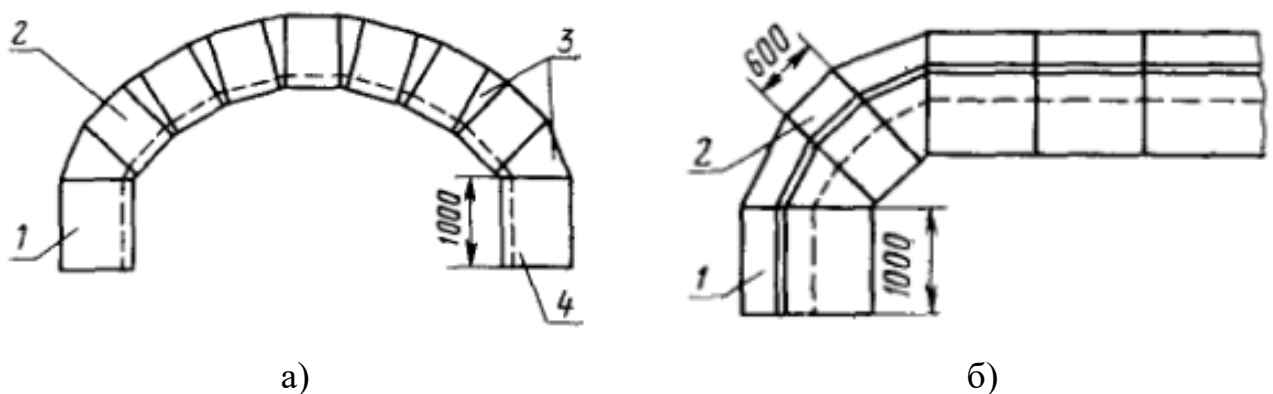
При установці щитів різних типів і постачальників в лінії фронту центрального щита необхідно забезпечувати ідентичність виконання їх фасадів в частині колірною рішення, обробки поверхні, написів і т. П.



а) багатогранний фронт щита; б) кутовий фронт щита;

1 - щит панельний з каркасом двосекційний, закритий з лівого боку, ЩГ1К-2-3О; 2 - щит панельний з каркасом двосекційний з поворотними рамами ЩПК-2; 3 - статур двосекційний С-2; 4 - вставка кутова ВУ; 5 - щит панельний з каркасом трисекційний ЩПК-3; 6 - статур плоский СП; 7 - щит шафової малогабаритний ЩШМ; 8 - щит панельний з каркасом трисекційний, закритий праворуч, ЩПК-3-3П; 9 - панель допоміжна з дверима ПНВ-Д; 10 - панель допоміжна ПНВ; 11 - пульта лівий П-Л; 12 - пульта середній П-З; 13 - пульта правий П-П

Рисунок 4.9 - Приклади компонування центрального щита

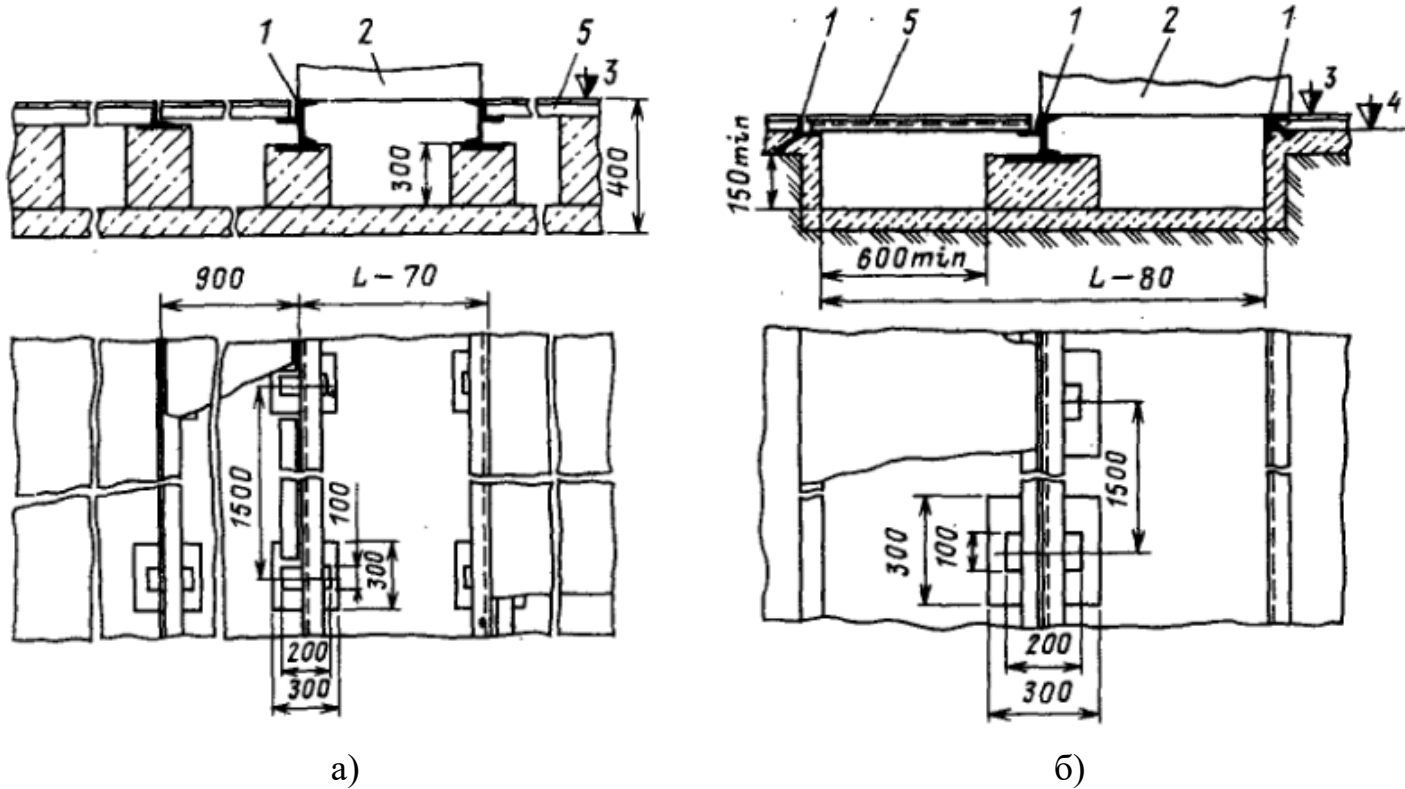


а) багатогранний фронт пульта; б) кутовий фронт пульта;

1 - лівий пульта; 2 - середній пульта; 3 - кутова вставка з пультам; 4 - правий пульта

Рисунок 4.10 - Приклади компонування пульта

Для установки щитів і статуров в спеціальних приміщеннях передбачають подвійні підлоги (рис. 4.11), що дозволяють прокласти лінії зв'язку в межах приміщення в будь-яких необхідних напрямках. У невеликих приміщеннях, наприклад локальних приміщеннях управління, апаратних і т. П., Щитові конструкції встановлюють над каналами (рис. 4.11). Розмір L на рис. 4.11, а) позначає глибину щита, а на рис. 4.11, б) - ширину каналу. Допуски на малюнках приведені в міліметрах.



1 - закладений елемент; 2 - щит, пульт, статур; 3 - рівень чистого статі;
4 - рівень чорного статі; 5 - знімна плита статі

Рисунок 4.11 - Установка щита, пульта, статура над каналом в спеціальному приміщенні

4.4.3 Уведення в щити, пульти і Статури електричних і трубних проводок

Монтаж введів електричних і трубних проводок в щитові конструкції являє собою комплекс різних робіт:

- 1) підготовку місць введів і установку спеціальних виробів (сальників, введів, з'єднувачів, патрубків і т. п.);

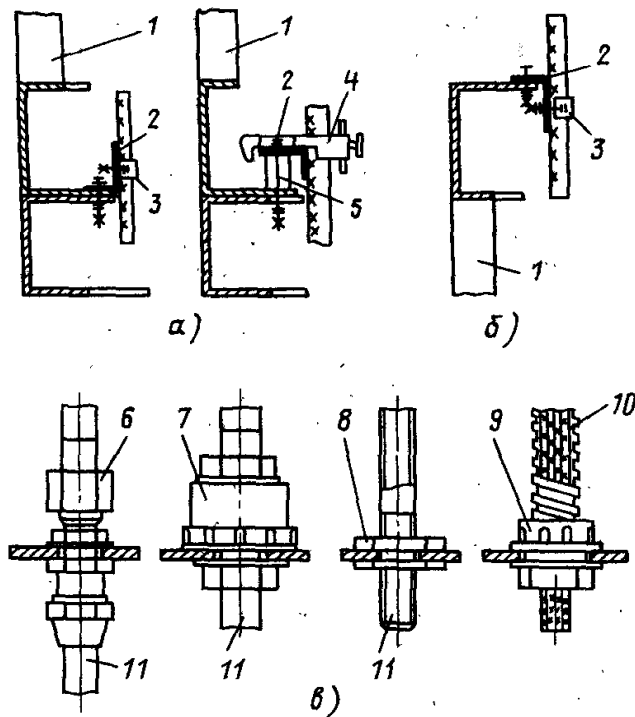
- 2) прокладку і закріплення електричних кабелів з розбиранням кінців від місця введення до збірок контактних затискачів, прокладку пучків проводів по тій же трасі або прокладку пневматичних кабелів і труб до збірок перебиральних з'єднувачів;
- 3) приєднання жил кабелю або проводу до збірок контактних затискачів з прозвонкою і маркуванням жил або приєднання труб до збірок перебиральних з'єднувачів з маркуванням і в необхідних випадках - з продувкою.

Труби, дроти та кабелі підводять до щитової конструкції в тому ж порядку, в якому вони згруповані в приміщенні. Уведення електричних і трубних проводок показані на рис. 4.12. Введення проводок знизу у відкритий проріз щитової конструкції (крім малогабаритних щитів) здійснюють без спеціальних вступних пристроїв (сальників, муфт і т. П.). В даному випадку введенням є закріплення введеної проводки (кабелю, захисної труби) в нижній частині щита, пульта, станина на спеціальному косинці (рис. 4.12, а і б). Прохід електричних проводок, а також капілярів манометричних термометрів через дахи шафових щитів, включаючи малогабаритні, виконують через сальники, вводи, втулки і т. П. (Рис. 4.12, в). Уведення трубних проводок через дахи шафових щитів виконують аналогічно електричним, а також через перебіркові з'єднувачі. Уведення трубних проводок в ЩПК і Стативи здійснюють приєднанням труб до збірок перебиральних з'єднувачів. Трубні проводки, передбачені робочою документацією, прокладають по верху щитів і станин після закріплення декоративних панелей, а при їх відсутності після закріплення щитів. При цьому необхідно вжити заходів, що виключають можливість пошкодження лакофарбового покриття та деформації елементів щитів.

Неброньовані кабелі, труби з кольорових металів та пластмасові, що вводяться в малогабаритні щити знизу, повинні бути захищені від механічних пошкоджень. Захисні трубопроводи вводять через патрубки з водогазопровідних труб, які закріплюють на дахах щитів контргайками.

Термо електродний дроти підводять до приладів, встановлених в щитових конструкціях, минаючи збірки контактних затискачів. Ці дроти, а також кабелі закріплюють в щитах способом, прийнятим при виконанні комутації щита.

У всіх випадках введення рекомендується розташовувати на відстані близько 150 мм від стінок щита.



а) кріплення електричних проводок знизу щитової конструкції;

б) кріплення електричної проводки зверху щита, статива;

в) прохід електричних і трубних проводок через кришку щита;

1 - стійка каркаса щита; 2 - перфорований кутник УП 42x25; 3 - скоба СО (БС2, СД); 4 - кабельний притиск ПКТ; 5 - втулка з труби; 6 - перебірковий з'єднувач; 7 - сальник; 8 - контргайка; 9 - з'єднувач металорукава СМК; 10 - металорукав; 11 - труба

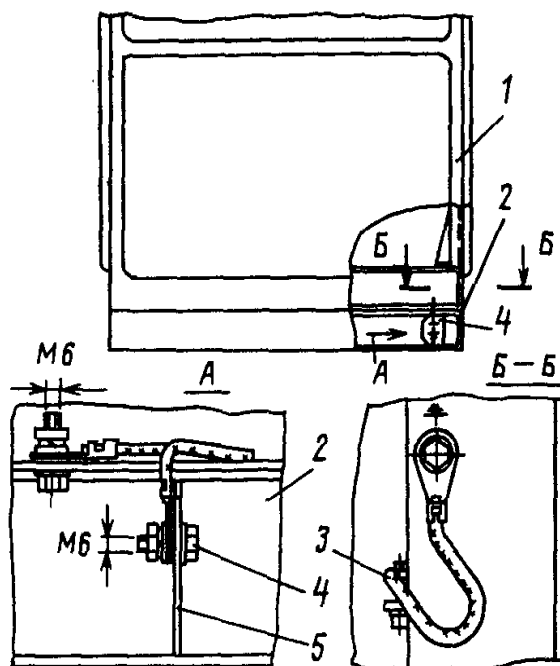
Рисунок 4.12 - Уведення в щити, пульти і стативи електричних і трубних проводок

4.5 Занулення і заземлення щитів, пультів і стативов

Відповідно до вимог щити, пульти і Стативи повинні мати заземлювальний затискач, що дозволяє приєднання нульового захисного або заземлюючого провідника з кольорового металу (мідні, алюмінієві жили проводів і кабелів) і стали (сталеві смуги).

Металеві елементи щитових конструкцій, в тому числі деталі для монтажу апаратів і проводок, повинні мати надійне електричне з'єднання із заземлювальним затискачем, що забезпечує безперервну електричний ланцюг. Значення опорів між заземлювальним затискачем і елементами щита, включаючи деталі для монтажу апаратів і проводок, не повинно перевищувати 0,100 Ом.

Електричне з'єднання каркаса шафових і панельних з каркасом щитів, статуров, допоміжних елементів ПНВ і ПнВД із заземлювальним затискачем в їх опорних рамах повинно бути виконано гнучким провідником за робочими кресленнями конструкторської документації (рисунок 4.13).

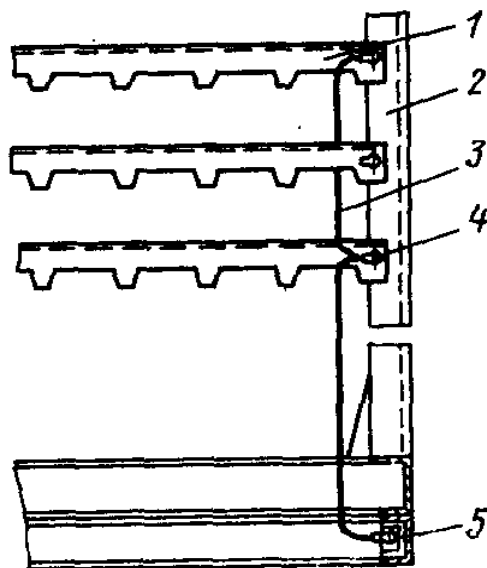


1 - каркас; 2 - опорна рама; 3 - гнучка шина; 4 - заземлювальний затискач; 5 - спеціальна пластина

Рисунок 4.13 Електричне з'єднання каркаса щита або статура з опорною рамою

При лакофарбовому покритті частин каркаса їх електричне з'єднання з деталями для монтажу апаратів і проводок забезпечують:

- 1) гнучким нерозрізаним провідником, що приєднуються до всіх встановлених основним металевих деталей для монтажу апаратів і проводок в місці їх кріплення до каркасу і до заземлювального затискача щита, пульта або статура (рисунок 4.14);
- 2) контактним тиском гвинтів, що кріплять металеві деталі до стійок каркаса. При цьому на даних стійках поверхні сполучення з деталями повинні бути зачищені від лакофарбового покриття, наприклад, циліндричним зенкером.



- 1 - металева основна деталь (кутник, скоба) для монтажу апаратів і проводок;
 2 - стійка каркаса щита; 3 - гнучкий нерозрізаний провідник; 4 - кабельний
 наконечник; 5 - заземлювальний затискач щита

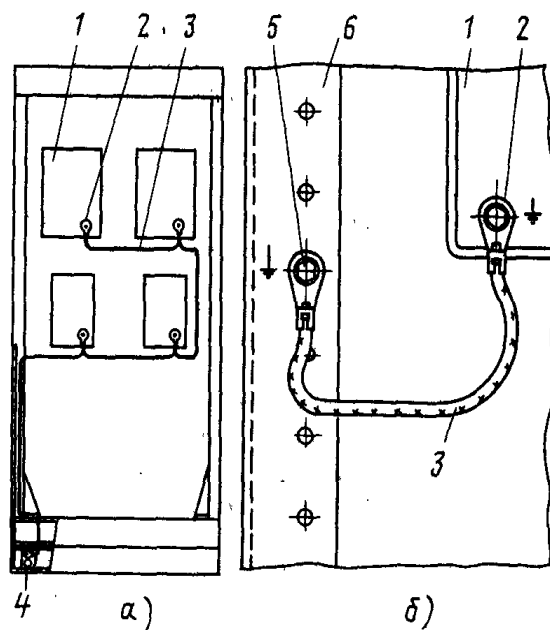
Рисунок 4.14 - Приклад електричного з'єднання металевих деталей для монтажу апаратів і проводок з каркасом щита

Занулення (заземлення) корпусів пристроїв, що мають спеціальні висновки «земля», виконують гнучким нульовим захисним провідником, передбаченим робочою документацією. З'єднання висновків «земля» пристроїв із заземлювальним затискачем щита виконують гнучким нерозрізаним нульовим захисним провідником, на якому змонтовано необхідне число кабельних наконечників. Останні монтують на відстанях, що відповідають розташуванню зануляють пристроїв і дозволяють виконати приєднання без натягування провідника (рис. 4.15). Для приєднання нульового захисного провідника до стійки каркаса щита поверхню у монтажному отвору в стійці, призначеного для установки заземлюючого затискача, зачищають від лакофарбового покриття.

Металеві корпуси пристроїв, що підлягають занулення, але які не мають спеціальних висновків «земля», повинні мати електричне з'єднання з металевими деталями, на яких вони встановлені.

Занулення (заземлення) щитових конструкцій в цілому повинно здійснюватися шляхом приєднання щитів, пультів і статур до близько розташованим заземлюючих провідників мережі занулення (заземлення) об'єкта або металоконструкцій виробничого призначення, металевим відкритим трубопроводах всіх призначень, крім трубопроводів з горючими і вибухонебезпечними сумішами, каналізації та центрального опалення. Занулення щитових конструкцій може бути

виконано також приєднанням до заземлювального затискача цих конструкцій робочого нульового проводу живильної електричної мережі.



а) з'єднання із заземлювальним затискачем щита; б) з'єднання із заземлювальним затискачем на стійці каркаса щита або статива;

1 - прилад (апарат); 2 - кабельний наконечник; 3 - нульовий захисний нерозрізаний провідник; 4 - заземлювальний затискач щита; 5 - заземлювальний затискач на стійці каркаса щита або статива; 6 - стійка каркаса щита або статива

Рисунок 4.15- Заземлення приладів і апаратів, що мають спеціальний висновок «ЗЕМЛЯ»

Лекція 5 - МОНТАЖ ЕЛЕКТРОПРОВОДОК

5.1 Способи монтажу електричних проводок

Електричною проводкою (електропроводкою) називається сукупність проводів і кабелів з відносяться до них кріпленнями, що підтримують і захисними конструкціями, що забезпечують електричну зв'язок між приладами, апаратурою управління і іншими засобами автоматики. Відповідно до ПУЕ розрізняють:

- **відкриті** електропроводки, прокладені по поверхні стін, стель, за формами та іншим будівельним елементам;
- **приховані** електропроводки, прокладені в конструктивних елементах будівель (в стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях);

- **зовнішні** електропроводки, прокладені по поверхні стін будівель, між ними, під навісами, безпосередньо з технологічного устаткування.

Можливі також комбіновані способи монтажу електропроводок.

відкрита проводка проста і зручна тим, що будь-який її ділянка завжди доступний для ремонту і підключення нових струмоприймачів. Монтаж проводиться швидко, так як не пов'язаний з доданням стін і перегородок. Основний недолік такого монтажу електропроводок - мала естетичність, особливо для житлових, офісних і інших громадських приміщень. Однак сучасний асортимент монтажних аксесуарів дозволяє виключити цей недолік і, як правило, електропроводки систем автоматизації виконуються відкритим способом.

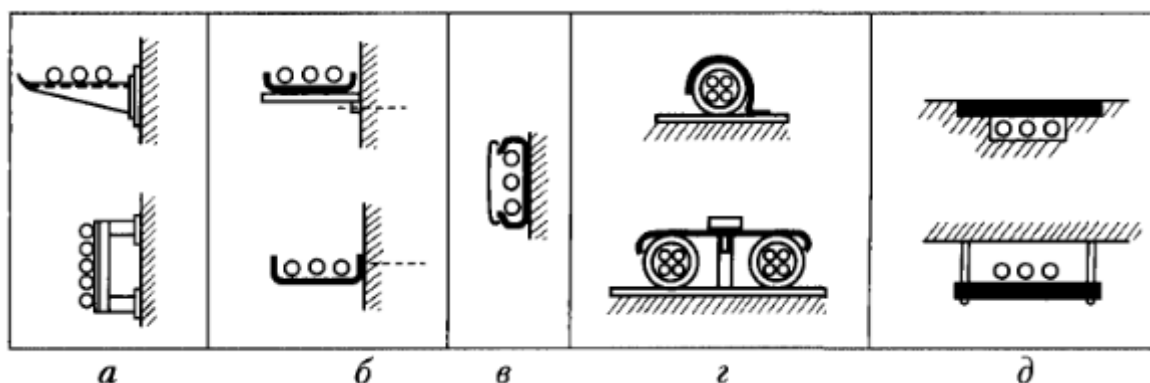
приховані проводки найбільш надійні і безпечні в експлуатації, так як розташовані в товщі вогнетривкого матеріалу (відсутність механічних впливів і утруднений доступ повітря). Основний недолік - неможливість без розкриття стін підключати нові струмоприймачі.

Електропроводки систем автоматизації виконуються кабелями і ізольованими проводами в такий спосіб.

1. Електропроводки відкритим способом всередині приміщень (рис. 5.1) виробляються: на кабельних конструкціях (кронштейнах, стійках, полицях) (а), на лотках (б), в закритих коробах (в), в пластмасових і сталевих захисних трубах (г), в кабельних каналах; в технічних каналах, наприклад, між перекриттям і підвісною стелею (д).

2. Зовнішні електропроводки виконуються таким же способом із застосуванням навісів, а також кабелем по естакадах, тунелях, в колекторах, землі (траншеях).

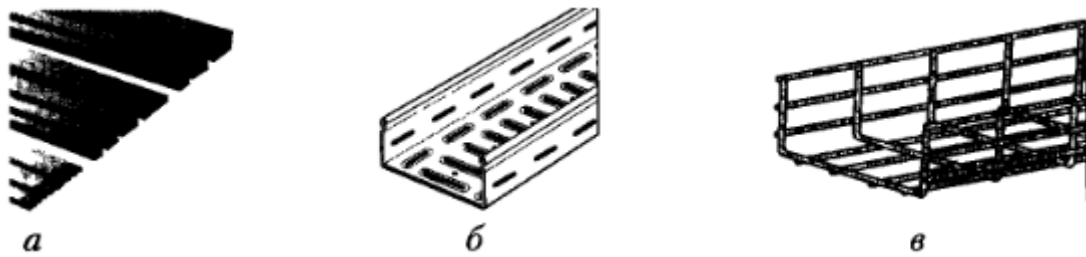
3. Прихована проводка виконується під штукатуркою, як правило, в пластмасових трубах.



а - на кабельних конструкціях; б - на лотках; в - в закритих коробах; г - в захисних трубах; д - в технічних каналах

Рисунок 5.1- Відкриті способи прокладки електропроводки

Для електропроводок у коробах або лотках використовуються як металеві, так і пластмасові коробки і лотки різних видів і перетину (рис. 5.2).



а - смуга перфорована; б - перфорований лоток; в - дротяний лоток

Рисунок 5.2 Короба і лотки для монтажу електропроводок

Короба є механічним захистом проводів і кабелів і надають відкритій проводці естетичний вигляд. Провід й кабелі повинні займати не більше 60% живого перетину короба, яке визначається по співвідношенню:

$$S \geq \frac{n \cdot d^2}{K}, \quad (5.1)$$

- де S - площа перетину короба, мм^2 ;
- n - число провідників;
- d - діаметр провідника, мм;
- K - 0,3 ... 0,6 - коефіцієнт заповнення.

Аналогічним способом розраховується перетин кабельного каналу, який може бути виконаний у вигляді забетонованої траншеї або полого плінтуса з внутрішніми перегородками.

Короба можуть кріпитися як за допомогою саморізів, так і на клей; прямі і кутові зчленування здійснюються за допомогою спеціальної фурнітури.

Лотки застосовуються для укладання кабелів при відкритій проводці або проводів, пов'язаних в пучки. Лотки зазвичай кріпляться на закладних конструкціях або на спеціальних кронштейнах. Кабелю і пучки укладаються в один шар. При цьому ширина лотка (H , Мм) вибирається, виходячи з умови:

$$H \geq n \cdot (d + 5) + 5, \quad (5.2)$$

- де n - число кабелів;
- d - діаметр кабелю, мм.

Електропроводки в захисних трубах застосовуються для прокладки проводів і неброньованих кабелів в тих випадках, коли недоцільно та не схвалюється корпорацією інші способи прокладки (в коробах, на лотках, відкриті кабельні проводки). Використовуються труби сталеві водогазопровідні з $D_u = 15-50$ мм (ГОСТ 3262-75) і електрозварні з $D_u = 20-50$ мм (ГОСТ 107104-76). Перевага віддається пластмасових труб, так як в цьому випадку не потрібно захисне заземлення.

Прихована проводка виконується під штукатуркою в пластмасових гофротруби. При цьому в стінці робиться канавка-штроб. У неї вкладається пластмасова гофротруба, яка «приморожують» алебастровим розчином або прикріплюється хомутиками з пластмаси. Пластмасові гофротруби для електромонтажу можуть поставлятися з вкладеним сталевим тросом (протяжкою). При прокладанні кабелю або проводів в такий гофротрубе необхідно з'єднати кінці троса-протягання і кабелю і протягнути трос із протилежного кінця труби. Трудомісткість протягання кабелю зменшується в 2-3 рази.

Вибір способу монтажу електропроводок залежить від багатьох факторів: умов навколишнього середовища, призначення приміщення, розташування обладнання, зручності обслуговування, екологічних факторів та ін. Однак, незалежно від способу прокладки, електропроводки не повинні створювати небезпеку для життя людей і ризик займання або вибуху. Крім цього, до електропроводок систем автоматизації застосовують ряд вимог.

5.2 Вимоги, що пред'являються до електропроводок систем автоматизації

5.2.1 Загальні вимоги

Електропроводки прокладають по найкоротших відстанях між сполучаються приладами н засобами автоматизації, паралельно стінам, перекриттям і колонам, з мінімальною кількістю поворотів і перетинів, зручно розташовують для монтажу і експлуатації, а також досить видаляють від місць з підвищеною температурою, технологічного обладнання та електрообладнання, силових та освітлювальних ліній, уникаючи перехрещення з іншими електропроводки і технологічними трубопроводами. Траса вибирається з урахуванням найменшого витрати проводів і кабелю. Електропроводки захищають від механічних пошкоджень, корозії, вібрації і перегріву; координують щодо будівельних споруд. Траса повинна бути узгоджена з установкою технологічного обладнання і прокладкою трас електропроводок електропостачання та силового обладнання.

Видалення трас електропроводок від споруд, технологічних трубопроводів і обладнання при паралельному прокладанні повинна бути не менше:

а) для відкритих електропроводок:

100 мм - від технологічних трубопроводів;

400 мм - від трубопроводів, що транспортують горючі рідини і газу;

б) для кабелів, що прокладаються в землі:

2000 мм від теплопроводів;

1000 мм від газопроводів і трубопроводів, які транспортують горючі рідини;

600 мм від фундаментів будівель;

1000 мм - від фундаментів і опор ліній передач до 1 кВ;

2000 мм - від деревних насаджень.

При перетині трас електропроводок з технологічними трубопроводами та обладнання видалення повинно бути:

а) для відкритих електропроводок:

50 мм - від технологічних трубопроводів;

100 мм - від трубопроводів, що транспортують горючі рідини і газу;

б) для кабелів, що прокладаються в землі:

500 мм - від тепло-, нафто- та газопроводів.

У електропроводках систем автоматизації допускається сумісне прокладання в одній захисній трубі, коробі, кабелі або в одному пучку проводів, прокладених на лотках, ланцюгів управління, регулювання, сигналізації, живлення напругою до 380 В змінного і 440 В постійного струму, включаючи ланцюги харчування і управління електродвигунів виконавчих механізмів і електроприводів засувки.

Не дозволяється сумісне прокладання:

- вимірювальних ланцюгів приладів і засобів автоматизації з проводками іншого призначення, які можуть створювати перешкоди, що перевищують допустимі;
- взаєморезервуються ланцюгів харчування;
- стаціонарно прокладаються ланцюгів харчування електрифікованого інструменту та освітлення щитів напругою до 42 В;
- ланцюгів систем пожежної автоматики;
- ланцюгів живлення електроприймачів особливої групи I категорії.

Можливість спільних прокладок в одній трубі, каналі, коробі, кабелі, пучку проводів вимірювальних ланцюгів з ланцюгами іншого призначення регламентується вказівками заводів-виготовлювачів.

Електропроводки систем автоматизації в коробах, лотках, захисних трубах (крім електропроводок протипожежних пристроїв) допускається прокладати поруч з аналогічно виконана електропроводка установок електропостачання, освітлення і силового електрообладнання, включаючи силові шинопроводи напругою до 1000 В.

При спільному прокладанні кабелів електропроводок систем автоматизації з силовими кабелями установок електропостачання та силового електрообладнання в каналах, тунелях і відкрито на кабельних конструкціях в виробничих приміщеннях і зовнішніх установках необхідно дотримуватися таких вимог:

- при двосторонньому розташуванні кабельних конструкцій (полиць) кабелі електропроводок систем автоматизації повинні розміщуватися по можливості на протилежному боці від силових кабелів;
- при односторонньому розташуванні кабельних конструкцій кабелі систем автоматизації повинні розміщуватися тільки під або над силовими кабелями, при цьому між ними слід ставити горизонтально розділові перегородки;
- кабелі електропроводок систем автоматизації з взаєморезервуються ланцюгами слід прокладати на різних полицях, розділених перегородками;
- розділові перегородки повинні бути вогнетривкими з межею вогнестійкості не менше 0,25 год.

В колекторах при прокладці кабелів електропроводок систем автоматизації спільно з силовими кабелями, кабелями зв'язку, водо-, тепло- і повітропроводами повинні дотримуватися такі додаткові вимоги:

- при дворядному розташуванні кабелів і трубопроводів з одного боку проходу повинні прокладатися зверху кабелі зв'язку, під ними теплопроводи; з іншого боку - зверху силові кабелі, під ними кабелі електропроводок систем автоматизації, внизу водопроводи;
- при однорядном розташуванні кабелів і трубопроводів зверху повинні бути розташовані силові кабелі, під ними кабелі електропроводок систем автоматизації, під ними кабелі зв'язку, внизу - водо- і теплопроводи.

Спільна прокладка в колекторах кабелів електропроводок систем автоматизації з газопроводами і трубопроводами, що містять легкозаймисті та горючі ж ід гості, не допускається.

У всіх випадках прокладки електропроводок систем автоматизації спільно з силовими кабелями установок електропостачання та силового електрообладнання електропроводки систем автоматизації, зокрема вимірювальні ланцюги, не повинні піддаватися неприпустимого впливу (магнітному і електричному) силових ланцюгів.

5.2.2 Кабельні електропроводки

У системах автоматики найширше використовують установочні проводи, силові кабелі, контрольні кабелі, кабелі управління і термоелектричні дроти. Останні використовуються виключно для подовження електродів термопар і далі не розглядаються.

Нижче наведені основні марки проводів і кабелів, що застосовуються в проектах автоматизації. Букви і цифри в марках проводів і кабелів містять

інформацію про їх споживчі властивості та умови використання. Тому при розшифровці марки проводу або кабелю в дужках наведені літери, відповідні тим чи іншим їх властивостям.

Проведення настановні й монтажні (Рис. 5.3) застосовуються в ланцюгах з змінною напругою до 450 В і частотою до 400 Гц або при постійній напрузі до 1 000 В.

Широко застосовуються марки проводів:

ПВ1- провід (П) з мідною жилою, з ПВХ ізоляцією (В). Приклад повного запису: ПВ1х1,5.

ПВ3- підвищеної гнучкості. Виготовляється одножильним або дво- трижильним. Приклади повного запису: ПВ3 1х2,5; ПВ3 2х2,5.

ППВ- провід з мідними жилами, з ПВХ ізоляцією, плоский (друга П), з роздільною основою. Випускається дво- трижильним і трижильним перетином від 0,75 до 4 мм². Приклади: ППВ 1х1,5; ППВ 2х1,5; ППВ 3х1,5.

МГШВ- монтажний (М), гнучкий (Г), з шовкової ізоляцією (Ш). Приклад повного запису: МГШВх0,75.

Установчі дроти випускаються також і з алюмінієвими жилами. Ці дроти виготовляються одно- дво- і трижильний. Приклади позначень: АПВ 1х2,5; АПВ 3х2,5; АППВ 2х2,5.



Рисунок 5.3- Установчі дроти

Контрольні кабелі (рис. 5.4) мають найбільш широкую номенклатуру, яка може задовольнити будь-які вимоги до електропроводок загальнопромислових систем автоматизації.



Рисунок 5.4- Кабелі: силовий (ВВГ) (а) і контрольний (КВ / ВГ) (б)

Вони призначені для нерухомого приєднання до електричних приладів, апаратів, збірок затискачів розподільних пристроїв з $U_{\text{н}} = 600$ В частотою 100 Гц або постійною напругою до 1 000 В. Найбільш поширені такі марки:

КВВП - ізоляція і оболонка з полівінілхлоридного пластикату, плоский (П).

КВВГЕ - ізоляція і оболонка з полівінілхлоридного пластикату, загальний екран (Е) з алюмінієвої або мідної фольги.

КРВГ - кабель контрольний (К), ізоляція з гуми (Р), оболонка з полівінілхлоридного (В) пластикату, голий (Г без зовнішнього покриву).

КРВБ ізоляція з гуми, оболонка з полівінілхлоридного пластикату, броня з двох сталевих стрічок (Б), зовнішній покрив.

Повна маркування містить також кількість жив і перетин однієї жили. Наприклад, КВВГ4х2,5; КРВГ37х1,5; КВВГ61х0,75, де 4; 37; 61 - кількість жив, а 2,5; 1,5; 0,75 - перетину жил, мм².

У проектах автоматизації поширені такі кабелі управління:

КУПВ кабель управління (КУ) з поліетиленовою (П) ізоляцією в полівінілхлоридної (В) оболонці.

Кабелі управління випускаються тільки з мідними жилами. Приклад повної маркування кабелів управління: КУПВ 4х0,35; КУПВ 108х0,5.

Для передачі і розподілу електричної енергії в стаціонарних установках на номінальну напругу до 1 кВ частотою 50 Гц найбільш часто застосовуються силові кабелі (рис. 5.4, а) марки ВВГ (кабель силовий з полівінілхлоридною ізоляцією та оболонкою (ВВ)).

Кабелі, які використовуються для підключення ланцюгів живлення і заземлення, зазвичай мають колірне кодування (табл. 5.1).

Таблиця 5.1- Колірне кодування жив в кабелях

кількість жив	Кабель з зелено-жовтим проводом заземлення	Кабель без зелено-жовтого дроти заземлення
2	-	коричневий - фаза синій - нуль
3	зелено-жовтий - заземлення коричневий - фаза синій - нуль	чорний - заземлення \ плюс * коричневий - фаза синій - нуль \ мінус *
4	зелено-жовтий - заземлення синій - фаза (R) * чорний - фаза (S) ** коричневий - фаза (T) **	чорний - фаза коричневий - фаза чорний - фаза синій - нуль

5	зелено-жовтий - заземлення чорний - фаза коричневий - фаза чорний - фаза синій - нуль	-
6 і більше	зелено-жовтий - заземлення інші - не нормуються	-

* Для ланцюгів постійного струму

** Міжнародне позначення фаз.

Всі елементи кабельних проводок повинні бути прокладені з урахуванням зручностей монтажу та експлуатації, а також виключення небезпечних механічних натягів і пошкоджень кабелю. Кабелі, що прокладаються в місцях, де можливі пошкодження, повинні бути захищені по висоті на 2 м від рівня підлоги або землі.

Зовнішні електропроводки повинні протистояти впливу вітрів, ожеледицю, опадів і бути захищені від безпосередньої дії сонячних променів.

Електричні проводки від датчиків, первинних вимірювальних перетворювачів, виконавчих механізмів і т. П., Які встановлюються безпосередньо на технологічному обладнанні та трубопроводах, рекомендується об'єднувати в сполучних коробках, ящиках незалежно від того, до якої панелі щита оператора повинні підключатися ці проводки. Від з'єднувальних коробок, ящиків передбачається прокладка магістральних багатожильних кабелів до щитового (диспетчерського) приміщення.

Прокладка кабелів у вентиляційних каналах забороняється. Допускається перетин цих каналів поодинокими кабелями, укладеними в сталеві труби. Відкрита прокладка кабелів по сходових клітках не допускається.

Прокладка в каналах, тунелях, колекторах, блоках допустима в тих випадках, коли утруднена або неможлива відкрита прокладка кабелю. Використання каналів в виробничих приміщеннях дозволяється тільки у випадках, коли немає можливості застосувати відкриту прокладку кабелів на кабельних конструкціях. Як правило, слід прагнути використовувати канали та тунелі, спільні з кабелями установок електропостачання та силового електрообладнання. Спорудження каналів і тунелів спеціально для електропроводок систем автоматизації допустимо тільки в окремих випадках при наявності техніко-економічних обґрунтувань.

При виконанні електропроводок систем автоматизації, як правило, слід уникати прокладки кабелів в землі (траншеях). Такий вид прокладки допускається при малому числі кабелів в траншеї (не більше чотирьох-п'яти); на ділянках території з неагресивними по відношенню до оболонки кабелю ґрунтами, які не

завантажених іншими підземними комунікаціями, тільки в разі, коли утруднена або неможлива відкрита прокладка кабелів.

5.2.3 Електропроводки в захисних трубах, коробах і лотках

Незахищені ізольовані проводи, що застосовуються в електропроводках систем автоматизації, повинні бути надійно захищені від механічних пошкоджень, дії підвищеної температури, вологи і агресивного середовища.

Прокладка в коробах.

Захист електропроводок, які прокладаються в виробничих приміщеннях і зовнішніх установках з великою кількістю проводів в потоці, рекомендується виконувати сталевими коробами. Сталеві короба слід також використовувати для прокладки кабелів, якщо останні, виходячи з місцевих умов, неприпустимо або недоцільно прокладати відкрито на кабельних конструкціях або сталевих лотках. Для відкритих електропроводок застосовують короба зі знімними кришками, для прихованих-глухі. У зовнішніх установках короба повинні захищати кабелі та проводи електропроводок від дощу і снігу. Короба в зовнішніх установках прокладають по конструкціях будівель і споруд, за технологічними і кабельних естакад; в виробничих приміщеннях - по стінах, під перекриттями будівель, по конструкціях, під площадками і т. п. Допускається прокладка коробів в підлогах виробничих приміщень, якщо конструкція короба призначена для цієї мети.

Висота установки коробів від статі не нормується. При наявності умов, які можуть викликати тягу повітря всередині коробів (ухил траси, різниця температур), необхідно передбачати ущільнення, що розділяють трасу коробів на окремі ділянки.

Прокладка в лотках.

При відкритому прокладанні електропроводок в сухих приміщеннях, де відсутні гази, шкідливо діючі на ізоляцію проводів і кабелів, і існує можливість механічного пошкодження, рекомендується використовувати сталеві лотки. Висота установки лотків не повинна бути менше 2 м від рівня підлоги або площадки обслуговування. У щитових приміщеннях і приміщеннях, в які має доступ тільки обслуговуючий персонал, висота лотків не нормується.

У коробах і лотках рекомендується прокладати проводи та кабелі, зібрані бандажами в пучки (до 30 проводів в пучку). На лотках пучки розташовують в один ряд, в коробах допускається багаторядне розташування. На горизонтальних ділянках допускається прокладка проводів без об'єднання їх в пучки.

Електропроводки в захисних трубах. В якості захисних труб повинні застосовуватися пластмасові і сталеві труби. Сталеві труби для електропроводок систем автоматизації слід застосовувати, як виняток, у випадках коли не допускається прокладка проводів і кабелів без захисних труб, а застосування

пластмасових труб заборонено. При монтажі силових і освітлювальних мереж дозволяється застосування:

відкритих і прихованих електропроводок в вініпластові трубах і прихованих в поліетиленових трубах в пожежонебезпечних зонах промислових підприємств в межах кожного поверху, крім складських приміщень, а також транзитних, горизонтальних і вертикальних прокладок;

поліетиленових труб для електропроводок, укладених в будівельні конструкції житлових будівлі висотою десять поверхів і більше (за винятком стояків - міжповерхових вертикальних прокладок), при відсутності в міжквартирних стінових панелях і панелях перекриттів, що поставляються домобудівними комбінатами, наскрізних отворів під електроустановочні вироби і наскрізних відгалужувальних ніш; на ділянках виходу прихованих електропроводок назовні (з підлог, фундаментів і т. п.) - вініпластові труб з відповідним захистом в місцях можливих механічних пошкоджень. Захисні труби в зовнішніх установках прокладають по конструкціях будівель і споруд, за технологічними і кабельних естакадах.

Прокладка захисних труб в землі (траншеях) забороняється. Висота прокладки електропроводок в захисних трубах від рівня підлоги не нормується. Винятком є неметалеві захисні труби, які в місцях можливих механічних пошкоджень вимагають додаткового захисту відрізками металевих труб, куточків і т. П. Розміри захисних труб (діаметр, довжина) повинні забезпечувати вільну протягання кабелів і проводів.

Визначення довжин захисних труб і їх діаметрів в залежності від складності протягання дроту або кабелю, їх зовнішнього діаметра і числа проводів і кабелів можна зробити за методикою, наведеною в [2, с. 233 234].

5.2.4 Мережі занулення і заземлення

Для занулення і заземлення електроустановок систем автоматизації повинна використовуватися заземлювальна мережу (заземлюючих пристроїв) системи електропостачання та силового електрообладнання автоматизується.

Виняток можуть скласти деякі спеціальні системи автоматичного контролю і управління, які за специфічними умовами роботи або вимогам заводів-виготовлювачів не допускається об'єднувати із загальною (з іншими електроустановками) системою заземлення. Для таких систем допускається передбачати окреме заземлюючих пристроїв, яке повинно відповідати всім вимогам, що пред'являються до захисного заземлення. Виконання занулення і заземлення електроустановок систем автоматизації повинно бути погоджено з організаціями (підрозділами), що проектують або експлуатують електротехнічну частину об'єкта, що автоматизується.

Рекомендується занулення (заземлення) в електроустановках систем автоматизації виконувати наступним чином.

Щит живлення системи автоматизації з'єднується нульовим захисним (заземлювальним) провідником з магістраллю занулення (заземлення) у джерела живлення; всі інші елементи електроустановок систем автоматизації, що підлягають занулення (заземлення), з'єднуються нульовими захисними (заземлюючими) провідниками зі щитом харчування.

Занулення (заземлення) в електроустановках систем автоматизації слід виконувати:

а) при напрузі змінного струму 380 В і постійного струму 440 В і вище у всіх випадках;

б) при напрузі змінного струму вище 42 В і постійного струму вище 110 В тільки в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках.

Занулення (заземлення) не потрібно виконувати при номінальних напругах 42 В і нижче змінного струму і 110 В і нижче постійного струму.

Занулення (заземлення) підлягають металеві частини електроустановок, які не перебувають під напругою, але на яких може з'явитися небезпечно для життя напруга при пошкодженні електричної ізоляції струмоведучих частин (проводів, обмоток і т. П.). До них відносяться:

а) металеві корпуси контрольно-вимірювальних приладів, регулюючих пристроїв, апаратів управління, захисту, сигналізації, освітлення корпусу електродвигунів виконавчих механізмів і електроприводів засувки (вентилів) і т. д. ;

б) металеві щити і пульти всіх призначень, на яких устанавлюються електричні прилади, апарати та інші засоби автоматизації; знімні або частини, що відкриваються щитів і пультів, якщо на них встановлена електроапаратура напругою вище 42 В змінного або 110 В постійного струму; допоміжні металеві конструкції для установки електроприймачів і апаратів управління;

в) металеві оболонки, броня і муфти контрольних і силових кабелів, металорукава, металеві оболонки проводів і кабелів, сталеві труби електропроводок, коробки, металеві короби, лотки, кабельні конструкції, кронштейни та інші металеві елементи кріплення електропроводок;

г) металеві корпуси стаціонарних і переносних трансформаторів, корпусу випрямних пристроїв;

д) металеві корпуси переносних і пересувних електроприймачів;

е) прилади та апарати, розміщені на рухомих частинах технологічного устаткування;

ж) стаціонарні металеві захисні огороження відкритих струмоведучих частин електроустановок;

з) електрифікований інструмент

Не вимагається занулення (заземлення):

а) окремими провідниками приладів, апаратів і засобів автоматизації, встановлених на зашунтованих (заземлених) щитах і пультах або допоміжних конструкціях, якщо забезпечується надійний металевий контакт (без фарби, лаку і т. п.) між корпусами електроприймачів і металоконструкціями щитів і пультів;

б) корпусів електроприймачів, виготовлених цілком зроблена з ізоляційних матеріалів, наприклад пластмасових корпусів;

в) відкриваються і знімних частин занулених (заземлених) металевих щитів, пультів, огорож і т. п., якщо на етикетуються і знімних частинах встановлена _ електроапаратура напругою, що не перевищує 42 В змінного або АЛЕ В постійного струму;

г) окремо розташованих щитів і пультів, призначених для установки неелектричних приладів і засобів автоматизації, наприклад пневматичних приладів і регуляторів (без електроживлення), манометрів (без електричних ланцюгів) і т. п. ; електрична проводка стаціонарного освітлення таких щитів (якщо воно вимагається) повинна виконуватися в занулення (заземлення) сталевій трубі (аж до введення в освітлювальну арматуру). Зазначені щити і пульти, якщо вони встановлюються в приміщеннях і зовнішніх установках, в яких застосовано занулення (заземлення) електрообладнання з метою зрівнювання потенціалів, також слід приєднати до мережі занулення (заземлення);

д) корпусів електроприймачів з подвійною ізоляцією і корпусів електроприймачів, що підключаються до мережі через розділові трансформатори;

е) металевих скоб, закріпов, установок систем автоматизації повинна бути узгоджена з організаціями (розподілами), проектують або експлуатують електротехнічну частину об'єкта, що автоматизується.

Як нульові захисні (заземлюючих) провідників в електроустановках систем автоматизації слід використовувати:

- нульові робочі провідники в електроустановках, що живляться від систем з глухо-заземленою нейтраллю, крім відгалужень до однофазних електроприймачів, для занулення яких повинен використовуватися окремий третій нульовий захисний провідник;
- спеціально передбачені для цієї мети провідники (жили кабелів, проводів, сталеві смуги і т. п.);
- сталеві труби електропроводок;
- алюмінієві оболонки кабелів;
- металеві коробки і лотки.

допускається як нульові захисні (заземлюючих) провідників використовувати:

- металеві конструкції будівель і споруд виробничого призначення;
- металеві стаціонарні відкрито прокладені трубопроводи всіх призначень, крім трубопроводів горючих і вибухонебезпечних речовин і сумішей, систем каналізації та центрального опалення. При цьому повинно бути забезпечено надійне з'єднання зазначених конструкцій і трубопроводів з заземлювальним пристроєм об'єкта і безперервність електричного кола по всій довжині її використання.

При харчуванні від систем з глухо заземленою нейтраллю повна провідність нульових захисних провідників повинна становити не менше 50% провідності фазних провідників. При харчуванні від мережі з ізольованою нейтраллю переріз заземлювальних провідників має становити не менше 1/3 провідності фазних провідників. Перетин заземлюючих жил проводів і кабелів в мережах постійного струму можуть прийматися рівними перетину живильних провідників. У всіх випадках розміри заземлюючих і нульових захисних провідників не повинна бути менше розмірів, наведених в таблицях в джерелі [2, с. 236 237].

5.3 Виконання електропроводок

5.3.1 Розмітка трас електропроводок

Перед розміткою трас електропроводок повинні бути визначені точні місця установки щитів і пультів, засобів автоматизації, затискних щитів, сполучних коробів і ящиків, місцевих щитів, приладів, регуляторів і інших засобів автоматизації, а також місця проходу трас через стіни і перекриття. Розмітка трас електропроводок виконується відповідно до монтажними кресленнями проекту автоматизації та проекту виконання робіт.

При розмітці трас відкритих електропроводок проводиться відбиття пофарбованим шнуром або нанесення іншим способом вертикальних і горизонтальних ліній. При цьому для одиночних труб і кабелів лінії вказують точне їх місцезнаходження.

Для пакетів труб або групи кабелів вертикальні лінії вказують осі пакетів або груп кабелів, а горизонтальні - верхні їх краю. При розмітці горизонтальних ділянок трас електропроводок в захисних трубах необхідно враховувати, що при переходах електропроводок з опалювальних приміщень в неопалювані з боку останніх на захисних трубопроводах необхідно встановити водозбірні трубки.

При розмітці трас електропроводок необхідно враховувати також допустимі радіуси внутрішньої кривої вигину кабелів. Радіус вигину захисних трубопроводів

відкритих електропроводок повинен бути не менше чотирьох і прихованих не менше десяти зовнішніх діаметрів труб. Допускається радіус вигину труб, що дорівнює шести зовнішнім діаметрами, якщо розтин захисного трубопроводу не представляє особливих труднощів.

Після розмітки вертикальних і горизонтальних ліній, що вказують місця прокладки електропроводок, розмітають поперечними лініями місця установки опорних конструкцій і кріпильних виробів, а також намічають місця установки протяжних і сполучних пристроїв. При розмітці місць кріплення електропроводок та встановлення опорних конструкцій необхідно враховувати, що відстань між опорними конструкціями як у вертикальній, так і в горизонтальній площині має бути не більше 2 м під лотки і мости і 4 м під короба.

Відстані між кріпленнями відкрито прокладених захисних пластмасових труб повинні бути: 0,5 м для труб діаметром 20 мм; 0,7 м для труб діаметром 25 мм; 0,9 м для труб діаметром 32 мм; 1,1 м для труб діаметром 40 мм і 1,3 м для труб діаметром 50 мм.

Відстані між кріпленнями відкрито прокладених захисних металевих труб на горизонтальних і вертикальних ділянках не повинні перевищувати: 2,5 м для труб з умовним проходом до 20 мм; 3 м для труб з умовним проходом від 20 до 40 мм; 4 м для труб з умовним проходом від 40 до 50 мм.

При спільному прокладанні труб з різними умовними проходами приймається найменша відстань між кріпленнями. Крім того, захисні труби відкритих електропроводок повинні бути закріплені не далі 0,8 м від приладів, виконавчих механізмів і т. П. І не далі 0,3 м від сполучних і протяжних пристроїв. Гнучкі металеві рукава кріплять через 0,5-0,75 м.

Опорні конструкції для прокладки броньованих і неброньованих кабелів діаметром більше 18 мм встановлюють на відстані не більше 1 м, а для прокладки неброньованого кабелю діаметром до 18 мм не більше 0,5 м. Незалежно від розстановки опорних конструкцій кабелі повинні бути закріплені у сполучних коробок, муфт і кінцевих заправлень на відстані не менше 0,5 м.

Розмітку прихованих електропроводок, виконаних в захисних трубах, що проходять в борознах стін і стель або в підливах підлог, допускається проводити по найкоротшому напрямку.

5.3.2 Установка опорних конструкцій

При горизонтальній прокладці потоків кабелів по стінах будівель, в тунелях і каналах застосовують збірні опорні кабельні конструкції, що складаються з кабельних стійок і полиць заставних підвісок, підстав. Кабельні стійки кріплять спеціальною скобою пристрілкою або зварюванням до металевих заставних

пристроєм і металоконструкцій. При прокладанні невеликого числа кабелів в потоці (від двох до десяти) застосовують підвіски, що закріплюються на перфорованому профілі типу.

Багатоярусні потоки кабелів, що проходять під перекриттями, прокладають по кабельним полкам, які кріплять до підвісів. Підвіси являють собою дві кабельні стійки, пов'язані в нижній частині поперечиною або шпилькою, а у верхній - фланцем для кріплення до перекриття. Кабельні підвіси встановлюють один від одного на відстанях, що не перевищують 0,8 м, т. Е. Менших відстаней між збірними кабельними конструкціями. Це пояснюється тим, що кабельні підвіси витримують менше навантаження, ніж кабельні конструкції.

При прокладанні одиночних кабелів і захисних труб електропроводок по стінах і перекриттях для кріплення використовують скоби типів СО і СД. Однолапкові скоби СО застосовують на вертикальних ділянках, двухлапкові СД - на горизонтальних. На горизонтальних ділянках при прокладці труб і кабелів по стінах допускається виконання проміжних кріплень однолапковими скобами, при цьому лапки скоб повинні розташовуватися нижче кабелю або труби.

Для прокладки вертикальних потоків кабелю і захисних труб застосовують П-образні конструкції з перфорованих куточків або швелерів різних перетинів.

При прокладанні кабельних електропроводок широко застосовують конструкції з перфорованих профілів, виконані у вигляді мостів або лотків. Для установки лотків і мостів на стінах або колонах застосовують кабельні полки відповідної довжини або кронштейни, а для установки під перекриттями - кабельні підвіси. Такий спосіб установки дозволяє забезпечити укладання на них проводів або кабелів через борт без протягування в лотках або мостах. Відстань між сусідніми полками, на яких встановлюють лотки, має бути 1,5 - 2 м. Лотки між собою з'єднують болтами діаметром 6 мм і перфорованими смугами з поздовжніми отворами.

5.3.3 Прокладка захисних труб і коробів

Після установки опорних конструкцій приступають до монтажу захисних труб і коробів. Для електропроводок систем автоматизації повинні застосовуватися пластмасові та металеві труби. Кращим є застосування пластмасових труб.

Залежно від навколишнього середовища захисні трубопроводи виконують ущільненими і неуцільненими. Ущільнені електропроводки застосовують у вибухонебезпечних зонах, а також в приміщеннях з агресивним середовищем і в особливо сирих.

З'єднання труб неуцільнених трубопроводів.

Труби неуцільнених трубопроводів з'єднують:

- а) манжетами з клиновий обіймою;

б) гільзами з відрізків труб великого діаметру, що приварюються до труб;

в) при наявності різьблення - прямими сполучними муфтами безпосередньо встик або за допомогою вставок.

У міру з'єднання блоків між собою їх прикріплюють до опорних конструкцій скобами, хомутами або шляхом електрозварювання.

З'єднання пластмасових труб повинно виконуватися за допомогою муфт і розтрубів: вінілпластові з подальшим склеюванням; поліетиленових і поліпропіленових з наступним зварюванням в муфтах або гарячої обсадкою в розтрубах. Згинання пластмасових труб виробляють з попереднім нагріванням.

Кріплення відкрито прокладених пластмасових труб повинно допускати їх вільне переміщення (рухоме кріплення) при лінійному розширенні або стисненні від зміни температури навколишнього середовища. Жорсткі кріплення встановлюють біля місць введення труб в апарати і монтажні вироби, в місцях проходження труб через стіни, а також при вертикальній прокладці в середніх точках між сусідніми компенсаторами.

Кріпити пластмасові труби рекомендується за допомогою пластмасових клиць або металевими скобами з обов'язковою прокладкою прокладки - пресшпана і т. П.

Для затягування проводів і кабелів при прокладці захисних трубопроводів застосовують протяжні коробки, відстань між якими не повинно перевищувати: 50 м при одному вигині труб; 40 м при двох вигинах; 20 м при трьох вигинах.

Для відгалуження і з'єднання проводів і кабелів, затягує в труби, встановлюють з'єднувальні коробки. Трубопроводи до з'єднувальних коробок приєднують за допомогою гнучкого металорукава. На кінці захисних труб, що входять в протяжні коробки, короби, щити і пульти, повинні бути надіті втулки.

5.3.4 Затягування проводів і кабелів в захисні труби

Затягування проводів повинна здійснюватися в повністю змонтовані захисні трубопроводи. Перед затягуванням проводів з вільних кінців труб видаляють заглушки і продувають трубопровід стисненим повітрям. Потім між протяжними пристроями затягується сталевий дріт діаметром 1-2 мм. Для полегшення протягання, особливо при великих пучках проводів і на складних ділянках траси, вдувається в труби тальк. На кінці труб в протяжних коробках з боку подачі проводів і кабелів повинні бути встановлені пластмасові втулки типу ВО. Заздалегідь відведені і намотані на інвентарні барабани або вертушки пучки дроту або відрізки кабелю встановлюють у кінця трубопроводу, з якого починається затягування.

У трубах допускається прокладка ізольованих проводів і неброньованих кабелів з пластмасовою або гумовою оболонкою з мінімальним перетином

струмопровідних жил: 1 мм² для мідних і 2,5 мм² для алюмінієвих провідників. Провід й кабелі повинні бути з одного шматка, зрощення не допускається. Потім дроти або кабель з'єднують з тросом і за допомогою лебідки зтягують в труби. При протягуванні проводів через протяжні і відгалужувальні коробки дроти в них витягають і укладають петлею, створюючи запас для виконання відгалуження.

Проводи, прокладені в захисних трубах на вертикальних ділянках при довжині понад 20 м, закріплюють затискачами або іншими пристроями, поміщеними в протяжних або відгалужувальних електрофітінгах і т. П. Зтяжку на ділянках рекомендується проводити знизу вгору. Захист проводів від кінця захисних труб до приладу, виконавчого механізму та інших засобів автоматизації, введення в які не передбачає приєднання захисної труби, виконують зазвичай металорукавом. Металорукави з трубою, коробом і приладом з'єднують спеціальними з'єднувачами типів СМК і СМТ, а також муфтою типу МС-1.

Укладання проводів і кабелю на лотки і короба виробляється в наступній послідовності. Попередньо заготовлені пучки дроту й мірні відрізки кабелю, намотані на інвентарні барабани, мають у своєму розпорядженні на одному з сторін траси. По трасі встановлюють лінійні ролики різних типів і за допомогою лебідок прокладають кабель і пучки дроту вздовж траси. З встановлених коробів знімають кришки і укладають пучки проводів і кабелю. При цьому в коробах дроти і кабель укладають багатшарово з упорядкованим або довільним (розсипом) взаємним розташуванням, вільно без натягов, зламів і петель.

Коефіцієнт заповнення короба визначається в залежності від складності траси і конкретних типів коробів і кабелів відповідно до вимоги монтажних інструкцій.

кріплення проводів і кабелю в коробах проводиться на вертикальних ділянках траси і при розташуванні коробів кришкою вниз або в бічну сторону за допомогою шпильок і пластин, передбачених конструкцією короба. На лотках проводи та кабелі повинні прокладатися пучками впритул один до одного в один шар (кабелі, які скріплені між собою в пучки, також укладаються в один шар). Зовнішній діаметр пучків проводів і кабелів не повинен перевищувати 100 мм.

Для об'єднання в пучки і прокладки в коробах слід по можливості підбирати проводи та кабелі з однотипними ізоляцією і оболонками.

Кріплення проводів, що прокладаються на лотках на прямих горизонтальних ділянках траси, не потрібно, за винятком випадків установки лотків на ребро. Кріплення проводів і кабелю на вертикальних ділянках повинно виконуватися з інтервалом не більше 0,4 м.

Для кріплення кабелів і проводів необхідно застосовувати скоби типів СО, БС2, СД, БСП і перфоровану стрічку з кнопками.

Короба, лотки повинні маркуватися на початку і кінці траси, у кожного відгалуження в межах кожного приміщення згідно з проектом. Проводи, кабелі,

пучки проводів і кабелів маркуються на початку і кінці траси, на поворотах і відгалуженнях, а також в місцях підключення їх до обладнання за допомогою бирок, на яких повинні бути нанесені маркувальні знаки незмивною фарбою.

5.3.5 Прокладка кабелю

Для прокладки кабелю в виробничих приміщеннях, тунелях, каналах і шахтах кабельні барабани доставляють на місце монтажу і встановлюють на одному з кінців траси.

Перед розмотуванням кабелю необхідно провести звірку протоколів заводських випробувань кабелю з документами, зазначеними на барабані. Встановити барабан з урахуванням того, що розмотування кабелю повинна проводитися зверху, а не знизу. Вивісити барабан за допомогою сталевий осі і кабельних домкратів, потім зняти обшивку і зробити зовнішній огляд кабелю на барабані. При прокладанні кабелю в холодну пору року необхідно перед прокладанням здійснити прогрів кабелю. Розмотування і прокладання кабелю без попереднього його прогріву допускається проводити в тих випадках, коли температура повітря протягом 24 год до початку прокладки не опускалася, хоча б тимчасово, нижче температури:

- 7 ° С для кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією броньованих, включаючи із захисним покривом;

- 15 ° С для кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією в гумовій або полівінілхлоридній оболонці, неброньованих і броньованих однієї профільованої сталевий оцинкованої стрічкою. Прогрів кабелю на барабанах може бути проведений: теплим повітрям - приміщення, теплим повітрям від повітродувки (з утепленням барабанів кабелю) і електричним струмом.

Прокладка кабелю при зниженій температурі повинна виконуватися в терміни не більше: 1 ч при температурі від 0 до - 10 ° С; 40 хв при температурі від - 10 до - 20 ° С; 30 хв при температурі від - 20 ° С і нижче.

При монтажі великих потоків магістральних кабелів необхідно уздовж траси розставити лінійні ролики різних типів, кутові секції роликів, підготувати тягові лебідки та обмежувачі кабелю. Для забезпечення приєднання кабелів, що прокладаються до тросу тягне лебідки застосовують кабельні захоплення, дротові панчохи і затискачі.

Після укладання кабель закріплюють скобами і смужками-пряжками на вертикальних ділянках на кожній опорі і на горизонтальних ділянках - через одну-дві опори. Кріплення кабелю повинно виключати деформацію його оболонки і не повинно порушувати з'єднання жил в муфтах і сполучних коробах під дією власної маси кабелю на вертикальних ділянках траси.

При кріпленні неброньованих кабелів під скоби і конструкції в місцях кріплення підкладають еластичні прокладки.

Введення кабелю в сполучні коробки, прилади і засоби автоматизації ущільнюють сальниками. Після прокладки і кріплення кабель необхідно промаркувати бирками, які встановлюють по обидва боки проходів через стіни та перекриття, у сполучних коробок і у кінцевих заправлень. Маркування проводиться в повній відповідності з проектом.

5.3.6 Проходи електропроводок через стіни і перекриття

Проходи електропроводок через стіни і перекриття будівель і споруд поділяються на одиночні і групові. У свою чергу поодинокі і групові проходи в залежності від класифікації приміщень виконують відкритими або ущільненими. Ущільнені проходи застосовують, якщо необхідно запобігти переходу середовища з одного приміщення в інше.

відкриті проходи в стінах і перекриттях виконують у вигляді обрамлених прорізів, що допускають заміну електричних проводок без порушення стіни або перекриття в місці проходу. Через відкриті проходи електричні проводки пропускають транзитом. Поодинокі кабелі або невеликі групи кабелів крізь стіни і перекриття прокладають через відрізки труб.

Відкриті проходи через зовнішні стіни або через стіни між опалювальними та неопалювальними приміщеннями, а також через внутрішні стіни і перекриття сирих, особливо сирих, запилених приміщень та приміщень з хімічно активним середовищем після прокладки електропроводок повинні бути ущільнені цеглою, а відрізки труб - мастикою типу НЗ- 1, НЗ-2.

Відкриті проходи електропроводок в сталевих коробах здійснюють відрізком коробка, довжина якого на 200 мм більше товщини стіни. Кришка коробка приварюється до коробка, а сам короб приварюється до обрамлення отвору, після чого отвір повинен бути замурований цементним розчином. При переході коробка через зовнішні стіни і через стіни між опалювальними та неопалювальними приміщеннями, а також через внутрішні стіни і перекриття сирих, особливо сирих, запилених приміщень та приміщень з хімічно активним середовищем внутрішню порожнину коробка ущільнюють мінеральною ватою на товщину стіни.

5.4 Особливості монтажу електропроводок у вибухо- і пожежонебезпечних зонах

Електропроводки систем автоматизації у вибухо- і пожежонебезпечних зонах можуть виконуватися всіма способами, прийнятими для прокладки в виробничих

приміщеннях і зовнішніх установках з урахуванням ряду вимог, детально представлених, наприклад, в [2, с. 242-249].

Вибір способу прокладки електропроводок систем автоматизації у вибухонебезпечних зонах слід проводити відповідно до таблиці, представленої в [2, с. 243]. При цьому необхідно враховувати, що в електропроводках систем автоматизації (ланцюгах управління, вимірювання, сигналізації, харчування та ін.) У вибухонебезпечних зонах класів ВІ і В-Іа повинні застосовуватися проводи та кабелі з мідними жилами. У вибухонебезпечних зонах класів В-Іб, В-Іг, В-ІІ і В-ІІа допускається застосування проводів і кабелів з алюмінієвими жилами.

Кабелі у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу на кабельних конструкціях, лотках, в сталевих захисних трубах, коробах, каналах, по технологічним і кабельним естакадам, не повинні мати зовнішніх покривів і покриттів з горючих матеріалів.

Іскробезпечні кола повинні відповідати таким вимогам:

- не допускається використання одного кабелю для іскробезпечних та іскронебезпечних кіл;
- проводи іскробезпечних кіл не повинні мати петель;
- ізоляція проводів іскробезпечних кіл повинна мати розпізнавальний синій колір. Допускається маркувати синім кольором тільки кінці проводів;
- проводи іскробезпечних кіл повинні бути захищені від наведень, що порушують їх іскробезопасність.

Не допускається в пожежонебезпечних зонах всіх класів застосовувати проводи та кабелі з алюмінієвими жилами. Найменший допустимий переріз жил проводів і кабелів електропроводок систем автоматизації в пожежонебезпечних зонах має бути 1 мм² для мідних і 2,5 мм² для алюмінієвих провідників. В пожежонебезпечних зонах всіх класів не допускається сумісне прокладання електричних проводок з пластмасовими трубами або пневмокабелями в одних коробах на лотках і кабельних конструкціях.

5.4.1 Монтаж електропроводок в захисних трубах

Для захисту електропроводок у вибухонебезпечних зонах застосовують звичайні сталеві водогазопровідні труби по ГОСТ 3262-75. Після очищення труб фарбують їх внутрішню і зовнішню поверхні, за винятком труб, призначених для прокладки в бетоні. Такі труби необхідно фарбувати тільки всередині.

При прокладанні захисних труб слід керуватися такими загальними положеннями:

а) прихована прокладка захисних труб в зонах класів ВІ, В-Іа, В-ІІ і В-ІІа повинна бути поглиблена не менше ніж на 20 мм і захищена шаром цементного розчину;

б) відкрита прокладка захисних труб в зонах класів ВІ і В-Іа паралельно технологічних трубопроводів, що несе легкозаймисті продукти, рекомендується розташовувати нижче технологічних трубопроводів з легкими горючими газами або ЛЗР і вище трубопроводів з важкими або зрідженими горючими газами;

в) відкрита прокладка захисних труб в сирих і особливо сирих приміщеннях, а також в приміщеннях з різкою зміною температури, де в трубах може утворитися конденсат, повинна мати ухил не менше 3 мм на 1 м траси в бік трубопроводозбірників;

г) відстань між місцями кріплення відкрито прокладених труб як на горизонтальних, так і на вертикальних ділянках не повинна перевищувати 2,5 м для труб діаметром 20 мм і 3 м для труб діаметром 25 - 50 мм;

д) захисні труби повинні бути закріплені у місця введення в електроапарати і електродвигуни на відстані не більше 0,8 м, а в коробці на відстані не більше 0,3 м.

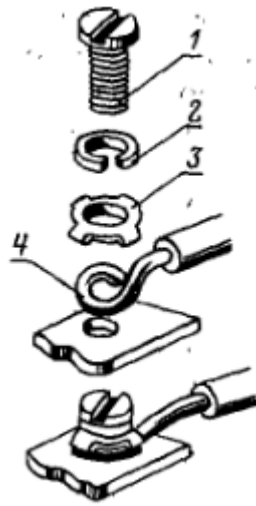
Водозбірник є відрізком водогазопровідною труби довжиною 200- 300 мм, на кінці якої на короткій різьбленні встановлюється муфта по ГОСТ 8966 - 75 з пробкою по ГОСТ 8963-75. Водозбірник до захисних трубопроводах приєднують за допомогою водопровідного трійника по ГОСТ 8948-75.

з'єднання захисних труб електропроводок між собою, з патрубками коробок, а також з вступними пристроями приладів і засобів автоматизації повинні бути виконані на трубного циліндричного різьблення. Кожна труба в з'єднанні повинна містити не менше п'яти повних непошкоджених ниток різьблення. З'єднання труб може бути роз'ємним і нероз'ємним.

нероз'ємне з'єднання виконується за допомогою сполучних сталевих прямих муфт по ГОСТ 8966-75. Муфта наворачується на кінець однієї труби з короткою різьбою; друга труба також з короткою різьбою ввертається в муфту. При виконанні роз'ємного з'єднання на кінці однієї труби нарізають довге різьблення, на яку наворачують спочатку контргайку, а потім муфту. До муфти підводять другу трубу з нарізаною короткою різьбою і муфту наворачують на неї до упору. Контргайка прикручується до муфти впритул.

Всі з'єднання при монтажі захисних труб електропроводок повинні бути виконані з підмоткою на різьбу прядив'яного волокна, просоченого в сурику, розведеному на оліфі. Застосування замість сурику олійних фарб не допускається.

При виконанні гвинтових з'єднанні за допомогою затискачів необхідно запобігати самовідгвинчування гвинтів (болтів) шляхом установки стопорних або пружинних шайб або забарвлення різьблення. Не допускається застосування затискачів з натисканням на жилу провідника торцем гвинта без прокладки або підтискної черевика, а також застосування в затискачах гвинтів менш М4. Приклад приєднання алюмінієвої сплетений жили дан на рис. 5.5.



1 - гвинт;

2 - притискна шайба;

3 - шайба-зірочка типу ШЗ;

4 - кільце жили проводу

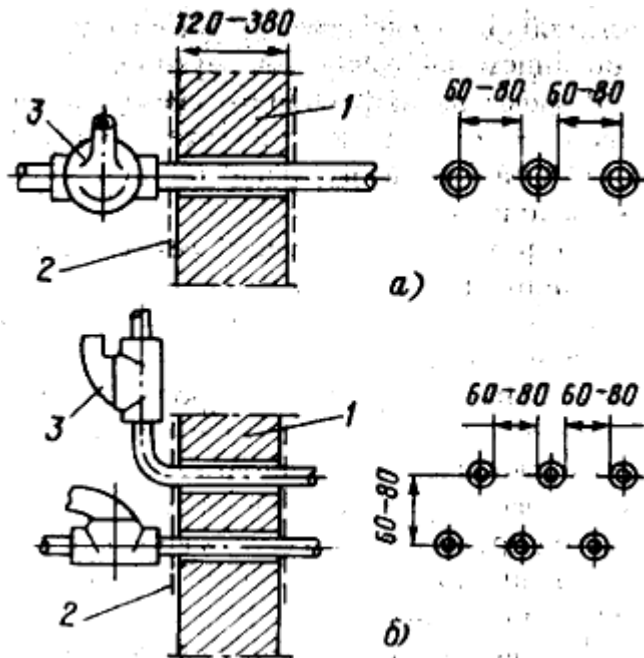
Рисунок 5.5 - Приєднання однодротових алюмінієвих жив

5.4.2 Прокладка кабелю і ущільнення електропроводок

При переході кабелю через осадові і температурні шви будівель і споруд необхідно передбачати компенсацію кабелю, виконану у вигляді вільного провисання по обидві сторони шва. У переходах через трубопроводи і в місцях з можливими механічними пошкодженнями необхідно виконувати захист кабельних проводок металевими трубами, коробами, кутовою сталлю і т. П. Пристрої захисту повинні бути жорстко прикріплені до будівельних конструкцій.

При переході труб електропроводки з приміщення з вибухонебезпечною зоною класу ВІ або В-Іа в приміщення з нормальним середовищем або у вибухонебезпечну зону іншого класу з іншою категорією або групою вибухонебезпечної суміші або назовні труба з проводами в місцях проходів через стіну повинна мати роздільне ущільнення в спеціально для цього призначеної коробці.

Ущільнення переходів одиночних труб або декількох труб, що виходять з вибухонебезпечних приміщень через стіни, підлоги і міжповерхові перекриття, виконують за допомогою цементного розчину по всій товщині стіни або перекриття (рис. 5.6).



а - прохід одного трьох трубопроводів; б - теж, але чотирьох і більше трубопроводів;

1 - закладення цементним розчином; 2 - штукатурка і затирка;

3 - коробка прохідна розділова типу ККД

Рисунок 5.6- Проходи трубопроводів з вибухонебезпечної зони в вибухобезпечну або в приміщення з вибухонебезпечною зоною іншого класу або з іншими категорією чи групою вибухонебезпечної суміші

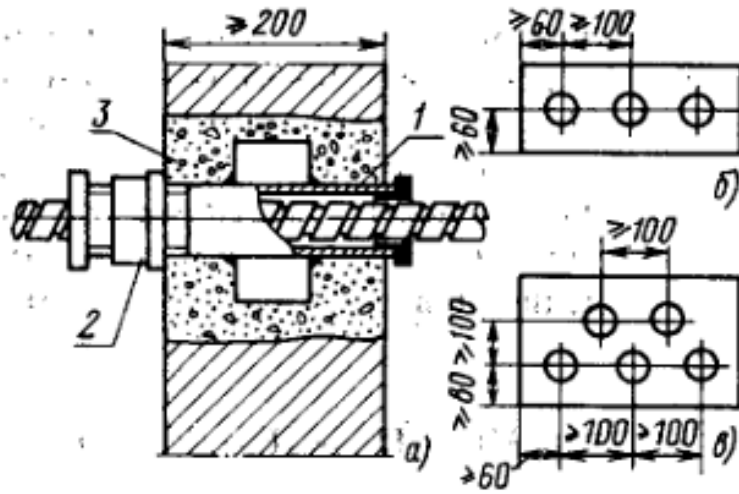
Проходи кабельних електропроводок через стіни і перекриття виконують через відрізки сталевих труб або через спеціальні зварні коробки з піском.

Ущільнення кабелю, що проходить через відрізки труб, виконують одним з наступних способів:

1) для зон класів ВІ, В-Ia і В-II кабель ущільнюють за допомогою сальників типів У57, У58 і У60 по ТУ 36.108-72 (рис. 5.7). При цьому в зонах класу ВІ сальники повинні встановлюватися з обох сторін проходу. Відрізок труби закладають цементним розчином по всій товщині стіни або перекриття;

2) проходи одиночних кабелів в зонах ВІ, В-Ia і В-II слід виконувати у відрізках водогазопровідних труб, забитих цементним розчином. Відношення діаметра кабелю до внутрішнього діаметру труби має дорівнювати або менше 0.5. Під вибухів небезпечних зонах класу ВІ ущільнення кабелю слід виконувати з обох сторін стіни, а в зонах класів В-Ia і В-II - з боку вибухонебезпечної зони;

3) ущільнення в коробах здійснюється піском фракції не більше 0,7 мм (рис. 5.8).

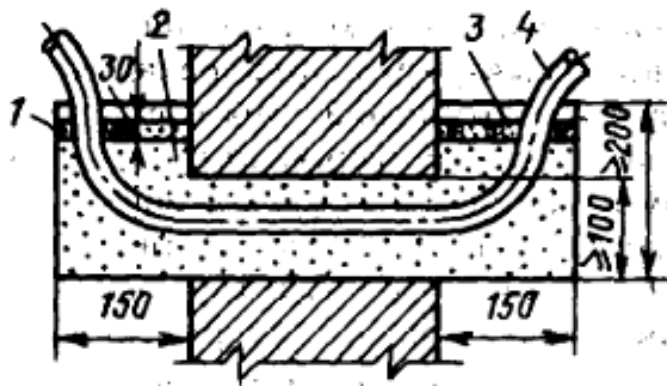


а - загальний вигляд; б - розташування однорядного проходу;

в - те ж, але дворядного;

1 - труба; 2 - сальник; 3 - цементний розчин

Рисунок 5.7- Проходи кабелю з сальниковим ущільненням з вибухонебезпечних зон одного класу під вибухонебезпечні зони іншого класу, в приміщення з нормальним середовищем або назовні



1 - короб; 2 - пісок фракції не більше 0,7; 3 - бетон марки 300; 4 - кабель

Рисунок 5.8 - Прохід кабелю в коробах з ущільненням піском

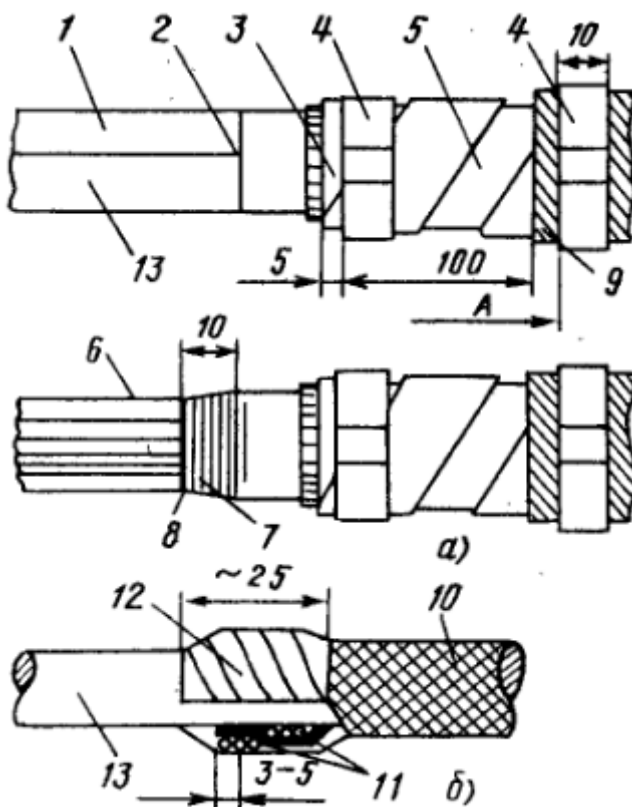
5.5 Кінцеві закладення і з'єднання кабелів і проводів

Кінцеві закладення і з'єднання кабелів і проводів повинні забезпечити герметизацію кабелю і запобігти проникненню вологи під оболонки кабелів і ізоляцію жив, а також захист ізоляції жив, звільнених від заводських оболонок, від впливу зовнішнього середовища. Якість ізоляції кінцевий закладення повинна бути не нижче якості ізоляції кабелів і проводів. При кінцевий закладенні кабелю виконуються його переробка, власне закладення, маркування та заземлення

металевої оболонки і броні. Крім того, виконується оконцевание, прозвонка і маркування жил, а також надійне приєднання до затискачів сполучних коробок, щитів, пультів, приладів та інших засобів автоматизації.

5.5.1 Оброблення кінців кабелю

Оброблення кінців кабелів є підготовчою операцією для подальших з'єднань або кінцевих заправлень. Для виконання оброблення кінця кабелю визначають необхідну довжину оброблення A (рис. 5.9, а), яка дорівнює відстані від бандажа закріпленого кінця кабелю до найбільш віддаленого контакту плюс 100 мм запасу на виконання обробляння кінців та приєднування жил кабелю до контактів приладів, апаратів і збірок затискачів.



1 - поздовжній надріз; 2 - кільцевий надріз; 3 джутова подушка; 4 - бандаж з бронестрічок або сталевого оцинкованого дроту; 5 - броня; 6 - жили в заводській ізоляції; 7 - бандаж із шпагату або ниток; 8 - поясна ізоляція; 9 - зовнішній джутовий покрив; 10 - екрануюча обплетення; 11 - бандаж з мідного дроту; 12 - обмотка полівінілхлоридної липкою стрічкою; 13 - оболонка

Рисунок 5.9 Оброблення кінця кабелю броньованого (а) і з екранує опліткою (б)

Зайвий кінець кабелю відрізають слюсарної ножівкою або секторних ножицями, попередньо наклавши тимчасові дротові бандажі на відстані 20-30 мм по обидва боки від місця різку. На зовнішній джутовий покрив на відстані від кінця кабелю, що дорівнює довжині оброблення, накладають бандаж шириною 10-12 мм з бронестрічок або оцинкованої сталевого дроту діаметром 1 мм.

Джутовий покрив розмотують і обрізають у бандажа. На відстані 100 мм від виконаного бандажа на броню кабелю накладають такий же другий бандаж і, відступивши 3-5 мм в сторону кінця кабелю, броню надрізають по кільцевій лінії ножівкою і видаляють з обробляють кінця кабелю. Видаляють джутову подушку і паперову лепту з оболонки. Оболонку кабелю очищають від бітуму, протираючи її ганчіркою, змоченою в бензині, і витирають насухо.

Якщо кабель має екрановану оплетку, то її поділяють наступним чином:

а) в наміченому місці обрізають екранує оплетку і зрушують її по кабелю на відстань 25 - 30 мм і на цьому місці на оболонку накладають бандаж з трьох витків мідного дроту діаметром 1 мм;

б) зрушують екранує оплетку через накладений бандаж в початкове положення і поруч з бандажем на оболонці накладають поверх екрануючої обплетення другий бандаж з трьох витків мідного дроту діаметром 1 мм;

в) кінець екранує обплетення обрізають, відступивши на 3-5 мм від бандажа, і місця зрізу обплетення і бандаж покривають на довжині близько 25 мм трьома шарами липкої полівінілхлоридної стрічки (рис. 5.9, б).

Після видалення з кабелю броні або екранує обплетення з його кінця знімають пластикатну оболонку з негорючої гуми, для чого на ній роблять спочатку поздовжній, а потім кільцевої надріз.

На тканинну або паперову обмотку жив (поясний ізоляцію) у зрізу оболонки накладають бандаж шириною 10 мм з шпагату або ниток № 00. обмотку змотують з кінця кабелю і обрізають у бандажа (рис. 5.9, а). Бандаж просочують клеєм БФ або покривним електроізоляційним лаком БТ-99 по ГОСТ 8017-74.

5.5.2 Кінцеві закладення кабелю

Кінцеві закладення кабелів з гумовою ізоляцією жив виконують наступним способом:

а) заготовляють ПВХ трубки в залежності від перетину жил кабелю. Кінці трубок зрізають під кутом 25-30 °;

б) на жили обробленої кабелю надягають ПВХ трубки так, щоб зрізані під кутом кінці знаходили на обмотку з прогумованої стрічки або при її відсутності на оболонку;

в) на жили з натягнутими на них полівінілхлоридними трубками у корінця закладення намотують липку полівинилхлоридну стрічку з 50% -ним перекриттям кожного витка. Ширина обмотки полівінілхлоридної стрічкою повинна бути близько 50 мм, в тому числі 20 мм по оболонці;

г) на намотування з полівінілхлоридної стрічки накладають бандаж з крученого шпагату діаметром 1 мм. Бандаж просочують бакелітовим лаком або електроізоляційним покривним лаком БТ-99.

Кінцева закладення кабелю, виконана для підключення до затискачів, розташованим безпосередньо біля місця кінцевої закладення, показана на рис. 5.10, а. Кінцеві закладення кабелів з поліетиленовою ізоляцією жив виконують так само, як і з гумовою (див. рис. 5.10). Особливістю кінцевої закладення кабелів з поліетиленовою ізоляцією жив є те, що трубки надягають на всі жили і на всю їх довжину незалежно від відстані місця кріплення кабелю до місця приєднання жив.

Кінцеву закладення кабелів з ПВХ ізоляцією жив (див. Рис. 5.10, б) виконують наступним способом:

а) жили розправляють, вирівнюють, збирають в пучок і на корінець закладення накладають обмотку з липкою полівінілхлоридної стрічки. Ширина обмотки повинна бути 30-35 мм, в тому числі по оболонці 15-20 мм;

б) на намотування з стрічки накладають бандаж з крученого шпагату діаметром 1 мм. Бандаж просочують бакелітовим лаком або електроізоляційним покривним лаком БТ-99.

Якщо кінцеву закладення кабелю виконують для підключення до затискачів, розташованим на деякій відстані від місця закріплення кабелю, то для економії полівінілхлоридних трубок і зменшення товщини пакета закладення виконують наступним способом (рис. 5.11):

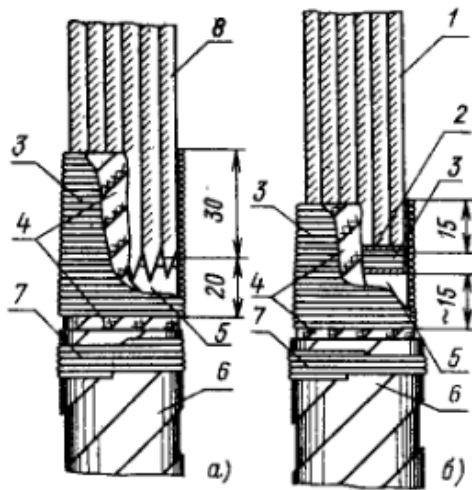
а) жили збирають в щільний пучок, який пов'язують через 150 - 200 мм тимчасовими перев'язки;

б) на кожен жилу надягають полівинилхлоридну трубку тільки на довжину жили для відгалуження від пучка. Ця трубка має заходити всередину пучка на відстань не менше 15 мм;

в) пучок жив обмотують липкою полівінілхлоридної стрічкою з 50% -ним перекриттям витків в один шар. У міру накладення обмотки тимчасові перев'язки з пучка видаляють;

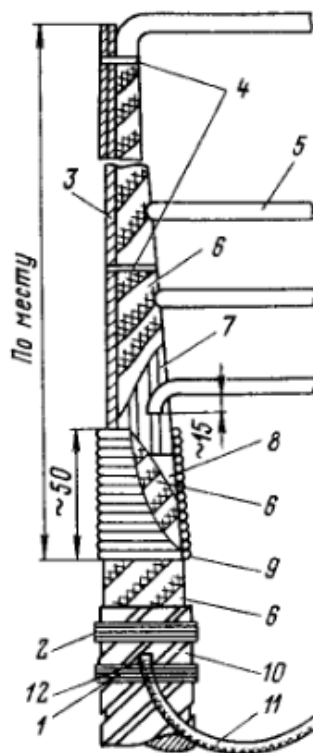
г) на резервні жили надягають на всю довжину ПВХ трубки окремо від загального пучка і прикріплюють до нього бандажами і полівінілхлоридної липкою стрічкою;

д) на початок обмотки з липкою полівінілхлоридної стрічки накладають бандаж з крученого шпагату діаметром 1 мм. Бандаж просочують бакелітовим лаком або електроізоляційним покривним лаком БТ-99.



1 - жила; 2 - поясна ізоляція; 3 - бандаж з крученого шпагату; 4 - липка ПВХ стрічка;
 5 - оболонка; 6 - броня; 7 - бандаж з дроту; 8 - жила в полівінілхлоридної трубі

Рисунок 5.10 - Кінцева закладення кабелів з жилами в гумовій і поліетиленовій ізоляції (а) і з жилами в полівінілхлоридної ізоляції (б)

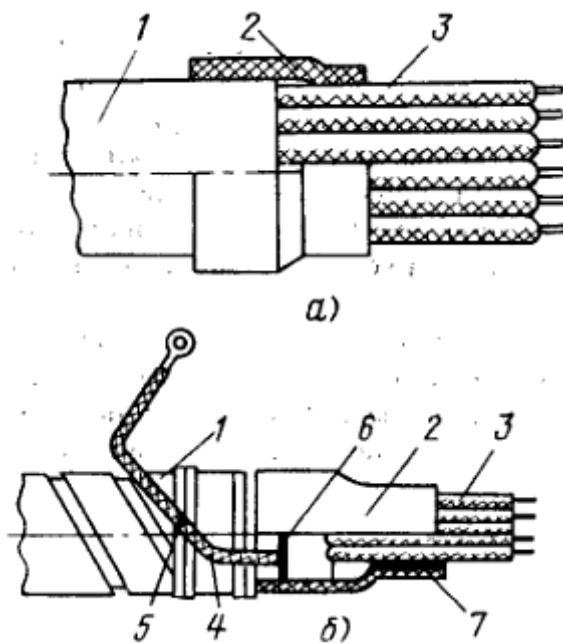


1-бандаж з мідного дроту; 2 - бандаж з сталевого дроту; 3 - резервна жила; 4 - бандаж з липкою полівінілхлоридної стрічки; 5 - жили в полівінілхлоридної трубі; 6 - обмотка полівінілхлоридної стрічкою; 7 - ізоляція жили; 8 - ПВХ оболонка кабелю; 9 - бандаж з крученого шпагату; 10 - броня кабелю; 11 - заземлюючий провідник; 12-місце пайки заземлювального провідника

Рисунок 5.11 Кінцева закладення кабелю

Кінцеві закладення із застосуванням термоусаджуваних трубок (ТУТ) (рис. 5.12).

Усадку ТУТ виробляють, нагріваючи її до 120-200 ° С за допомогою газового пальника типу ГПВМ-01 по ТУ 36-667-77 в комплекті зі спеціальними насадками або спеціальними електричними нагрівачами. Усадки починають з боку кабелю, при цьому для рівномірного нагріву ТУТ і щоб уникнути місцевих перегрівів сопло нагрівального інструменту має постійно бути в русі. Нагрівання припиняють при появі дзеркального блиску.



а - в винилпластової оболонці;

б - броньованих;

1 - кабель; 2 - муфта з ТУТ; 3 - жили кабелю; 4 - заземлюючий провідник; 5 - місце пайки заземлювального провідника до броні; 6 - то ж до екрану кабелю; 7 - ключий підслон

Рисунок 5.12 Кінцева закладення кабелю із застосуванням термоусаджуваних трубок

5.6 Випробування і здача електропроводок

Повністю змонтовані електропроводки незалежно від призначення і класу приміщення, де вони прокладені, перед проведенням випробувань повинні бути піддані зовнішньому огляду. При зовнішньому огляді виявляється відповідність

виконаних електропроводок проекту автоматизації та вимогами СНиП 3.05.07 - 85 «Системи автоматизації».

При внесенні змін до проекту, узгоджених з проектною організацією або замовником, при зовнішньому огляді перевіряють відповідність електропроводок з внесеними змінами.

зовнішнім оглядом електропроводок перевіряють: правильність установки конструкцій і монтажу труб, коробів, лотків і т. п. ; правильність виконання з'єднань і розгалужень проводів і кабелів, а також їх оброблення кінців та приєднання до затискачів; виконання антикорозійного покриття і заземлення. Для електропроводок систем автоматизації у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях при зовнішньому огляді додатково перевіряють виконання вимог, що пред'являються до електропроводок цих приміщень. Дефекти, виявлені в результаті зовнішнього огляду, повинні бути усунені.

Після зовнішнього огляду електропроводок проводять вимірювання опору ізоляції. Вимірювання опору ізоляції електричних ланцюгів виробляють в повністю змонтованих електропроводках між усіма жилами кабелю або всіма жилами проводів в захисному трубопроводі (коробі), а також між кожною житлової та металевією захисною оболонкою кабелю або захисним трубопроводом (коробом). При цьому всі контрольно-вимірювальні прилади, виконавчі механізми і електрична апаратура повинні бути відключені, а проводи та кабелі приєднані до збірок затискачів сполучних коробок, щитів і пультів засобів автоматизації. Напруга мегаомметра при вимірюванні повинно бути: а) 1000 В для силових електропроводок в приміщеннях всіх класів; б) 1000 В для електропроводок у вибухонебезпечних приміщеннях всіх класів і пожежонебезпечних класу П-1; в) 500 В для інших проводок. Опір ізоляції провідників повинен бути не менше 1 МОм. Результати вимірювання заносять в протокол. Здача електропроводок проводиться при здачі всього комплексу робіт по монтажу приладів і засобів автоматизації.

До акта здачі прикладають: а) робочу проектну документацію з внесеними в процесі монтажу змінами; б) протоколи і акти на приховані роботи (прокладання електропроводок в землі, в фундаментах, в підлозі і т. п.); в) протоколи вимірювання опору ізоляції проводів і кабелю; г) протоколи прогріву кабелю перед прокладкою в зимових умовах.

Тема 6 Обслуговування мікропроцесорних систем управління

6.1 Методи пошуку несправностей

Цифрові мікропроцесорні системи управління ставлять унікальні завдання пошуку несправностей. Це пояснюється їх організацією і структурою. Як і іншим електронним системам, їм характерні такі відмови:

- несправність джерел живлення;
- неякісність з'єднань;
- забрудненість контактів перемикачів;
- несправність ЕРЕ.

Архітектура мікропроцесорних СУ часто перетворює пошук несправності в складну і тривалу процедуру. Це обумовлено наступними обставинами:

- сигнали усередині МСУ передаються по шинам зазвичай містить 8, 16 або 32 лінії зв'язку;
- інформація на цих шинах швидко змінюється і залежить в кожен момент від конкретної функції, яка реалізується СУ;
- багато що входять в СУ блоки паралельно підключені до системних шин, тому при виникненні збоїв складно локалізувати конкретний пристрій;
- на шинах не завжди має місце осмислена інформація.

Перелік подібних завдань досить великий, і рішення їх з використанням лише традиційного контролю обладнання не представляється можливим. В даний час будуть розглянуті деякі нові види пошуку несправностей в МСУ. Крім того, не слід нехтувати традиційними методами пошуку несправностей: перевірка БП або інтерфейсів.

6.1.1 Несправність апаратних засобів або програмного забезпечення

Подвійна природа МСУ при виникненні збою ставить наступне завдання. Наладчик повинен вирішити, прихований відмова в апаратних засобах або

викликаний помилкою в програмі. На це питання відповісти дуже складно, так як характер відмови може перешкоджати виконанню простих діагностичних тестів. Відмова в шині управління може перешкоджати виконанню будь-якої програми, а відмова в операційній системі може не допустити завантаження і виконання будь-тест-програми.

У невеликих системах (мікроконтролери) відповідь на це питання дає ручне підключення набору тест-програм. Вони працюють в тому ж адресному просторі, що і прикладні завдання, і часто розкривають причину відмови. Якщо тест-програми не працюють, то має місце відмова в апаратних засобах. Вся тест-послідовність перевіряє головні функціональні блоки системи і локалізує збої в прикладних програмах. Ввести таке тест-ПЗУ в систему можна в такий спосіб. Видалити системне ПЗУ і вставити в його панельку тест-ПЗУ. При такій заміні використовуються ті апаратні засоби системи, які функціонують і в робочому режимі.

Інший спосіб полягає в тому, що потрібно вмонтувати тест-ПЗУ в систему, а при тестуванні переключити сигнал вибірки кристала з системного ПЗУ на тест-ПЗУ. Якщо система з тест-ПЗУ не працює, то мають місце апаратні збої.

6.1.2 Проблеми тестування мікропроцесорних систем

Стан МП системи в будь-який момент часу визначається рівнем сигналів на безлічі ліній (8, 16 ліній на шині даних; 16-20 і більше ліній адреси; кілька ліній шини управління). Отже, для отримання всієї інформації про передачу по шині повинні бути відомі стану багатьох ліній. Будь-фрагмент інформації знаходиться на шині протягом короткого інтервалу часу (один період системної синхронізації), потім замінюється іншим. Звичайні контрольно-вимірювальні прилади, наприклад осцилограф, не розраховані на сприйняття і індикацію інформації, представленої в такій формі. Тому необхідні спеціальні прилади, які могли б фіксувати і відображати дані в такій системі.

Обмеження на розміри БІС, зокрема МП, призводять до того, що для всіх сигналів на корпусі БІС бракує висновків. Тому широко використовується

мультиплексування шин даних і адреси. Мультиплексування так само ускладнює тестування, так як в будь-який момент часу потрібно вирішувати, яка інформація знаходиться на лініях.

Для перевірки мікропроцесора на кожну команду з його системи команд з урахуванням всіх можливих двійкових наборів потрібно виконати таку кількість тест-комбінацій:

$$C = 2mn,$$

де n -розрядної шини даних;

m -число команд в системі команд.

Розглянемо, наприклад, мікропроцесор K580BM80. Загальна кількість тест-комбінацій для його перевірки складе:

$$C = 22 \times 76 = 2608.$$

Перетворимо в десяткову систему числення:

$$2608 = 10^x \text{ то } x = \log_{10} (2608) = 608 \log_{10} 2 \approx 183, \text{ отже } C = 10^{183} \text{ комбінацій.}$$

Нехай кожен тест триває 1 мкс. Тоді на проведення всіх тестів знадобиться $3,1526 \times 10^7$ с. Тому виконання всіх тестів закінчиться через $0,32 \cdot 10^{170}$ років. Для порівняння, приблизний вік Землі оцінюється $4,7 \cdot 10^9$ років.

Виконані розрахунки показують, що таку складну цифрову мікросхему як мікропроцесор не можна перевірити повністю. Звідси випливає, що і кожен комп'ютер ніколи не перевірявся і не може бути перевірений повністю. У кращому випадку для перевірки його функціонування застосовувалося обмежена підмножина команд і довічних наборів. Виробники БІС вирішують цю проблему за допомогою обмеженої множини тест-наборів і вважаючи за результатами такого контролю, що БІС буде правильно працювати на всіх тест-наборах. Зі збільшенням щільності упаковки (16-бітові процесори) проблема тестування стає більш актуальною.

6.1.3 Перевірка системного ядра

Системне ядро (рис. 6.1) складається зазвичай з: ЦП, системного генератора, шин управління і адреси. Перевірити системне ядро можна, якщо в системі передбачені засоби, що дозволяють відключити шину даних і ввести команду в ЦП.

Зазвичай в ЦП вводиться різновид холостий команди, наприклад: NOP або MOV A, A. Шину даних можна від'єднати за допомогою ковзних перемикачів (S1).

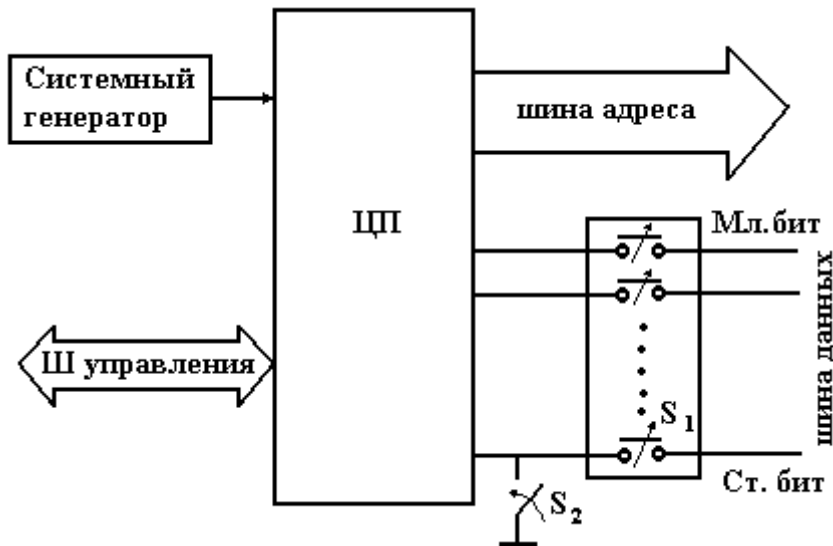


Рисунок 6.1 - Системне ядро

Введена в ЦП однобайтною командою визначається кодом, встановленим за допомогою перемикачів S2. Перемикач S2 замикає старший біт на землю, тому в ЦП вводиться код 7F. Цей код інтерпретується як команда NOP. Потім ЦП встановлює наступну адресу і виконує операцію зчитування. Отримує ту ж саму команду NOP. Знову змінює адресу і зчитує, отримує ту ж саму команду і т.д. Процесор працює в режимі вільного рахунку, встановлюючи на шині адреси всіх можливих двійкові коди. При перегляді сигналів на кожній лінії шини адреси можна встановити факти відмови: обриви; замикання на землю, на шину живлення і на іншу лінію.

Якщо по лініях шини адреси передаються правильні сигнали, то можна вважати, що системне ядро функціонує. Відмова в системному генераторі або несправності ліній шини управління важко зафіксувати в режимі вільного рахунку. Для їх виявлення слід досліджувати окремі частини системного ядра.

6.2 Самоконтроль МП систем

6.2.1 Тестування ЦП

Найпростіший вид тестування ЦП - переведення системи в режим вільного рахунку. Він показує, що ЦП правильно зчитує команду з шини даних, формує

адресні набори на шині адреси і правильно реагує на сигнали системної синхронізації. Контролюючи сигнали на лініях системної шини, наприклад, в лінії R / W, можна частково перевірити шину управління.

У більшості випадків тестування всієї мікропроцесорної системи виконується за допомогою тестуючої програми. Виконання цієї програми перевіряє працездатність ЦП. Відмовив ЦП не може виконати тест-програму, що змушує розробника системи передбачити можливість контролю ЦП. Це зазвичай виконується шляхом включення в систему іншого ЦП тільки для перевірки першого. Очевидно, загальна складність системи з появою другого ЦП різко зростає, що знижує надійність всієї системи. Даний підхід в такому вигляді використовується рідко через виникаючих проблем тестування другого ЦП і його апаратних схем. Однак, ідея використання однієї обчислювальної системи для перевірки іншої виявилася життєздатною. Більшість складних контрольно-вимірювальних приладів для перевірки МПС мають вбудовані ЦП.

6.2.2 Тестування ПЗУ

Переважає більшість мікросхем ПЗУ зберігає фіксовані команди, які при звичайному виконанні програми не змінюються. Фіксований характер інформації, що зберігається в ПЗУ інформації дозволяє організувати контроль достовірності вмісту мікросхеми ПЗУ шляхом обчислення контрольної суми. Вміст всіх осередків пам'яті мікросхеми ПЗУ підсумовується. При цьому виникають переповнення розрядної сітки ігноруються. Отримана контрольна сума порівнюється з достовірним значенням, що зберігається в останній комірці мікросхеми. Розбіжність цих чисел свідчить про збої ПЗУ. При наявності збігу ПЗУ може бути справно, але залишається неперевіреною можливість взаємної компенсації декількох наявних в ньому несправностей.

Більш точний метод перевірки ПЗУ передбачає формування контрольних циклічних надлишкових кодів. При тестуванні весь вміст мікросхеми ПЗУ виводиться з нього, утворюючи довгу лінійну ланцюжок бітів. Ця послідовність подається на вхід суматора по модулю 2, вихід якого пов'язаний з 16- зсувними

регістром (рис. 6.2). Зворотні зв'язку регістра утворюють вираз $2^{15} + 2^{11} + 2^8 + 2^6 + 2^0$

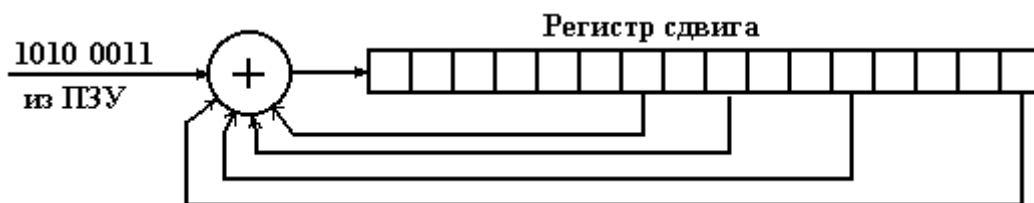


Рисунок 6.2 - Тестування ПЗУ

Потік бітів ПЗУ і зрушення в регістрі синхронізовані. Результат, який залишається в регістрі після введення всіх бітів ПЗУ, являє собою циклічний код контролю за надмірності. Чутливість цього методу дуже висока. Якщо буде пропущений хоча б один біт, то остаточний код сильно відрізняється від початкового.

Описані методи тестування ПЗУ реалізовані програмно. Ці програми зазвичай зберігаються в ПЗУ і не започатковано при включенні мікропроцесорної системи.

6.2.3 Перевірка ЗУПВ

Напівпровідникові запам'ятовувальні пристрої з довільною вибіркою (ЗУПВ) є енергозалежними. На відміну від ПЗУ вміст ЗУПВ не фіксоване, тому вищеописані тести для них не підходять.

Для перевірки мікросхем ЗУПВ потрібно записати дані в кожен клітинку, а потім зняти їх. Якщо лічений з осередку двійковий код збігається з записаним, то осередок справна. Тест запису і зчитування кодів називається «ШАХІВНИЦЯ». У цьому місці використовуються наступні набори 0101 0101 (5516) або 1010 1010 (AA16).

Тест ШАХІВНИЦЯ записаний в ПЗП і використовується для перевірки ЗУПВ після включення живлення. Тест-програма записує шаховий набір в кожен клітинку ЗУПВ, починаючи з відомого мінімального адреси, і продовжує перевірку по всіх осередків до виявлення осередку, з якої тест-набору не зчитується. Цей осередок в системі має свою адресу і визначає межу пам'яті. Після цього тесту ємність

доступного користувачу ЗУПВ відображається на відеосистемі. Якщо Значення на дисплеї менше очікуваного, то має місце збій ЗУПВ. Діагностуємих адреса дозволяє визначити мікросхему.

Якщо перевіряється система з підозрою на відмову ЗУПВ, то запускається більш жорсткий тест. Він полягає в записі і наступному зчитуванні кодів «крокуючих одиниць». У цьому тесті в кожен клітинку записуються наступні коди: 0000 0000; 0000 0001; 0000 0010; ...; 0100 0000; 1000 0000. Такий тест виявляє будь-яку чутливість сусідніх ліній даних до перехресним наведеним перешкод. Ці перешкоди проявляються в двох сусідніх розрядах при зчитуванні ні перевіряється осередку 1.

У ЗУПВ можлива інтерференція ліній шини адреси через їх короткого замикання. Для виявлення цього використовується наступний тест. Спочатку в усі осередки ЗУПВ записується код 00, і потім тільки всі осередки ЗУПВ записується код FF. Потім відбувається зчитування інформації. Якщо тест пройшов, то перша осередок скидається на 00, а код FF записується тільки в другий осередок. Якщо під час передачі тест не пройшов, то має місце збій або в самій мікросхемі, або в зовнішніх лініях шини адреси.

6.2.4 Тестування введення / виведення

Мікросхеми введення / виведення перевіряти важко, так як прямі зворотні зв'язки від них в систему відсутні. Вони або просто сприймають інформацію з обчислювальної системи з подальшим направленням її в зовнішні пристрої, або пересилають інформацію в обчислювальну систему за запитом ЦП. У УВВ найбільш вірогідні відмови через електричних перевантажень. Їх вивідні лінії підключаються до довгих кабелів, яким притаманні розподілені індуктивність і ємність. Логічні сигнали характеризуються швидкими перемиканнями з одного стану в інший. Тому драйвери, що працюють на лінію зв'язку, повинні швидко заряджати паразитну ємність при переході вихідного сигналу в стан «1», і швидко розряджати цю ємність при переході вихідного сигналу в стан «0». Отже, драйвери лінії найбільш схильні до перевантажень і, отже,

Стандартний підхід до тестування УВВ полягає в подачі відомих сигналів на його вступні порти і перевірка їх тест-програмою. Вивідні порти перевіряються

посилкою відомих сигналів з ЦП при наявності зовнішніх коштів індикації та контролю даних. У СУ де зовнішні пристрої підключаються за допомогою роз'ємів їх можна відключити. На їх місце можна підключити тест-наборів з перемикачів, а також для сприйняття даних вихідного порту і відображенням їх на світлодіодних індикаторах.

Деякі програмовані мікросхеми ВВ мають внутрішню зворотний зв'язок між виходом і входом. Можна скласти керуючу програму, яка буде пересилати інформацію по циклу: ЦП - вихідний порт - вхідний порт - ЦП. Порівнявши передається і отриманий коди можна зробити висновок про працездатність УВВ. Якщо виникають збої, то дуже легко локалізується несправна лінія зв'язку.

Деякі СУ, які мають програмні порти ВВ або універсальні асинхронні приймач, забезпечуються спеціальними роз'ємами. Ці роз'єми підключають лінії зв'язку, що працюють на висновок інформації, до ліній, які працюють на введення. Потім за допомогою спеціальної керуючої програми відбувається портів по вищеописаному циклу.

6.3 Несправність блоків живлення

Блоки живлення найбільш схильні до перевантажень і відмов. У великих системах здатність навантаження по струму БП досягає десятків ампер. Такі струми вимагають використання громіздких трансформаторів, потужних випрямлячів і великих згладжують конденсаторів, а також схем стабілізації вихідної напруги. Зазвичай в БП вбудовуються схеми захисту від перевантажень по струму і напрузі для запобігання відмов системи. Для зменшення розмірів БП широко використовуються імпульсні схеми.

Повний вихід з ладу БП можна виявити по виключенню індикаторів системи і перевірити за допомогою вольтметра. БП може вийти з ладу, якщо відмова деякого блоку системи викликає надмірне споживання струму.

Багато блоки обчислювальної схеми критичні до рівнів напруги живлення і допускають лише незначні відхилення від їх номінальних значень. Мікросхеми з номінальним харчуванням 5В допускають коливання напруги в діапазоні 4,75В - 5,25В, а поза ним працюють нестабільно. Така чутливість до напруги харчування

стає вельми критичною в тих системах, блоки яких віддалені один від одного. У цьому випадку через втрати підвідних проводах напруга живлення віддаленого блоку може вийти за вказаний діапазон. Тому блок стане працювати нестабільно. Рішення даної проблеми: установка в віддаленому блоці окремого БП.

Іншою проблемою БП є короткі замикання розв'язують конденсаторів. У цифрових обчислювальних системах таких конденсаторів безліч. Пошук несправного конденсатора вельми трудомістка задача. Вона полягає в послідовній перевірці всіх конденсаторів шляхом відпаювання одного висновку і прозвонкой омметром. Несправний конденсатор буде мати деякий опір витoku. Інший спосіб пошуку несправних розв'язують конденсаторів - при вимкненому БП вимірюється падіння напруги на шинах харчування за допомогою цифрового мілівольтметра. Через несправний конденсатор протікає струм, що викличе падіння напруги на друкованому провіднику.

6.4 Системна синхронізація

Неякісне тестування може бути причиною багатьох проблем в обчислювальній системі. Якщо системний генератор працює дуже швидко або занадто повільно, то це відбивається на роботі МПС. Для досягнення максимальної продуктивності ЦП працює на гранично допустимій частоті синхронізації, і будь-яке перевищення її може викликати хаотична поведінка. Тому в якості системних генераторів використовуються високостабільні схеми з кварцовими резонаторам і. Однак і кварц іноді порушується, формуючи більш високу частоту синхронізації.

Частоту тактових сигналів і їх проходження в системі можна перевірити за допомогою частотомерів і осцилографів.

6.5 Початкова установка

Початкова установка ЦП виконується після подачі напруги живлення на всі функціональні блоки системи. Після того як виконається початкова установка всіх функціональних модулів системи можна зробити початкову установку ЦП.

Виконується це подачею перепаду напруги з логічного нуля на одиницю на вхід $\overline{\text{RESET}}$ ЦП. Спеціальна схема при включенні напруги живлення затримує подачу цього перепаду до повної ініціалізації всіх функціональних модулів (рис. 6.3).

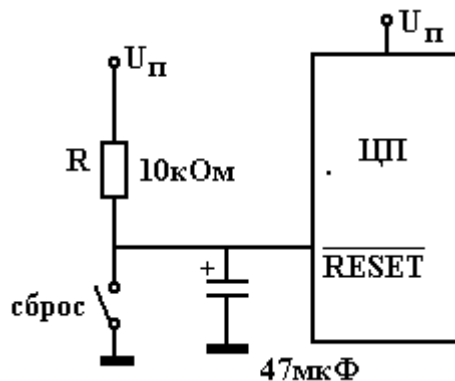


Рисунок 6.3 - Початкова установка ЦП

Якщо сигнал початкової установки надходить на вхід ЦП занадто рано або його форму спотворюють перешкоди, які можуть призвести до багаторазового запуску системи, можлива некоректна початкова установка. Якщо на лінії початкової установки виявляється низький рівень, який не змінюється при натисканні кнопки скидання, то система не може почати роботу. Стан цього сигналу можна з'ясувати за допомогою осцилографа. Усувається ця несправність шляхом заміни конденсатора.

6.6 Переривання

Лінії переривання, схильні до дії перешкод або «зависання» в одному стані, можуть викликати в системі збої. «Зависла» лінія переривання змушує ЦП обслуговувати неіснуючий запит переривання. Перешкоди ініціюють обслуговування переривання, якого фактично не було, що призводить до виконання безглузких операцій ВВ.

Програмовані мікросхеми ВВ мають внутрішні тригера-засувки переривань, які встановлюються і скидаються окремо від тригера переривань ЦП. Тригера переривань мікросхем ВВ встановлюються зовнішнім сигналом запиту переривання,

а скидаються сигналом підтвердження переривання від ЦП. У багатьох процесорах не вистачає висновків для всіх потрібних в системі керуючих сигналів. Тому широко використовується мультиплексування. Так, наприклад, сигнал підтвердження переривання мікропроцесором Z80 виробляється відповідно до рівняння $INTA = \overline{MI} \cdot \overline{IORQ}$. Такої ситуації при звичайному виконанні програми не виникає. Тому відбуваються збої. Тригер переривання мікросхеми ВВ зависає і не реагує на нові запити переривань.

Стан ліній переривань можна перевірити осцилографом або вольтметром.

6.7 Загасання сигналів

У складній МПС лінії шин адреси, даних і управління підключають до безлічі мікросхем. Кожна підключена до лінії мікросхема характеризується вхідним опором. Його числове значення відрізняється від характеристичного опору лінії. Тому в лінії виникають відображення сигналів. Чим більше входів мікросхем підключені до лінії, тим сильніше відображення сигналів. Ці відображення призводять до істотним спотворень форми переданих повідомлень. Що найчастіше є причиною збою в МПС. Для усунення цих збоїв застосовується системна синхронізація всіх пристроїв МПС.

На друкованих схемах лінії шин адреси, даних і управління розташовані близько один до одного. Два близько розташованих друкованих провідника характеризуються паразитною ємністю. Тому друковані провідники на схемах схильні до перехресним наведенням через багаторазових відображень. Для перевірки друкування блок підключається до системи через подовжувач. Наявність спотворень сигналів можна виявити осциллографом. Для узгодження хвильових опорів в лініях передач на приймальній стороні встановлюються погоджують резистори.

Складні МПС складаються з блоків, розташованих один від одного на значних відстанях (до десятків метрів). Зв'язок між ними здійснюється через послідовний інтерфейс за допомогою з'єднувального кабелю. Допустима довжина кабелю, при якій забезпечується достовірна інформація, пов'язана зі швидкістю передачі

сигналів. Відсутність синхронізації на приймальній і передавальній стороні може викликати помилки прийому. Усуваються ці збої перевіркою частотоміром частот вихідних сигналів тактуючих генераторів передавача і приймача. Якщо частоти цих сигналів сильно відрізняються один від одного, то їх треба підлаштувати.

6.8 Використання звичайних приладів

Під звичайною контрольно-вимірювальною апаратурою будемо розуміти ті прилади, які використовувалися для контролю електричних і електронних схем до появи мікропроцесорів. Це такі прилади: осцилограф, цифрові вольтметри і частотоміри. В обчислювальних системах корисність приладів обмежена характером подання інформації, проте, структура цих систем не цурається їх зовсім.

6.8.1 Мультиметри

Мультиметр - це прилад, призначений для вимірювання постійних і змінних струмів і напруг, а також опорів. Застарілий мультиметр є амперметр, який виконує необхідні вимірювання при включенні його в схему. Схема являє собою набір резистивних ділянок з елементами комутації, а так само випрямляч для перетворення змінної напруги в постійне. Похибка вимірювання цими пристроями визначається виразом:

$$\delta = \gamma \frac{U_H}{U_X},$$

де γ - клас точності приладу, вказується на його шкалі;

U_H - номінальне значення вимірюваної напруги;

U_X - вимірюване значення.

Обмеження на застосування аналогових мультиметрів є їх мале вхідний опір в низьковольтному діапазоні. Це опір є великим навантаженням для досліджуваної схеми і призводить до неправильних показань.

Цифрові мультиметри застосовують вимірюють ті ж параметри і мають високий вхідний опір у всьому діапазоні вимірювання ($\sim 10\text{МОм}$). Похибка вимірювання цими приладами визначається:

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_X} \cdot 100\%$$

де ΔU - чутливість приладу, що дорівнює 1 молодшого розряду,

UX - вимірюване значення.

В обчислювальних системах мультиметри використовують для перевірки напруг живлення, споживаних струмів і вхідних опорів. За допомогою мультиметра можна знайти короткі замикання лінії живлення через пробой конденсаторів розрядки. Можна визначити обриви проводів в міжблочних з'єднаннях

6.8.2 Частотоміри

Частотоміри - це пристрої, що використовуються для вимірювання частоти (періоду) змінних і імпульсних сигналів, тривалості імпульсів і зрушень фаз. В основу частотоміра покладено лічильник, на вхід якого подається досліджуваний сигнал протягом каліброваного проміжку часу. Лічильник має обмежену розрядність, тому для вимірювання широкого діапазону вхідних частот калібрований інтервал часу змінюється. Для вимірювання високих частот інтервал встановлюється коротким, а в разі низькочастотного вхідного сигналу він збільшується.

Похибка вимірювання частотоміром описується виразом:

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_x} \cdot 100\%$$

де ΔF - чутливість приладу, що дорівнює 1 молодшого розряду,

F_x - вимірюване значення.

У МСУ частотомер використовується для перевірки частоти генератора системної синхронізації, а так же швидкості передачі інформації в послідовному порте введення / виведення.

4.8.3 Осциллограф

Осциллограф відображає електричні сигнали у вигляді осцилограм на ЕПТ. Осциллограф призначений для вимірювання амплітуди, частоти і тривалості періодичних сигналів різної форми. В обчислювальних системах осциллограф може бути використаний для перевірки трактів проходження сигналів. Чисельні значення вимірюваних величин виходять шляхом перемноження кількості міток на екрані

ЕПТ на ціну поділки. Похибка таких вимірювань велика, тому осцилограф застосовується для спостереження за формою сигналів.

Лекція 7

Тема 7 ЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

Одним з підходів до пошуку несправностей в обчислювальних пристроях полягає в контролі поточної інформації на системних шинах в процесі виконання відомих програм. Інформація на системних шинах при кожному кроці програми порівнюється з даними, взятими з лістингу програми. Це дозволяє з'ясувати чи правильно система виконує програму.

Для спостереження інформації на шинах використовуються логічні аналізатори. Це такі прилади які мають 8, 16 або 32 вхідних каналу, за допомогою яких можна записати поведінку в часі будь-якого із сигналів мікропроцесорної системи, - наприклад: стан ШД, ША, ШУ, порту ВВ.

На відміну від осцилографа логічний аналізатор не відслідковує вхідні сигнали безперервно, а сприймає їх значення в момент отримання синхронізуючого сигналу. Фіксується при цьому інформація заноситься в власну пам'ять аналізатора, звідки вона може бути залучена і розглянута пізніше.

У більшості аналізаторів передбачена можливість вибору режиму індикації фіксованих даних. Найбільш широко використовується такі способи подання інформації:

- у вигляді тимчасових діаграм, аналогічний застосуванню багатоканального осцилографа;
- у вигляді таблиць станів, надану будь-якою системою числення (двійковій, вісімковій або шістнадцятковій);
- в мнемонічною формі, в цьому випадку аналізатор має ПЗУ з програмою-дисасемблер.

Промисловістю випускаються аналізатори наступних типів:

- аналізатори тимчасових діаграм;

- аналізатори доменів даних або станів.

В аналізаторах тимчасових діаграм запис інформації в пам'ять виконується за сигналом внутрішнього генератора. Для виключення похибки дискретна частота цього генератора в кілька разів перевищує частоту досліджуваних сигналів.

В аналізаторах іншого типу запис інформації в пам'ять виконується по тактових сигналах, одержуваних з досліджуваної системи. Ці аналізатори дозволяють оцінювати статичну поведінку досліджуваної системи.

7.1 Основні функції логічних аналізаторів

Діапазон можливостей логічних аналізаторів, виконаних на базі МП, продовжує зростати. Все серійно випускаються аналізатори мають швидкодіючий ОЗУ і дисплеї. Розрядність ОЗП визначається числом входів і має обмежену ємність (128, 256 N-розрядних слів). Для підвищення гнучкості і надання користувачеві можливості контролю окремих ділянок програм аналізатори містять схеми запуску. Перебуваючи в режимі прийому, аналізатор безперервно приймає інформацію на своїх входах, а при появі запускує слова переходить в режим індикації.

Залежно від складності аналізаторів на запускує слово можуть бути накладені ті чи інші додаткові умови, наприклад:

- реєстрація заданого числа N появ запускує слова;
- проходження заданого числа N циклів синхронізації слідом за появою запускує слова.

На відміну від осцилографів аналізатори можуть на екрані дисплея інформацію, що мала місце до запускує події. Цей режим роботи називається реєстрацією зі зворотним відліком. Він може застосовуватися при ремонті МСУ для завдання неправильно виконуваної операції в якості запускує події. Потім аналізується ряд подій, що призводять до цього збою.

Концепцію негативного відліку пояснимо на прикладі, коли 128 областей пам'яті розташовані по колу. Перебуваючи в режимі прийому даних, аналізатор їх записує і стежить за тим, коли надійде запускує подія. Отримавши цю подію, аналізатор позначає стан поточної області пам'яті. Потім продовжує записувати

інформацію ще по 63 синхросигналам (рис. 7.1). Потім переходить в режим в режим індикації даних. Виведені при цьому дані містять інформацію про 64 станах до запуску події і 63 після нього.

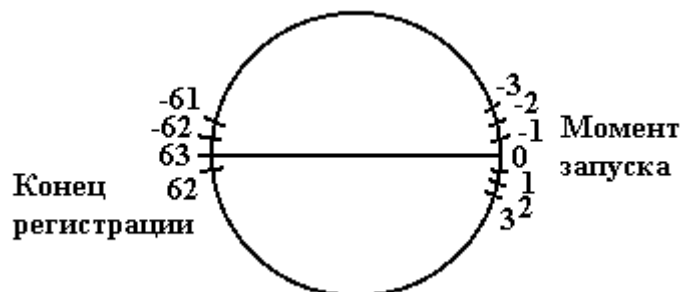


Рисунок 7.1 - Робота аналізатора зі зворотним відліком

Аналізатори мають такі керівні органи:

- перемикач початку і припинення прийому; якщо він встановлюється в активний стан, то аналізатор переходить в режим збору даних. По кожному синхросигналом заноситься 16 бітове слово даних в пам'ять. Це відбувається до моменту настання запуску події. Після його настання реєстрація триває ще протягом 63 циклів синхронізації, а потім аналізатор переходить в режим індикації. Якщо запуску подія не було виявлено, то прийом даних триває до тих пір поки перемикач не буде переведено в положення «припинення прийому»;
- перемикач фронту синхросигналу призначений для вибору позитивного або негативного фронту синхросигналу при запису даних. При виборі фронту слід враховувати час установки і час утримання даних на досліджуваних шинах;
- перемикач кваліфікатор сигналу використовується при вибіркового запам'ятовуванні інформації. Якщо він включений, то аналізатор запам'ятовує дані в пам'яті за сигналами синхронізації. Якщо він вимкнений, то синхросигнали ігноруються. Якщо цей перемикач в середньому положенні, то дані записуються в пам'ять по кожному сигналу синхронізації;
- управління запуском і кваліфікатор запуску. Органи управління запуском встановлюють 16 бітове слово яке дозволяє ідентифікувати вас як

запускає. Для розширення формату цього слова до 17 біт використовується кваліфікатор запуску. Його функції аналогічні вищеописаним.

7.2 Тестування клавіатури

Більшість клавіатур складається з набору клавіш організованих у вигляді матриць. Для сполучення матриць перемикачів з ЕОМ зазвичай застосовують один з методів:

- апаратне кодування, В цьому випадку використовується спеціалізована мікросхема шифратора клавіатури, яка виявляє натиснуту клавішу і виробляє ASCII-код;
- програмне кодування, У цьому випадку для генерації ASCII-кодів використовується спеціальна мікросхема зі стандартними програмами.

Для тестування клавіатури підключається до порту В. Керуючі входи аналізатора підключаються наступним чином:

1. Вхід синхронізації з'єднаний з $\overline{CS2}$ (Вибір кристала) пристрої, і перемикачем встановлюється формування синхросигналов по негативним перепадів $\overline{CS2}$. Отже, кожен раз, коли процесор обмінюється інформацією з клавіатурою, аналізатор отримує синхросигнал.

2. Вхід кваліфікатора синхросигналу з'єднаний з контактом \overline{RS} (Вибір ОЗУ) пристрої. Перемикач кваліфікатора встановлений в положення «1». сигнал \overline{RS} має високий рівень при зверненні до портів. При установці перемикача в положенні «1» аналізатор реєструє дані лише при зверненні до портів.

3. Запускаючи слово 7F16 дозволяє виявити початок перебору вихідних слів процесора, містять «робочий нуль». Перемикач кваліфікатора запускає слова встановлений в середнє положення.

7F 0111 1111
7F 0111 1111
BF 1011 1111
BF 1011 1111
DF 1101 1111
DF 1101 1111
*
*
FE 1111 1110

Після прийому даних запускається аналізатор і на екрані відображається траса. З неї видно, що логічний «0» переміщається по всім восьми стовпчиках у міру того, як ЦП виконує повний перегляд клавіатури. Кожна комбінація відтворюється два рази: при виведенні її ЦП і при читанні вмісту порту В

7.3 Підрахунок подій

Багато аналізатори дають можливість підраховувати, скільки разів виникло запуске подія між задаються словами «дозволений» і «заборонений». Для виконання подібних вимірів клавіатура аналізатора має кілька наборів запускою клавіш, позначених ДОЗВІЛ ЗАПУСКУ, ЗАПУСК і ЗАБОРОНА ЗАПУСКУ. Кожен набір клавіш можна використовувати для завдання стану шини адреси, шини даних і зовнішніх ліній в якості ознак.

Дозволяє адреса відповідає першому адресою підпрограми, а за допомогою клавіші заборони аналізу вводиться кінцевий адресу. Тепер аналізатор може підраховувати, скільки разів запуске слово з'явиться між граничними адресами. У деяких аналізаторах для ініціювання підрахунку подій потрібно натиснути спеціальну кнопку «РАХУНОК запуску». Рахунок почнеться коли вперше зустрінеться запуске адреса, і закінчиться при виявленні забороняє адреси. На екрані дисплея аналізатора виводиться число зареєстрованих запускою подій.

7.4 Вимірювання часових інтервалів

При аналізі роботи системи іноді потрібно знати з прийнятною точністю час виконання програми. Це особливо важливо знати при перетвореннях аналог-код. Так як, догляд частоти системної синхронізації призводить до помилок при зчитуванні інформації.

Вимірювання часових інтервалів в аналізаторі задається шляхом встановлення дозволяє і забороняє слів. Для ініціалізації вимірювання використовується клавіша ТИМЧАСОВОЇ ІНТЕРВАЛ. Аналізатор починає працювати з моменту, коли код з

виходу досліджуваної системи збігся з встановленим що дозволяє словом. Зупиняється, коли код з виходу системи збігся із заборонним словом. Результат вимірювання фіксується на дисплеї. Точність вимірювання визначається частотою внутрішнього генератора синхронізації аналізатора.

Лекція 8

Тема 8 СИГНАТУРНИЙ АНАЛІЗ

Аналогові схеми перевіряються шляхом подачі відомих сигналів і контролі кожного вузла в тракці проходження сигналу за допомогою осцилографа. При виявленні нестандартного сигналу перевіряється та частина схеми, яка управляє цим вузлом. Аналогічний підхід можна використовувати при перевірці цифрових схем.

Однак, цифрові схеми відрізняються великим числом сигнальних входів. Якби цифровою системою можна було б управляти таким чином, щоб на всіх її виходах діяв чітко визначений тест-набір, то кожен вузол можна було б перевірити на фіксований набір подій. У будь-якому вузлі при кожному виконанні стимулюючої програми виникає один і той самий набір, і його можна використовувати для перевірки належного функціонування вузла. Якщо вимірюваний набір відрізняється від очікуваного, значить має місце відмова в даному вузлі. Вимірюється реакція вузла на відомий тест-набір називається «сигнатурою» (підписом). Розглянутий принцип лежить в основі цілої галузі цифрового тестування, званої сигнатурним аналізом.

Сигнатурний аналіз розроблений на основі двох застосовувалися раніше способів контролю помилок:

- рахунок переходів;
- спосіб контролю помилок з використанням циклічного надлишкового коду.

8.1 Природа цифрового сигналу

Періодичний цифровий сигнал має частоту повторення F , рівну $1 / T$. Часовий інтервал включення (t_1) і часовий інтервал виключення дають період T . Сигнал характеризується двома параметрами:

- частотою повторення імпульсів;
- шпаруватістю, рівний $q = T / \tau_i$.

Єдиним сигналом в обчислювальній системі, який вищеописаного, є сигнал системної синхронізації.

У цифровому комп'ютері більшість сигналів при їх спостереженні осциллографом виглядають як випадкові (рис. 8.1). Для такого сигналу неможливо визначити частоту повторення імпульсів і шпаруватість. нестационарність сигналів означає, що для їх ідентифікації можна застосовувати статичні методи. Причини нерегулярної природи цифрових сигналів в складних ланцюгах наступні.



Рисунок 8.1 - Випадкові сигнали

Будь окремих вузол в складній схемі, що оперує даними в паралельному коді, містить тільки частину інформації. Ця частина змінюється майже випадковим чином при зміні переданих всередині системи символів. Наприклад, взяти по одній букві з кожного слова на одній сторінці тексту і спробувати зробити по ним змістовну фразу.

На виконання програм в комп'ютері впливають команди умовних переходів, виклики підпрограм, запити переривань і операції ПДП. Їх можна розглядати як програмно або апаратно ініційовані асинхронні події. Вони випадковим чином впливають на логічні сигнали. У звичайних умовах охарактеризувати сигнал в окремому вузлі неможливо через вплив несподіваних подій.

8.2 Рахунок переходів

Якщо електронний вузол стимулювати відомим і періодичним тест-набором, то сигнал в вузлі можна вважати псевдослучайної двійкової послідовністю. Вона на

коротких тимчасових інтервалах виглядає випадковою, але повторюється при виборі більшого масштабу часу.

Широко поширений спосіб контролю працездатності вузла полягає в підрахунку переходів сигналу з одного сигналу в інше. Отримана кількість переходів використовується як ідентифікатор вузла. Загальна кількість змін стану перевіряється вузла може бути дуже великим, тому необхідний якийсь спосіб стиснення інформації.

Обов'язковою умовою рахунку переходів є певний «тимчасове вікно», протягом якого виконується ця процедура. За час вікна виконується тест-програма, яка стимулює перевіряється вузол. Вона зазвичай періодична для зручності відтворення і порівняння результатів кількох вимірів. У конкретній системі з певним «тимчасовим вікном» і тест-послідовністю результати декількох підрахунків переходів повинні бути ідентичними.

Для застосування методу рахунку переходів як способу пошуку несправностей потрібно виміряти і задокументувати числа переходів в кожному вузлі. Якщо виникають проблеми з дослідник виконує тест-програму, вимірює числа переходів в підозрюваних вузлах і порівнює їх з документально оформленими значеннями. Будь-які розбіжності свідчать про наявність несправності.

8.3 Імовірність успіху при рахунку переходів

Прилад для рахунку переходів підраховує зміни стану в вузлі між сигналами пуску і зупинки. Як і всі електронні схеми, лічильник переходів схильний до помилок. Оскільки він служить показником справної роботи перевіряється системи, то виникає задача, наскільки добре лічильник переходів це робить. Довжина тест-послідовності і число змін стану в ній зазвичай невідомі, тому ми можемо оцінити тільки ймовірність успіху при використанні лічильника переходів.

У разі коли помилки впливають на всю m -бітну послідовність переходів, ймовірність виявлення помилки лічильником оцінюється за допомогою формули:

$$P = 100\left(1 - \frac{1}{\sqrt{m\pi}}\right) \quad (\%)$$

Із цього виразу видно, що чим довше тест-послідовність, тим вищий відсоток виявлення лічильником переходів помилок. При практичних вимірах обсяг лічильника становить n біт, і найчастіше, буває менше m . Допускається переповнення, і заходом належного функціонування вузла є залишок в регістрі, що виходить після закінчення рахунку. Переповнення вносить у виміри деяку неоднозначність і, отже, збільшує число помилок.

8.4 Коди циклічного надлишкового контролю

Для підвищення надійності передачі інформації розроблені коди циклічного надмірного контролю. Нехай двійковий поліном $B(x)$ і породжує поліном $G(x)$. Якщо розділити поліном $B(x)$ на поліном $G(x)$, то вийде приватне $Q(x)$ і залишок $R(x)$.

$$B(x) = G(x) \cdot Q(x) + R(x)$$

Додаючи до обох частин рівняння $-R(x)$ отримаємо:

$$B(x) - R(x) = G(x) \cdot Q(x)$$

При способі циклічного надлишкового контролю (ЦВК) передане повідомлення ділиться на породжує поліном і одержуваний залишок додається в передаваний двійковий потік. У приймачі вхідний двійковий потік ділиться на той самий поліном. Якщо в результаті поділу на приймальній стороні лінії зв'язку залишок дорівнює нулю, то помилок не виникло.

При способі ЦВК широко використовується поліном виду:

$$G(x) = x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$$

Для реалізації ЦВК застосовується 16-бітний регістр зсуву (рис. 8.2), на вхід якого передається поліном $B(x)$, а з відповідних розрядів регістра беруться сигнали зворотного зв'язку. Вхідний сигнал і всі сигнали зворотного зв'язку підсумовуються по модулю 2. У результаті виходить лінійна послідовних схема, так як акумулятор по модулю 2 надає один і той же вага кожного розряду. Зворотні зв'язку в регістрі зсуву утворюють характеристичний поліном генератора.

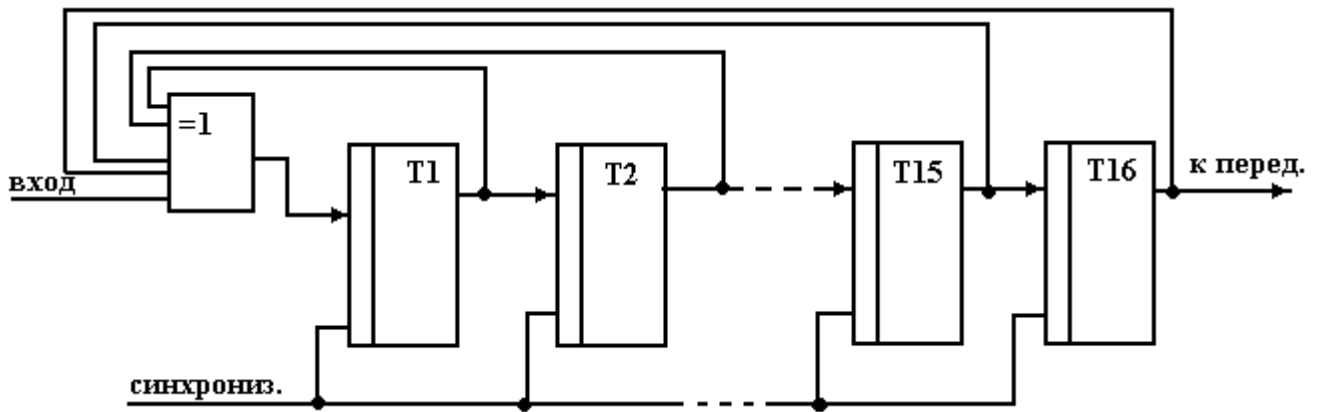


Рисунок 8.2 - 16-бітний регістр зсуву

Регістр зсуву синхронізується системними сигналами синхронізації, і вхідний потік біт ділиться на характеристичний поліном $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$. Після закінчення потоку даних залишок представлений станом 16 тригерів. Цей залишок висувається з регістра і додається до переданому потоку даних.

У двійковій арифметиці операції додавання і віднімання по модулю 2 дають однакові результати, тому $B(x) + R(x) = B(x) - R(x)$.

У приймачі інформація надходить на вхід аналогічного пристрою. Якщо після закінчення прийому в регістрі зсуву отримано нульовий залишок, то помилок при передачі не було.

Породжує поліном $G(x) = x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ має парне число членів, і представимо у вигляді $G(x) = (x + 1)(x^{15} + x + 1)$. Множник $(x + 1)$ включений навмисно, щоб все не виявляються помилки мали парний паритет. Щоб приховати помилку, має виникнути парне число помилкових біт. Отже ЦВК завжди виявляє в потоці даних все однібітні помилки і забезпечує високий відсоток виявлення багатибітних помилок.

8.5 Сигнатурний аналізатор

Призначення сигнатурного аналізу полягає в сприйнятті логічних рівнів в будь-якої точці схеми і виробленні коду, що характеризує процеси, що відбуваються в даній точці. Аналізатор підключається до досліджуваної схемою в п'яти точках. Безпосередньо через пробник надходять на вхід аналізатора дані від обраної для

тестування схеми. Решта чотири з'єднання: пуск, зупинка, синхронізація, загальний - виконується через зовнішню перехідну приставку.

Основним блоком є 16-розрядний зсувний реєстр із зворотними зв'язками (рис. 8.3). За допомогою сигналів пуску і зупинки вхідний сигнал подається в схему, а сигнал синхронізації від досліджуваної системи виконує зрушення даних в реєстрі. Після закінчення часу вимірювання виконується індикація вмісту реєстра як характеристичної сигнатури вузли.

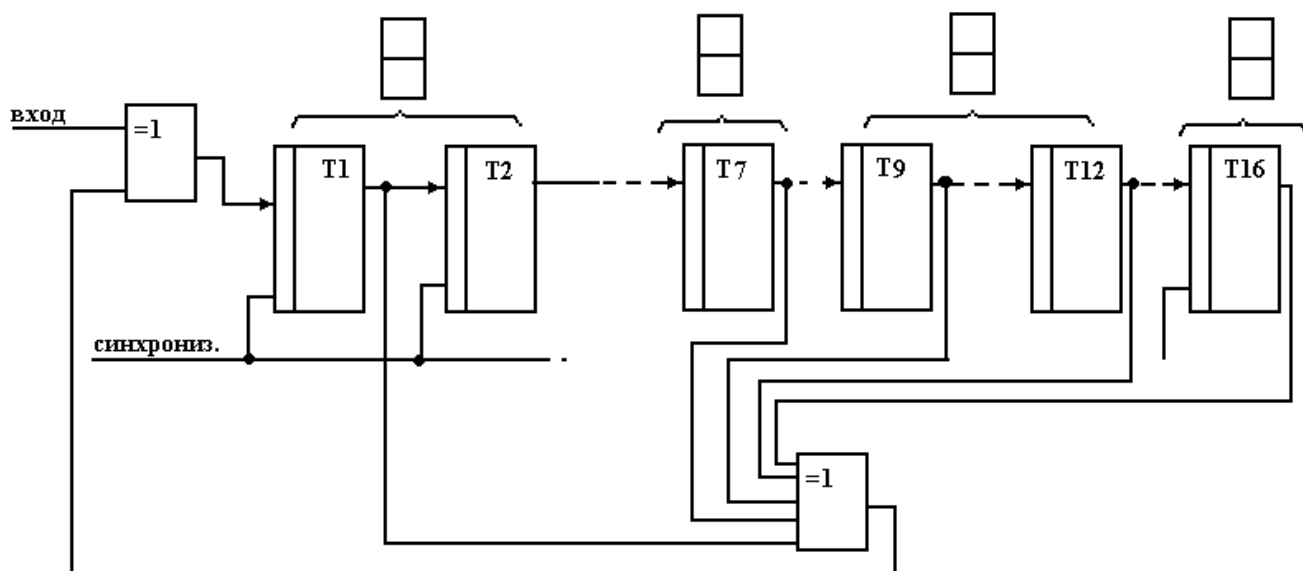


Рисунок 8.3 - 16-розрядний зсувний реєстр із зворотними зв'язками

Фірма Hewlett-Packard зупинилася на непарному числі висновків зворотного зв'язку, застосувавши породжує поліном виду $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^9 + x^7 + 1$. Так само з метою уникнення плутанини між цифрою 6 і буквою в для індикації сигнатур використовується нестандартний набір шістнадцяткових символів: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, C, F, H, P, U.

У перевіряється вузол вводиться тест-послідовність. Сигналом синхронізації виконуються зрушення даних в реєстрі. Отримана сигнатура вузла порівнюється з відомою. Якщо виникли розбіжності, то провнряемий вузол працює зі збоями.

Імовірність невиявлення однобітних помилки при сигнатурному аналізі описується виразом:

$$P_H = \frac{1}{2^m},$$

де m - довжина потоку даних.

Отже, ймовірність виявлення всіх помилок оцінюється за формулою:

$$P = 1 - P_H = 1 - \frac{1}{2^m}.$$

8.6. Тестування ЦП з використанням сигнатурного аналізатора

Сигнатурний аналізатор можна використовувати для тестування ЦП в режимі вільного рахунки. При проведенні будь-якого тесту з застосуванням СА потрібно вирішити, які сигнали від конкретних системи використовувати в якості сигналів пуску, зупинки і синхронізації.

У режимі вільного рахунки на шині адреси виникають все виконавчі набори, які повторюються періодично. На старшій лінії адреси діє потрібний рівень для однієї половини всіх адрес і високий рівень для іншої половини. Отже, між сусідніми переходами з «0» в «1» знаходиться один повний цикл шини адреси. Сигнал з цієї лінії можна використовувати як сигнал пуску зупину аналізатора. У режимі вільного рахунки все команди виконують зчитування з пам'яті, отже, сигнал синхронізації для аналізатора можна взяти з лінії $\overline{\text{READ}}$. Аналізатор налаштовується на переходи з «0» в «1» для всіх керуючих сигналів, тому дані синхронно проходять через регістр зсуву по задньому фронту сигналу $\overline{\text{READ}}$. Необхідні підключення показані на рисунку 8.4.

Набір сигнатур береться на кожній лінії адреси від свідомо справної системи і документується. Потім, знімаються сигнатури перевіряються систем і порівнюються з наведеними в документах.

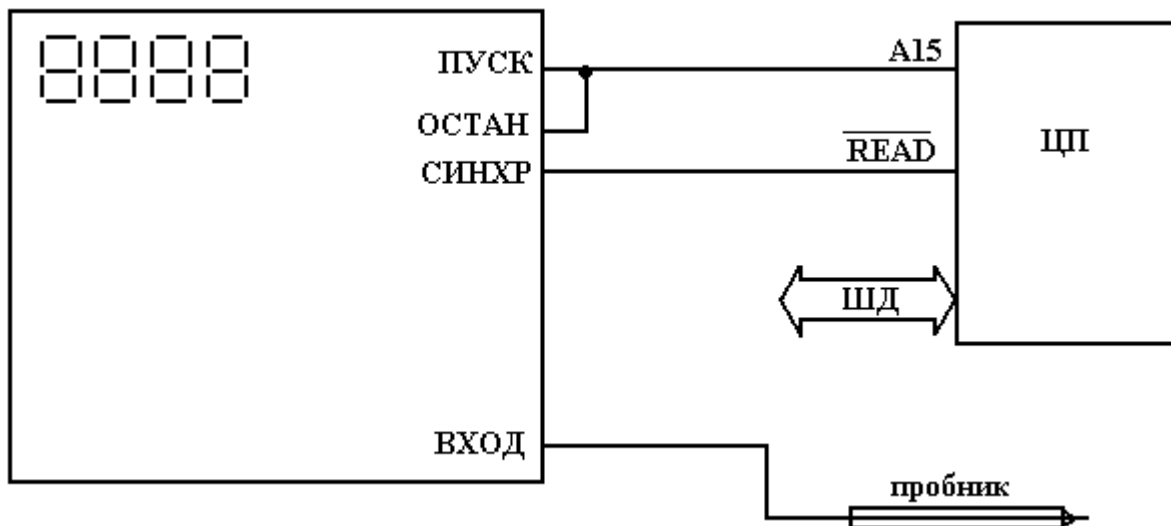


Рисунок 8.4 - Сигнатурний аналізатор

8.7. Тестування ПЗУ

У режимі вільного рахунки подається в ЦП неодружена команда змушує його виконати операції зчитування по кожній адресі. Відключивши шину даних ПЗУ від ЦП можна протестувати перший блок в режимі вільного рахунки. Використовуючи лінію «вибірки кристала» для сигналів пуску і зупинки, керуючу лінію $\overline{\text{READ}}$ можна використовувати для синхронізації аналізатора. ПЗУ в режимі вільного рахунки послідовно видає інформацію на шину даних. Послідовно підключивши пробник до ліній шини даних можна отримати сигнатуру ПЗУ. Порівнявши отримані показання з задокументованими можна зробити висновок про збої ПЗУ.

8.8. Тестування порту ВВ і ЗУПВ

Тестування порту ВВ і ЗУПВ не можна виконати в режимі вільного рахунки. Тому, для перевірки цих модулів необхідно написати і виконати спеціальні тест-програми. Ці програми зазвичай складаються з кількох рядків асемблерного коду і поміщаються в ПЗУ. У нормальному режимі роботи обчислювальної машини вони не використовуються. Запускаються ці програми спеціальним зверненням до них за допомогою команди RESTART.

Набір тест-програм зазвичай організований як цикл, який періодично виконується при включенні тест-ПЗУ в роботу. В наявності повного тест-циклу передбачається формування імпульсу запуску аналізатора, а в кінці тест-циклу формується імпульс зупинки. Залежно від виконуваного тесту (записи або зчитування інформації) вхід синхронізації сигнатурного аналізу підключається до лінії $\overline{\text{READ}}$ або $\overline{\text{WRITE}}$ шини управління.

Тест-перевірки порту ВВ і ЗУПВ виконуються шляхом запису в них відомих повідомлень з наступним зчитуванням інформації. Послідовно підключивши пробник до ліній шини даних отримують сигнатуру порту ВВ або ЗУПВ. Порівнявши отримані показання з задокументованими можна зробити висновок про збої порту ВВ або ЗУПВ.

8.9 Засоби для сигнатурного аналізу

В ідеальному випадку тестування МПСУ за допомогою сигнатурного аналізатора потрібно передбачати ще на етапі проектування. При розробці системи слід вбудувати засоби реалізації вільного рахунку і вибору тест-циклів з ПЗУ. У разі якщо керуючі сигнали для сигнатурного аналізу повинні формуватися з комбінації декількох внутрішніх сигналів, слід ввести в систему потрібні схеми. Після закінчення розробки потрібно отримати і задокументувати таблиці сигнатур для різних тестів.

Багато системи розроблені без всяких вбудованих засобів тестування, але їх можна пристосувати для сигнатурного аналізу. Більшість систем має мікропроцесор, встановлений на панелі і його можна вийняти. Потім в панельку вставити перехідник, в якому вбудовані розрив шини даних і подача холостий команди в процесор. Після цього з іншого боку перехідника вставляється мікропроцесор. Для конкретного процесора можна розробити перехідник для вбудовування в будь-яку систему. Таким чином, всі можливі режими вільного рахунку реалізуються в будь-якій системі незалежно від того, проектувалася вона з урахуванням сигнатурного аналізу або без урахування його.

Тести вільного рахунку перевіряють системне ядро і ПЗУ, і для перевірки інших частин системи потрібно писати спеціальні програми. Ці програми розміщуються в тест-ПЗУ. Перевірка інших частин системи починається з заміни системного ПЗУ на тест-ПЗУ. Після сигналу системного скидання процесор виконує звернення до цього ПЗУ, і тест-програми перевіряють залишилися функціональні модулі системи.

Тест-програми для сигнатурного аналізу є послідовністю коротких фрагментів, що слідує один за одним. Після виконання всіх послідовностей програм процесор переходить до початку, утворюючи повний тест-цикл. Для локалізації відмов в системі при перевірці окремих блоків потрібні сигнали пуску і зупинки. Ці сигнали генеруються тест-програмами. Отримані сигнатури вузлів порівнюються з задокументованими і робиться висновок про працездатність модуля.

8.10 Обмеження сигнатурного аналізу

Сигнатурний аналізатор реєструє тільки ті події, які синхронні з сигналом синхронізації. Мікропроцесор є синхронним кінцевим автоматом, і при сигнатурному аналізі перевіряється більшість його частин. Однак, деякі події відбуваються асинхронно з системної синхронізацією, і їх не можна проконтролювати за допомогою сигнатурного аналізу. Прикладом такого блоку може служити послідовний інтерфейс. Цей інтерфейс для перетворення кодів використовує асинхронні універсальні приймач, вхідні сигнали яких не синхронізовані з системним генератором. Якщо виникне необхідність тестування послідовного порту ВВ сигнатурним аналізатором, то це можна виконати. У цьому випадку на вхід синхронізації аналізатора подається вихідний сигнал генератора приймача або передавача.

ПК з шинної структурою можна вважати замкнутою системою зі зворотним зв'язком. У цій системі по шині адреси виконується запит даних, а відповідь вводить з шини даних. Складність тестування таких систем полягає в тому, що відмова поширюється по всій петлі. При цьому виходять погані сигнатури в тих місцях, де відмова відсутня. Сигнатурний аналіз дозволяє визначити збій в системі,

але не дозволяє локалізувати місце. Погана сигнатура після закінчення тимчасового вікна не показує механізм проходження відмови. Тому, коли багато мікросхем працюють на загальну шину, і з'являється неправильна сигнатура, даний вид аналізатора не може вказати конкретну мікросхему, що дає збій.

Вдосконаленою формою сигнатурного аналізу є трасовий аналіз. Цей вид аналізу дозволяє визначити місце відмови в тимчасовому вікні. В цьому випадку аналізатор програмується на послідовність проміжних сигнатур і фіксує моменти їх появи в тимчасовому вікні. При роботі приладу перший розбіжність перевіряються даних з збереженої інформацією викликає останов аналізатора і відображати момент появи помилки. Правильні дані для сигнатурного трасового аналізу отримують від свідомо справної системи і документуються. При цьому сигнатури розбиваються на короткі секції з відповідним збільшенням обсягу документованої інформації. Додаткова документація потрібна тільки для тієї частини системи, яку не можна адекватно перевірити сигнатурним аналізатором.

Лекція 9

Тема 9. ЕМУЛЯЦІЯ

Емуляція - це процес, в якому одна система використовується для копіювання дій іншої системи. У комп'ютері можна створити робоче середовище, яка може моделювати процеси, що відбуваються в основній середовищі. Зазвичай моделює система працює повільніше моделюється, так як модель відтворює дії апаратних засобів на основі використання програмних аналогів. Процес моделювання дає логічну модель системи, і в ній відсутнє реальне швидкодію, а так само реальні вхідні і вихідні сигнали.

Моделювання зручно для розробки програмного забезпечення. На моделі можна налагоджувати цільові програмні блоки з подальшим їх перенесенням в реальну систему. Можливість управляти діями обчислювальної системи з робочого середовища іншої машини (моделі) називається внутрішньосистемної емуляцією. Обчислювальна система, оснащена таким засобом, називається системою проектування.

Системи проектування мають широкий набір можливостей для розробки прототипу, а так само діагностичними засобами для пошуку несправностей. Прилади, в яких реалізовані деякі можливості системи проектування для діагностики апаратних збоїв, називаються автономними емуляторами.

9.1 Системи проектування

СП є комп'ютер, оснащений засобами розробки апаратних і програмних засобів. Для розробки програм передбачена операційна система. Вона зберігається на гнучкому (жорсткому) диску і складається з наступних програм:

- редактор;
- менеджер файлів;
- редактор зв'язків / завантажувач;
- драйвери пристроїв введення-виведення;
- асемблер;
- компілятор;
- менеджер пам'яті;
- відладчик;
- аналізатор реального часу;
- програматор ПЗУ та ін.

В СП крім стандартних апаратних засобів комп'ютера широко застосовуються такі додаткові модулі:

- пристрій управління пам'яттю;
- трасовий аналізатор реального часу;
- внутрішньсхемний емулятор;
- програматор ПЗУ.

Наведені вище засоби утворюють закінчену СП, вартість якої набагато вище ПК. Всі ці апаратні і програмні засоби потрібні для скорочення термінів проектування обчислювальних засобів спеціалізованого призначення. Є також кілька більш дорогих СП, які дозволяють проектувати багатопроцесорні комплекси.

Операційна система забезпечує взаємодію користувача з апаратними засобами фізичної СП. Користувач налаштовує машину з урахуванням своїх вимог, звертаючись до тих чи інших програм ОС. Це можуть бути програми розпізнавання і розподілу каналів введення-виведення периферійних пристроїв, а також поділу простору пам'яті між СП і цільової обчислювальною машиною і ін.

9.1.1 Редактор

Програма-редактор є основним засобом введення програм на гнучкій носій, які будуть виконуватися на цільовій машині. Програми вводяться на мові високого рівня, наприклад, мова асемблера або ПАСКАЛЬ. Сам редактор не розрізняє тип вводиться коду і не має засобів контролю помилок. Трансляцію з мови високого рівня або асемблювання виконують інші програми операційної системи, в яких передбачений контроль помилок.

При модифікації програми більшість редакторів оперують або з рядками, або з екранними текстами. Екранний редактор завжди збуджує максимальне число рядків. Якщо, наприклад, дисплей має 24 рядки, то на на екран виводиться 24 рядки програми. Знайшовши потрібний фрагмент, користувач видаляє або додає код, а також змінює в програмі наявні значення.

Строковий редактор утворює на екрані дві горизонтальні лінії, і дані дозволяється вводити або модифікувати тільки в області, обмеженої цими лініями. Вибір між екранним і строковим редактором залежить від звички користувача, і в багатьох системах є обидва редактора.

9.1.2 Менеджер файлів

Менеджер файлівуправляє операціями запам'ятовування і завантаження між основною пам'яттю комп'ютера і наявної в системі зовнішньої пам'яттю. Він може бути або основною частиною ОС і викликатися для роботи спеціалізованими командами. У другому випадку менеджер файлів невидимий користувачеві і приводиться в дію програмою-супервизором.

У системах з обмеженими обсягами пам'яті менеджер файлів реалізує і загальні службові функції. До них відносяться:

- підтримка карти адрес доступних блоків основної пам'яті;
- генерування адрес зв'язку для випадків коли при запам'ятовуванні програми доводиться пов'язувати кілька секторів.

9.1.3. Редактор зв'язків / завантажувач

Велика програма для цільової системи зазвичай розробляється за фрагментами (підпрограми). Кожен фрагмент запам'ятовується на жорсткому диску у вигляді окремого файлу. Ці підпрограми пишуться на мові асемблера. Для перетворення вихідних текстів в машинний код фрагменти необхідно обробити програмою-асемблером. Редактор зв'язків дозволяє указати програмі-асемблеру, які файли підлягають асемблюванню і в якому порядку. Маючи можливість визначити порядок асемблювання, програмісти можуть розробляти програмні фрагменти в зручній для них послідовності.

Оброблені асемблером програми називаються вихідними програмами, а отримані програми на машинній мові називається об'єктної. Програма-завантажувач призначена для завантаження виконуваного об'єктного файлу в пам'ять, починаючи з певної комірки. Завантажену прикладну програму в машинному кодї можна виконати, якщо помістити в програмний лічильник ЦП початкова адреса цієї програми.

9.1.4 Драйвери пристроїв введення-виведення

Забезпечують гнучке управління вводу-виводу (ВВ) і дозволяють моделювати ВВ розроблюваної системи за допомогою стандартних периферійних пристроїв.

До СП підключаються різноманітні периферійні пристрої: дисплей, принтер, АЦП, ЦП та ін. Для всіх підключених пристроїв потрібні спеціальні програми, які приймають дані від системи і перетворюють їх в формат, прийнятий для конкретного пристрою. Користувач повинен програмним шляхом розподілити канали ВВ між

усіма периферійними пристроями, а тільки потім організувати процеси обміну інформацією.

Відео дисплей і клавіатура, як правило, мають номери каналів ВВ за замовчуванням. При необхідності користувач їх може перерозподілити програмним шляхом. Можна підключити будь-які інші пристрої і оформити їх програми драйвери як частина операційної системи. Для цього на початку роботи виконується програма генерації системи, під час якої драйвер пристрою «вбудовується» в ОС.

9.1.5 Асемблери

Основною мовою програмування більшості мікропроцесорів є машинний код. Дешіфруючи машинні коди, мікропроцесор виконує відповідні команди. Зазвичай при програмуванні використовується 16-річної системі числення. Програмування в машинному коді пов'язано зі значним числом помилок і труднощами внесення поправок при використанні абсолютної адресації.

Кожен набір команд машинного коду має відповідний набір Мнємокод мови асемблера з однозначним відповідністю між конкретною командою машинного коду і асемблерної мнемонікою. Програмування з залученням асемблерних мнемонік більш ефективно, так як виникає менше помилок при адресації. Написану в асемблерних мнемоніку програму потрібно перетворити в машинний код, перш ніж її можна виконати в обчислювальній системі. Це завдання покладається на програму-асемблер.

Для кожного мікропроцесора є відповідна програма-асемблер, яка перетворює конкретні мнемоніки даного процесора в унікальні значення його машинного коду. Зберігається ця програма в ОС системи проектування.

Жоден комп'ютер не зможе перетворити програму в машинний код без додаткової інформації про те, в якій області пам'яті повинна знаходитися програма. Ця інформація називається директивою асемблювання, і вона повинна бути задана до початку асемблювання. Директивою початкової адреси асемблюваної програми служить мнемоніка ORG. Директива ORG 1000H поміщає в програмний лічильник код 1000, який ідентифікується як адреса першої команди програми.

Асемблеру можна повідомити, в якому місці програми слід закінчити процес асемблювання. Закінченням програми є директива END.

Асемблери широко використовуються для отримання програм на машинному кодї в системах управління. Асемблерні мнемоніки мають однозначне відповідність з машинними кодами, тому асемблерна програма настільки ж ефективна, як і програма на машинному кодї. Однак у асемблерній програмі з'являється менше помилок через те, що більш зрозуміла людині.

9.1.6 Компілятори

Написання великих програм декількома програмістами зручно робити на мові високого рівня, наприклад, БЕЙСІК, ПАСКАЛЬ і ін. Написану програму можна перетворити в машинний код за допомогою спеціальної програми-компілятора. Процес трансляції реалізується або безпосередньо, або через проміжний мову. Такою мовою часто є асемблер. Потім програма перетвориться в машинний код.

Процес трансляції досить неефективний, так як більшість компіляторів кожен оператор мови високого рівня перетворює в фіксовану послідовність асемблерних мнемонік. У кожному конкретному випадку можна отримати більш ефективну програму, користуючись безпосередньо асемблером. Отже, скомпільовані програми займають великі обсяги пам'яті і довше виконуються. У багатьох випадках збільшення обсягів пам'яті і часу виконання програм з лишком компенсується відносною простотою розробки прикладних програм.

Збільшення часу виконання компілювати програм виявляється критичним при реалізації фрагментів з точно заданим часом виконання. У таких ситуаціях більшість компіляторів допускає написання цих фрагментів на асемблері.

Так же недоліком програм-компіляторів є те, що вони не передбачають пошук в програмі повторюваних частин. Ці повторювані фрагменти можна оформити у вигляді процедур і, отже, скоротити обсяг пам'яті і час виконання модульної програми.

9.1.7 Менеджер пам'яті

Менеджер пам'яті призначений для розподілу системної пам'яті між СП і цільовою машиною. Нехай, наприклад, СП реалізована на 8-бітному процесорі з 16-бітної адресною шиною. СП комплектується пам'яттю максимального обсягу, тобто 64 Кбайт. Тому будь-яку адресу ЦП відповідає своя осередок пам'яті. Якщо до СП підключається цільова машина, то пам'ять останньої вступає в конфлікт з пам'яттю СП. Для вирішення цих конфліктів в СП передбачається менеджер пам'яті, який розділяє загальне простір пам'яті між двома системами. Він передбачає селекцію блоків пам'яті СП і цільової машини.

На етапі моделювання пам'ять цільової машини блокується, і для її емуляції використовується частина пам'яті СП. В результаті моделюють програми виконують СП і по їх реакції контролюється поведінка моделюється цільової машини. Обмеження такого підходу полягає в тому, що апаратні засоби цільової системи не використовуються. Якщо процесори СП і цільової системи відрізняються один від одного, то можливі відмінності в тимчасових характеристиках.

Після налагодження прикладні програми поміщаються в пам'ять ЦМ. Для усунення конфліктів менеджер пам'яті блокує використання СП тієї частини пам'яті, яка використовується ЦМ для виконання прикладної програми. Тобто ділить всю область адресного простору між СП і ЦМ. СП може звертатися в область пам'яті ЦМ тільки для операцій читання даних. Використовувати область пам'яті цільової машини СП може тільки після контрольної зупинки.

У багатьох СП основна системна пам'ять і пам'ять емуляції повністю об'єднані. Отже, СП може виконувати і свої програми, і операції емуляції. СП такого типу мають два процесора. Один з них виконує функції менеджера пам'яті, а інший спеціалізується на моделюванні і емуляції.

9.1.8 Отладчик

Отладчик - це системна програма, призначена для локалізації і виправлення помилок в програмах. На нижчому рівні він виконує функції програми-монітора, а

на вищому рівні відладчик простежує і відображає операції ЦМ аж до завдання контрольних зупинок.

За допомогою відладчика можна змінити вміст комірок пам'яті. Під управлінням відладчика виконується модифікація програми. Ці операції потрібні якщо після асемблювання і виконання програми в ній виявляються помилки. Особливо зручно користуватися отладчиком на етапах розробки і моделювання.

В процесі емуляції СП застосовується для контролю роботи ЦМ і безпосередньої взаємодії з нею. На цьому етапі використовуються спеціальні накази, що відрізняються від тих, які використовувалися при налагодженні програм. Усунення несправностей дозволяє встановити точку контрольної зупинки прикладної програми, і всі дії ЦМ при виконанні програми до контрольної зупинки будуть зафіксовані в пам'яті. Оскільки пам'ять СП обмежена, то вдається запам'ятати обмежене число подій.

Крім завдання контрольних зупинок і контролю виконання програми ЦМ відладчик дозволяє організувати покроковий режим роботи ЦМ, визначити режим емуляції і програмувати ПЗУ.

9.2 Апаратні засоби СП

У багатьох СП є логічні аналізатори. Вони реєструють інформацію від ЦМ так само, як і автономні аналізатори. У цьому аналізаторі є своя пам'ять. Він програмується з клавіатури СП і відображає результати змін на екрані відеотерміналу. Так як аналізатор є частиною СП, то його можливості нижче в порівнянні з можливостями автономних логічних аналізаторів.

При розробці системи коди прикладної програми записуються в ПЗУ ЦМ. Процедуру записи виконує спеціальний пристрій зване програматором. Залежно типу мікросхем ПЗУ програматори можуть бути апаратними або програмними. У другому випадку програматор є спеціальну програму, що знаходиться в складі ОС або в складі відладчика.

Внутрішньохемний емуляція цільової системи реалізується в такий спосіб. З цільової системи витягується процесор, потім він поміщається в перехідник

емулятора. Після цього перехідник встановлюється в ЦС. Всі сигнали процесора через буфери перехідника подаються в СП. Остання також має можливість управляти цим процесором за допомогою завдання сигналів на його шині управління. Інформація приймається процесором з шин ЦС і заноситься в пам'ять СП. Таким чином СП виконує контроль функціонування ЦС.

Головним завданням будь-якого емулятора є узгодження швидкодії ЦС із середовищем емуляції СП. Перехідник емулятора подовжує сигнальні тракти, що може привести до тимчасових перекосів сигналів в обох системах. Для будь-якого мікропроцесора розробляти відповідний емулятор, який може реєструвати і управляти нею в реальному часі. Реальний час в даному контексті визначається ЦС, а не відносно малим швидкодією СП.

9.3 Тестування систем із застосуванням СП.

Основні завдання будь-якої СП - розробка і налагодження апаратних і програмних засобів ЦС. Після закінчення розробки ЦС ту ж саму СП можна використовувати для пошуку несправностей ЦС. В СП передбачаються спеціальні програми, за допомогою яких ведеться пошук несправностей в ЦС з використанням перехідника емуляції. У самому процесі пошуку несправностей ЦС беруть участь програми відладчика і аналізатора реального часу. Так само можна використовувати програми сигнатурного аналізу ЦС, що виконуються з середовища СП. Такі розширення вимагають доопрацювання перехідника емуляції з метою забезпечення умов вільного рахунку і розробки тест-циклів сигнатурного аналізу. Ці програми є в ОС СП і застосовуються для перевірок ЦС. Тест-цикли передбачають формування в ЦС сигналів пуску, зупинки і синхронізації. Для реєстрації сигнатур використовується аналізатор,

9.4 Автономні емулятори

Якщо видалити процесор з системи і вставити на його місце емулятор, можна управляти системою. Керуючий елемент (МП) тепер знаходиться в іншому

середовищі, яку можна запрограмувати для випробувань цільової системи і фіксації виявлених відмов. В емуляторі можна розірвати шину даних і ввести в МП холосту команду. Отже, можна організувати режим вільного рахунку для перевірки системного ядра і ліній шини адреси. Відкритий кінець шини даних також доступний емулятора. Отже, можна організувати перевірку ПЗУ в режимі вільного рахунку.

В емуляторі потрібно передбачити тести перевірки ОЗУ. Перевірка ОЗУ виконується стандартними тестами шахових наборів: в осередку ОЗУ записуються і зчитуються виконавчі набори AA16 або 5516.

Емулятори можуть виконувати спеціалізовані тест-програми, написані користувачем. Самі тест програми можна орієнтувати на сигнатурний аналіз або перевірку окремих компонентів системи.

Лекція 10

Тема 10. Тестування функцій ВВ

Розглянуті розділи були присвячені вивченню функцій тестування комп'ютера. Однак комп'ютер є частиною системи управління. До її складу також входять різні периферійні пристрої (ПУ). Якщо комп'ютер функціонує, то його можна використовувати для перевірки периферійних пристроїв. Тестування ПУ відбувається за участю ПК і з фіксацією результатів на індикаторах. СУ, в яких реалізований даний метод тестування, мають вбудовані апаратні і програмні засоби для виконання цієї процедури. Прикладом апаратних засобів тестування можуть бути плати-подовжувачі, різного роду пробники, типові форми сигналів в технічній документації і ін.

10.1 Приклад функціонального тестування підсистеми

Будь-яка керуюча система має в своєму складі модулі АЦП і ЦАП. Перші призначені для перетворення аналогових сигналів різноманітних датчиків в

цифровий код, відповідного формату. Другі використовуються як перетворювачі цифрових кодів в аналогові сигнали управління виконавчими органами.

АЦП перевіряються шляхом подачі на їх входи відомих еталонних напруг. Процесор вводить інформацію і потім відображає цифровий еквівалент. Невідповідність коду значенням напруги свідчить про збої АЦП. ЦАПи перевіряються за допомогою тест-програми, яка подає на їх входи відомі двійкові коди. Виходять при цьому вихідна напруга фіксується цифровим вольтметром. Розбіжність показань вольтметра з кодом свідчить про збої ЦАПа.

Приклад тестування СУ, в якій передбачено самоконтроль показаний на рисунку 10.1.

На схемі показані два ЦАПа, які перевіряються за допомогою аналогових комутаторів К1 і К2. Останні передають сигнали цапову на вхідний мультиплексор. З метою перевірки на вхід цапову періодично подаються відомі виконавчі набори. Їх вихідні сигнали перетворюються блоком АЦП в цифрові величини. Після цього відбувається порівняння виданого набору з отриманим. За результатами порівняння робиться висновок про працездатність цапову. Паралельно з виконанням тест-перевірки з виходом комутаторів видаються керуючі сигнали на виконавчі органи. Отже, можна виконувати тестування не припиняючи виконувати завдання управління.

Для перевірки блоку АЦП передбачена подача еталонного напруги $U_{ет}$. Кожен основний блок схеми виконує свої тести. Їх проходження або непроходження фіксує індикатор. Розглянутий спосіб контролю допускає своє вдосконалення: можна виміряти похибки зсуву вхідних сигналів і врахувати їх в наступних вимірах.

Самоконтроль будь-яких периферійних пристроїв або підсистем майже завжди вимагає використання додаткових систем. Це з одного боку погіршує надійність системи, так як ці схеми також схильні до відмов. З іншого боку, тестування на функціональному рівні пов'язано з незначним ускладненням схем, але сильно спрощує експлуатацію пристроїв. Істотно скорочується час простою системи при ремонті. Цей ремонт можна виконати на рівні несправних схемних плат шляхом їх заміни.

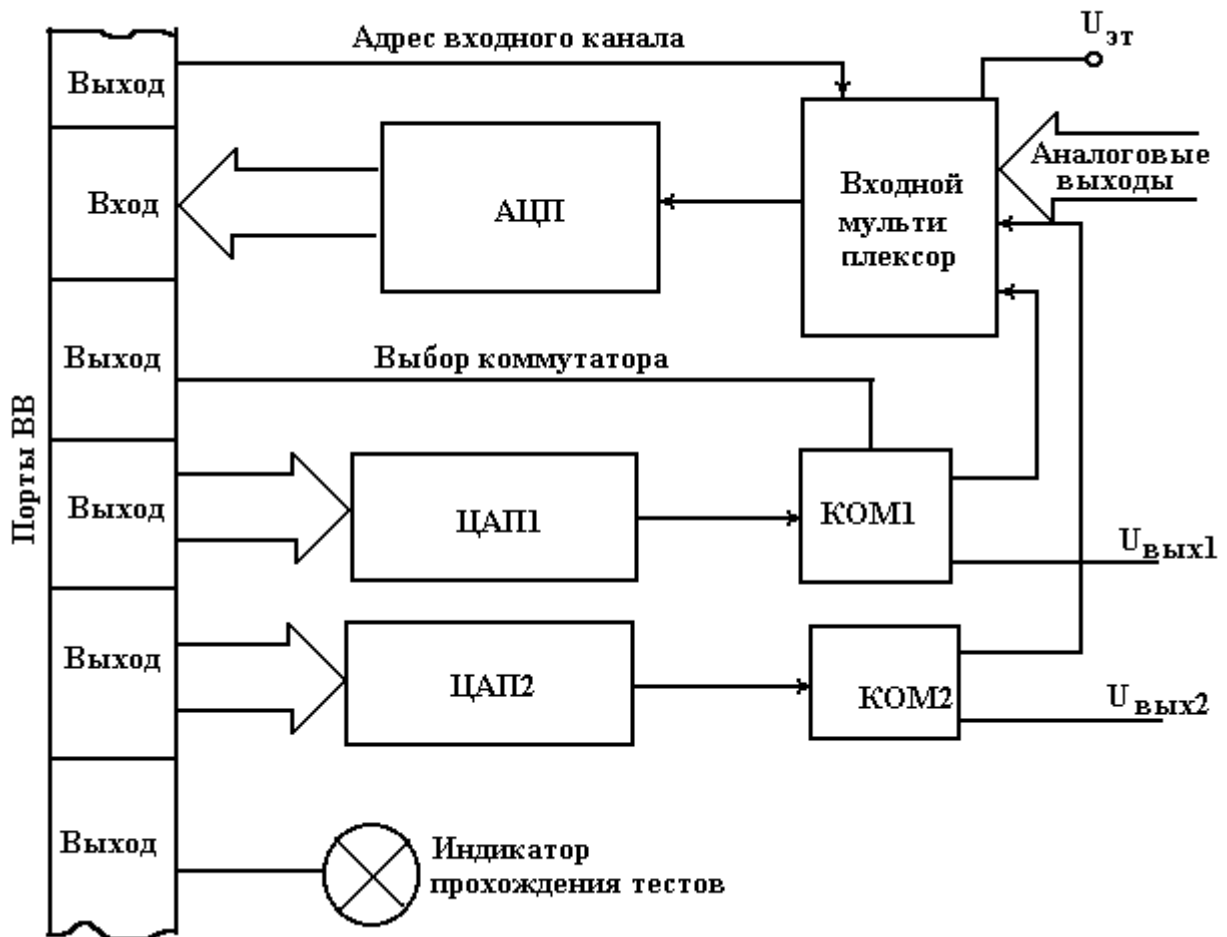


Рисунок 10.1 - Пример тестирования СУ

10.2 Тестування послідовних ліній зв'язку

Зазвичай інформація передається між комп'ютером і периферійним пристроєм в послідовному коді. Фізична реалізація послідовного інтерфейсу вимагає наявності двох провідників (сигнальний і загальний), що істотно знижує витрати на створення каналів зв'язку. Дані в ПК зберігаються в паралельному коді і для передачі в лінію зв'язку повинні бути перетворені в послідовну форму. Прийняті з лінії зв'язку повідомлення повинні бути перетворені в паралельний формат. Основною схемою перетворення є регістр зсуву. У нього дані завантажуються в паралельному коді, а висуваються послідовно імпульсами синхронізації. Регістр зсуву виконує і зворотне перетворення.

Стандарт RC232C передбачає для передачі і прийому повідомлень використання трьох ліній:

- Сигнальної землі АВ (загальний)
- ВА переданих даних (висновок)
- ВВ прийнятих даних (введення).

Стандарт RC232C забезпечує загальні кошти реалізації зв'язкового каналу між ПК і ПУ. Однак, перш ніж передавати повідомлення ці пристрої повинні бути запрограмовані на однакові формати і швидкість передачі даних.

Основний спосіб кодування - 7 бітний код ASCII. Протокол асинхронної передачі повідомлень має наступний вигляд (рис. 10.2):

- стартовий біт, початок посилки;
- 7 бітний код символу, причому молодший біт посилається першим, старший - останнім;
- Р - біт паритету, для контролю помилок;
- два степових бита.
-

Холостое состояние	Старт бит	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	P	стоп 1	стоп 2	Холостое состояние
--------------------	-----------	----	----	----	----	----	----	----	---	--------	--------	--------------------

Рисунок 10.2 - Протокол асинхронної передачі повідомлень

До передачі будь-якого символу в лінії присутній рівень +12, який в стандарті RC232C вважається станом логічного нуля. Якщо в результаті якого-небудь ушкодження цілісність лінії порушена, її потенціал буде нульовим. Цей стан приймач фіксує як несправність лінії.

Передавач посилає інформацію в лінію за своїми сигналами синхронізації, а приймач приймає інформацію по своїм сигналам синхронізації. Частота останніх зазвичай в 16 разів більше. Перший негативний перехід в лінії вважається стартовим бітом. При його вступі приймач відраховує 8 своїх імпульсів синхронізації і опитує стан лінії якщо зафіксований сигнал низького рівня, то він вважається дійсним стартовим бітом. В іншому випадку ідентифікується перешкода і приймач переходить в стан очікування.

При виявленні стартового біта приймач опитує стан лінії через кожні 16 імпульсів власної синхронізації. Зафіксована при цьому інформація надходить в

регістр зсуву, з якого інформація в паралельному колі передається в обчислювальну систему.

Для перевірки послідовного інтерфейсу RC232C потрібен аналізатор. Він програмується на відповідну швидкість передачі і може реєструвати і відображати дані в коді ASCII. Аналізатор реєструє інформацію за допомогою сприйняття стартового біта і подальшого опитування лінії для визначення кожного переданого біта. Прийнятий символ перетворюється в паралельне слово і записується у внутрішнє ОЗУ аналізатора. Після заповнення ОЗУ вбудований процесор дешифрує зберігаються двійкові коди і виводить на екран символні еквіваленти. Порівнявши їх посилають повідомлення з прийнятими можна зробити висновок про збої в інтерфейсі. Пізніші аналізатори можуть не тільки фіксувати і відображати інформацію, але і виконувати процедуру передачі повідомлень через послідовний інтерфейс в комп'ютер.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник по схемотехніці для радіоаматора / В.П.Боровській, В.І.Костенко, В.М.Міхайленко, О.Н.Партала // К.: Техніка, 1987.-432с.
2. Надійність і ефективність в техніці: Довідник. У 10 т. / М.: Машинобудування, 1987. Т.9. Технічна діагностика / За заг. ред. В.В.Клюєва, П.П.Пархоменко.-352с.
3. Монтаж засобів вимірювань і автоматизації: Справ очник / Под ред. А.С.Клюєва.- М.: Вища школа, 1988.-488с.
- 4.Технічні засоби діагностування: Довідник / В.В.Клюєв і ін. // М.: Машинобудування, 1989.-672с.
5. Вільямс Г.Б. Налагодження мікропроцесорних систем.- М.: Вища школа, 1988.- 253с.
6. Фергюсон Дж., Макарі Л., Уільямз П. Обслуговування мікропроцесорних систем.- М.: Мир, 1989.-336с.