

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

\_\_\_\_\_ С.В.Бондаренко

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Методичне забезпечення  
лекційного курсу з дисципліни  
«Монтаж, експлуатація і ремонт електроустаткування»  
для студентів 4 курсу  
спеціальності 5.05070104 «Монтаж і експлуатація електроустаткування  
підприємств і цивільних споруд»**

Уклав

Ю. В. Алійник

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії  
спеціальних електротехнічних дисциплін  
Протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Голова циклової комісії

В. В.Олійник

## **Лекція №1**

**Тема:** Вступ. Організація будівництва і структура монтажних організацій.

**Мета:** Ознайомитися із загальними питаннями монтажу електроустаткування; вивчити структуру монтажних організацій; ознайомитися із сітковим плануванням електромонтажних робіт.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Загальні питання монтажу електроустаткування
- 2** Організація будівництва і структура монтажних організацій
- 3** Інженерна підготовка виробництва
- 4** Сіткове планування монтажних робіт

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Загальні питання монтажу електроустаткування*

Одним з основних факторів науково-технічного прогресу (НТП) є підвищення ступеня електрифікації всіх галузей промисловості, транспорту, зв'язку, сільського господарства.

Принципом розвитку енергосистеми України є виробництво електроенергії на великих електростанціях, які об'єднані в єдину електроенергетичну систему країни загальною високовольтною мережею.

Згідно із Законом України "Про електроенергетику" одним з основних напрямків державної політики в електроенергетиці є збереження цілісності та забезпечення надійного і ефективного функціонування ОЕС(об'єднаної електроенергетичної системи) України, єдиного диспетчерського (оперативно-технологічного) управління нею. Забезпечення виконання цих функцій в Україні покладено на Державне підприємство НЕК (національна енергетична компанія) "Укренерго".

На балансі НЕК "Укренерго" знаходиться 131 підстанція напругою 220-750 кВ загальною потужністю 76785 МВА і 22458 км магістральних і міждержавних ліній електропередачі напругою 35-750 кВ.

Загальна встановлена потужність електростанцій ОЕС України на початок 2011 року складала 50,9 тис. МВт, з них ТЕС - 61,3%, АЕС - 23,2%, ГЕС - 9,2%, ТЕЦ - 6,3%, що входять до складу восьми енергогенеруючих компаній.

На сьогодні в ОЕС України єдиним джерелом високомобільних потужностей є каскад Дніпровських ГЕС та Дністровська ГЕС, які використовуються для регулювання добових графіків навантажень енергосистеми та відвернення тяжких аварійних ситуацій при втраті значної генеруючої потужності. Тобто гідроелектростанції виконують функцію забезпечення "живучості" енергосистеми України.

Важливе значення має також розширене застосування електроенергії в побуті. Отже, від того, на скільки грамотно та технічно обґрунтовано буде виконуватись монтаж та експлуатація електрообладнання та електроустаткування, залежить успішне вирішення задач НТП, повноцінної роботи технологічного обладнання, економії енергії загалом та електричної енергії зокрема.

Електромонтажні роботи на сучасному етапі розвитку країни проводяться на високому рівні інженерної підготовки. Електромонтажні, проектні та науково-дослідницькі організації спільно з електротехнічною промисловістю проводять велику роботу по виготовленню електрообладнання крупними блоками та вузлами. В практику електромонтажних та ремонтних робіт впроваджуються сучасні механізми, пристрої, інструменти, засоби малої механізації. В роботі електромонтажних організацій широко використовуються раціоналізаторські пропозиції працівників, інженерів та техніків, направлені на підвищення праці та якості монтажних та ремонтних робіт, а також на підвищення рівня експлуатації електрообладнання та електричних мереж.

Монтаж та обслуговування сучасного електрообладнання та електричних мереж потребують досконалих знань фізичних основ електротехніки, конструкції електричних машин, апаратів, знання матеріалів. Сучасна техніка постійно удосконалюється, змінюється, тому необхідно, не обмежуватись засвоєними в процесі навчання знаннями, а постійно поповнювати свої професійні знання.

## 2 Організація будівництва і структура монтажних організацій

При будівництві нових та реконструкції діючих підприємств із-за специфіки окремих видів робіт, окрім загальнобудівельних трестів (одна з форм монополістичних об'єднань, в рамках якої учасники втрачають виробничу, комерційну, а інколи і юридичну самостійність), створюються спеціалізовані монтажні організації. Роботи проводяться головним чином підрядним способом, коли генеральним підрядником є загально будівничий трест, а спеціалізовані організації працюють за договорами з цим трестом в якості субпідрядників. При укладанні субпідрядних угод та їх виконанні сторони керуються «Правилами про угоди підряду на капітальне будівництво», «Правилами фінансування будівництва», «Положенням про взаємовідносини організацій», діючим законодавством, а також «Особливими умовами», що є невід'ємною частиною субпідрядних угод. В даних умовах визначаються взаємні положення сторін по окремим питанням, не передбаченими Інструкцією про порядок укладення та виконання субпідрядних угод.

Субпідрядник та генпідрядник несе відповідальність за своєчасну сдачу замовнику об'єктів.

В Україні електромонтажні організації, як правило об'єднуються Управліннями по виконанню електромонтажних робіт, які включають в себе монтажні трести, проектні та науково-дослідницькі організації та промислові підприємства, що виготовляють необхідні для електромонтажних робіт деталі та конструкції, які не випускаються промисловістю (нестандартні деталі та конструкції).

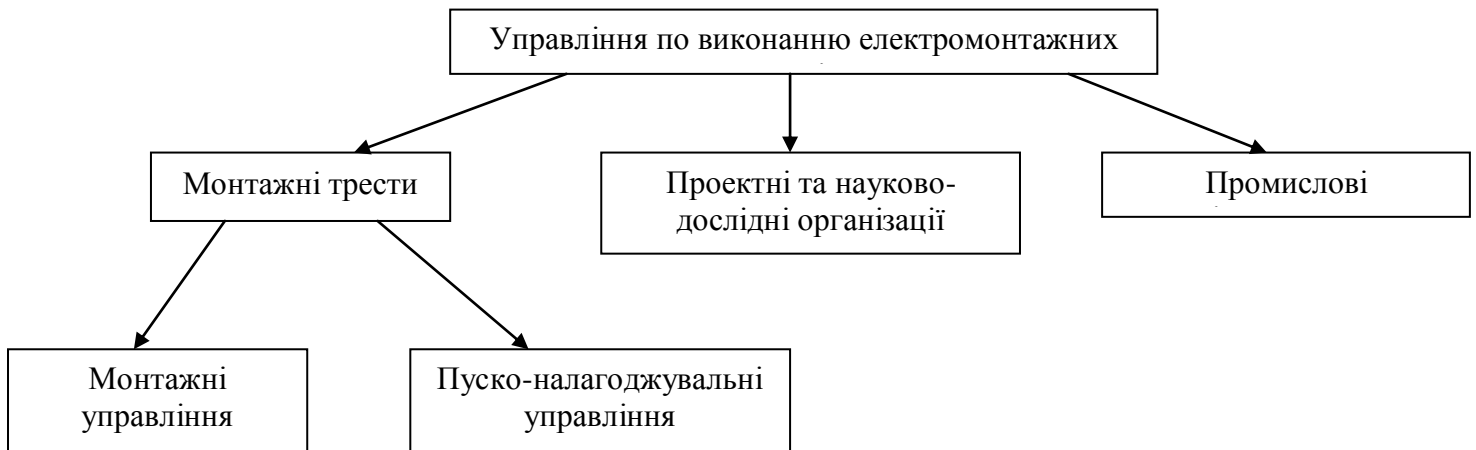


Рисунок 1.1 – Структура монтажних організацій

До складу тресту входять монтажні та пуско-налагоджувальні управління як самостійні первинні виробничі одиниці. Будівничо-монтажний трест керує управліннями, виробничими підприємствами, транспортом та різними підсобними господарствами. Окрім того, він здійснює контроль за укладанням договорів із замовниками, виконанням та оплатою робіт, дає спеціальні замовлення субпідрядникам, слідкує за виконанням робіт по кошторисам на основі господарчого розрахунку, організовує постачання будівельними матеріалами.

Будівельно-монтажні управління (БМУ) створюють для виконання робіт на окремих будівництвах, що проводиться даним трестом. До складу тресту можуть

входити як загальнобудівельні управління, які виступають в ролі генеральних підрядників, так і спеціалізовані управління, що виконують окремі види робіт та є субпідрядниками.

В складі БМУ зазвичай нема власної бази механізації є лише невеликі виробничі підприємства, переважно тимчасового характеру, що обслуговують будівництва даного управління.

Монтажні та пуско-налагоджувальні управління включають в себе монтажні ділянки, якими керує начальник ділянок, ділянку підготовки виробництва, електромонтажні майстерні, ділянку комплектації та кошторисно-договірний відділ.

Виконувач робіт є безпосереднім керівником будівництва одного або декількох об'єктів, він відповідальний за якість будівництва та його вчасне закінчення. В обов'язки виконавця робіт входить також нагляд за виконанням правил техніки безпеки, санітарної гігієни та протипожежної техніки. В його розпорядженні знаходяться майстри, які керують робочими бригадами.

На деяких великих промислових підприємствах з метою розширення виробництва, його реконструкції та капітального ремонту створюються власні електромонтажні ділянки, а іноді і монтажні управління у складі електроцехів або власних загальнобудівельних організацій.

### **3 Інженерна підготовка виробництва**

Для виконання електромонтажними організаціями робіт у заданий термін з найменшими витратами праці й матеріальних ресурсів, введення в експлуатацію об'єктів у термін і достроково з гарною якістю виконаних робіт, з метою вдосконалення підготовки провадження робіт і проведення їх на основі наукової організації праці в монтажних управліннях створюються служби інженерної підготовки виробництва – ділянка підготовки виробництва, кошторисно-договірний відділ, майстерні електромонтажних заготовок і ділянка комплектації, складування й транспорту (рисунок 1.2).

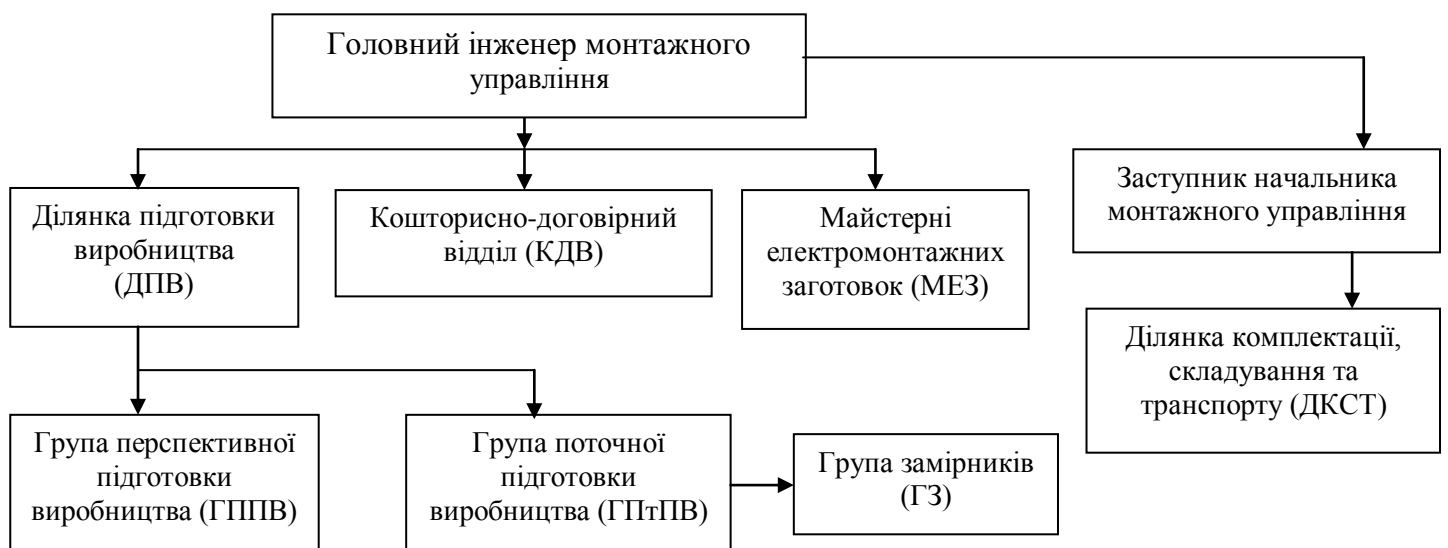


Рисунок 1.2 – Структурна схема служби підготовки виробництва монтажного управління

До ділянки підготовки виробництва (ДПВ) входять: Група перспективної підготовки виробництва (ГППВ), що здійснює отримання, облік, зберігання проектно-кошторисної документації, її вивчення, виявлення в ній недоліків, усунення їх, а також внесення в проект разом із проектними організаціями, якщо виникає потреба, змін. При цьому мають на увазі уніфікацію й типізацію монтажних вузлів і блоків з урахуванням максимальної індустріалізації робіт (сукупність організаційних та технічних заходів, які забезпечують виконання якомога більшого об'єму робіт поза будівельним майданчиком, тобто на заводах та монтажних організаціях, а також у майстернях монтажно-зготівельних ділянок) і застосування електромонтажних модулів виготовлених промисловістю й заводами електромонтажних організацій, і підготовку документації до передачі її монтажникам для провадження робіт. Крім того, ГППВ спільно з кошторисно-договірним відділом (КДВ) перевіряє кошторисну документацію на весь обсяг робіт, виявляє й усуває (через проектні організації) у ній дефекти; здійснює розробку проектів провадження (проведення, виконання) робіт (ППР) при участі групи поточної підготовки виробництва (ГПтПВ) і КДВ; визначає обсяги робіт по окремим видам й об'єктам, які входять до плану монтажного управління на наступні роки; складає відомості на вироби, устаткування й матеріали, необхідні для виконання робіт, і визначає черговість їхніх поставок на підставі графіків будівництва об'єктів з узгодженням із замовником; визначає по передбачуваних обсягах і видам робіт чисельність електромонтажного персоналу і його кваліфікацію, а також потребу в механізмах, пристосуваннях й інструменті; разом зі СДО бере участь у підготовці субпідрядних договорів, уточнюючи обсяги робіт, терміни введення в експлуатацію об'єктів, поставок замовником і генпідрядником устаткування й матеріалів, особливі умови.

Група поточної підготовки виробництва (ГПтПВ), що отримує перелік робіт від монтажних ділянок, складає план робіт, який забезпечує відповідно до ППР виготовлення в МЕЗ виробів і блоків (до початку монтажних робіт на об'єкті), розробляє для цього ескізи й креслення вузлів і блоків, підготовлює відповідні замовлення з калькуляціями на вироби, передбачені замовленням, і здійснює контроль за якістю їхнього виконання; розробляє лімітні карти й комплектувальні відомості на матеріали й устаткування для монтажної ділянки по об'єктах і циклам робіт; готує приймально-здавальну документацію; здійснює авторський нагляд за виконанням ППР на об'єктах будівництва й у МАЗ; провадить необхідні виміри й прив'язки на місці для складання ескізів і креслень.

Кошторисно-договірний відділ (КДВ), що провадить підготовку, оформлення субпідрядних договорів з генпідрядниками, субпідрядними й іншими організаціями на об'єкти, включені в план роботи монтажного управління; узгодження кошторисної документації з розбивкою її по етапах і комплексам робіт; контроль за розрахунками із замовниками за виконані роботи; визначення розмірів авансів; підготовку розрахунків із замовниками по етапах, визначеними у кошторисах. КДВ бере участь у претензійній роботі із замовниками й генпідрядниками у випадку порушення ними договірних зобов'язань й у проведенні контрольних вимірювань виконаних робіт.

Майстерні електромонтажних заготівель (МЕЗ) виконують замовлення ГптПВ по ескізах і кресленням відповідно до виданих калькуляцій відповідно до

зведеного плану-графіку роботи ДПВ, МЕЗ й ДКСТ – ділянки комплектації, складування н транспортування. Матеріали й устаткування, необхідні для виконання замовлень МЕЗ, отримують від ДКСТ у відповідності з гранично-комплектуючими відомостями. Готові вироби здають в ДКСТ для доставки в монтажну зону.

Ділянка комплектації, складування й транспортування, що складається із груп реалізації, складування, комплектації й транспортування, одержує матеріали й устаткування від замовника й генпідрядника, заводів і збутових організацій. Він забезпечує монтажне керування інструментом і пристосуваннями, веде складське й контейнерне господарство, облік матеріальних цінностей, доставляє матеріали й устаткування у контейнерах на монтажні площадки.

Проект організації робіт (ПОР) містить у собі пояснювальну записку з переліком об'єктів будівництва, фізичні обсяги робіт, їхню кошторисну вартість, підрахунок трудомісткості, розрахунок потреби в людських ресурсах, укрупнений графік робіт, надходження матеріалів й устаткування й задачі об'єктів під монтаж, план розміщення виробничих і побутових приміщень монтажних і будівельних організацій, кошторисно-фінансові розрахунки, схему вантажопотоків всередині будівельного майданчика, пропозиції по техніці безпеки й охороні праці, постачання площадки водою, електроенергією і інші рекомендації.

Проект проведення робіт (ППР) виконується ділянкою підготовки виробництва із залученням лінійного персоналу монтажного управління або проектною організацією за рахунок монтажного управління. Він є головним розділом інженерної підготовки виробництва, яким керується лінійний інженерно-технічний персонал. ППР містить у собі: технологічні карти на монтаж складного електроустаткування, вузлів електропроводок і вторинних ланцюгів; календарний план виробництва електромонтажних робіт з окремих об'єктам пускового комплексу з уточненими по робочих кресленнях фізичними обсягами робіт із вказівкою необхідних трудовитрат; відомості про електроустаткування, електрострукції й інших монтажних виробів, що підлягають замовленню й виготовленню на заводах електромонтажних трестів; відомості нестандартних і нетипових електрострукцій і деталей, що підлягають виготовленню в майстерних електромонтажних заготівель; відомість елементів устаткування, електрострукцій, електропроводок і трубних розведень, що підлягають попередній зборці в блоки й вузли в майстерних електромонтажних заготівель; відомості про необхідність для виконання всього обсягу робіт електротехнічного устаткування й допоміжних матеріалів і відомості комплектації встаткування й матеріалів; графік черговості поставки матеріалів, конструкцій і монтажних виробів, одержуваних від монтажного управління, тресту, генпідрядника й замовника; відомість необхідних монтажних машин, механізмів, апаратів, пристосувань й інструмента; рекомендації із впровадження передової монтажної технології; пропозиції по організації праці; відомості пересувних н сбірно-розбірних споруджень й інвентарних пристроїв і пристосувань; календарний план-графік руху робочої сили по спеціальностях і кваліфікації с вказівкою джерел покриття відсутньої кількості робітників; пояснювальну записку з необхідними обґрунтуваннями основних рішень ППР і потреби в монтажних машинах і пристосуваннях з наступними техніко-економічними показниками: тривалість

виконання електромонтажних робіт; рівень індустріалізації й механізації електромонтажних робіт; середньоденне вироблення одного робітника по основних видах електромонтажних робіт у фізичному вираженні й середнім виробленні по електромонтажній ділянці в грошовому вираженні; обсяг підметів виконанню електромонтажних робіт у грошовому вираженні для першої черги об'єкта з розбивкою по етапах; вказівки по техніці безпеки.

У технологічних картах розробляються наступні питання: обсяг підлягаючих виконанню електромонтажних робіт у фізичному вираженні й технологія їхнього виконання; трудовитрати, необхідні для виконання робіт, а також кількісний і кваліфікаційний склад бригад; відомість необхідних машин, механізмів, пристосувань й інструментів; відомість виробів і робіт, виконуваних у МЕЗ; відомості допоміжних матеріалів; календарний графік виконання робіт; основні вказівки про послідовність і методи провадження робіт й організації праці. Ці карти є обов'язковими документами по організації праці в електромонтажному виробництві. Розробку карт виконують і затверджують різні міністерства й відомства в централізованому порядку. Вони можуть бути типові й місцеві. Їх розробляють на технологічні процеси (монтаж комплектних магістральних шинопроводів великими блоками) або на окремі операції (блоковий монтаж електроустаткування мостових кранів до підйому їхніх ферм на проектні оцінки).

Для невеликих об'єктів монтажу ППР розробляють у скороченому виді й включають у них тільки частину з перерахованих вище елементів у стислому виді.

#### ***4 Сіткове планування монтажних робіт***

На будівництвах широко застосовується *автоматична система організації робіт (АСОР) або сіткове планування й керування (СПК)*. В основі цього методу лежить розробка сіткового графіка – умовної економіко-математичної моделі виробничого процесу. У графіку відображається взаємозв'язок між роботами в технологічній послідовності їхнього виконання й точно зазначені роботи, від яких залежить заданий термін виконання. Крім взаємозв'язку й виконання окремих робіт у сітковому графіку обумовлюються терміни здачі будівельної частини об'єктів під монтаж, поставки встаткування, матеріалів, виробів й т.п. Сіткові графіки становлять на будівництво комплексів, у яких бере участь велика кількість організацій, а також для виконання тільки монтажних робіт (наприклад, монтаж повітряних ліній електропередачі, підстанцій й ін.), якщо навіть на будівництві не уведене СПУ.

Локальний сітковий графік охоплює тільки частину робіт з окремої самостійної частини проекту і є частиною комплексного сіткового графіка.

На рисунку 1.3 наведений сітковий графік, на якому вказані безмасштабні стрілки, що позначають роботи, і кружки, що характеризують події.



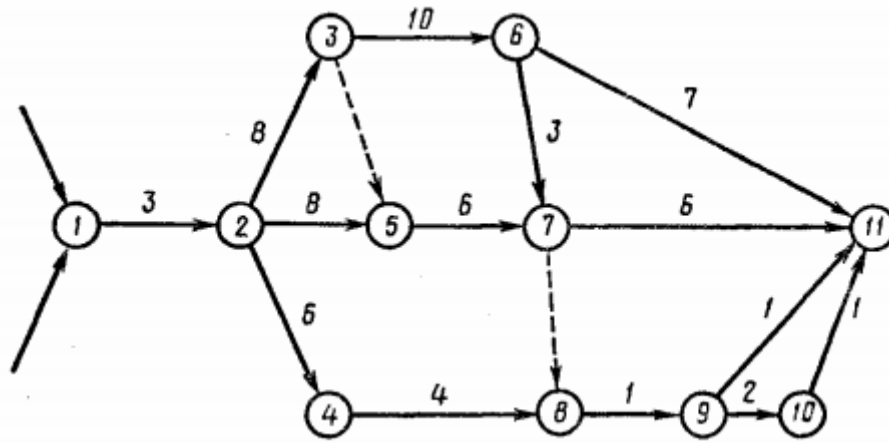


Рисунок 1.3 – Сітковий графік

Під *роботою* розуміють будь-який трудовий процес, пов'язаний з витратами часу, трудових і матеріальних ресурсів, а також із процесом очікування й технологічної залежності. Наприклад, електромонтажні роботи, очікування у зв'язку із прогрівом кабелю перед прокладкою, поставки устаткування і т.п.

Під *подією* розуміють підсумок певної діяльності, проміжний або залишковий результат виконання однієї або декількох робіт, що передують даній події, що дозволяє почати наступні роботи, що виходять із цієї події. Події не мають тривалості, вони відбуваються миттєво, а їхнє виконання означає, що відкрито фронт для наступних робіт; кожна подія має номер, поставлений усередині кружка (рисунок 1.3).

Роботи, пов'язані з витратою часу й ресурсів, позначають суцільною лінією зі стрілкою. Роботи, що характеризують процес очікування або технологічної залежності, позначають штриховими лініями зі стрілками. Стрілки, що позначають роботи, виходять з події, що передуює роботі, і входять у наступну подію. Цифри поблизу ліній указують тривалість робіт у днях.

## **Лекція №2**

**Тема:** Технічна документація. Класифікація приміщень.

**Мета:** Ознайомити студентів з основною технічною документацією; з класифікацією приміщень.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Нормативна документація
- 2** Робоча документація
- 3** Класифікація приміщень

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Нормативна документація***

Виконання електромонтажних робіт регламентується технічною та директивною документацією.

Основний технічний документ – проект електроустановки, у строгій відповідності з яким повинні виконуватися електромонтажні роботи. Змінювати прийняті проектом технічні рішення, якщо вони носять принциповий характер, допускається лише при узгодженні з проектною організацією – автором проекту. Зміна принципового характеру проводиться за згодою замовника.

Основними директивними документами, вимоги яких підлягають безумовному виконанню при електромонтажних роботах, - це ПУЕ (Правила улаштування електроустановок) та Державні будівельні норми та правила (ДБН). На основі директивних документів в монтажних організаціях складаються монтажні інструкції та технологічні карти, а постачальники електрообладнання та матеріалів розробляють заводські інструкції, якими виконавці електромонтажних робіт керуються у своїй практичній діяльності.

Є монтажні інструкції, в яких регламентована технологія виконання робіт, відображені норми та правила, наведені характеристики матеріалів які застосовуються, приладів, механізмів та ін., не можуть повною мірою відобразити високоефективні методи робіт, які забезпечують максимальну продуктивність праці. Інструкції відображають вимоги, пред'явлені до виконавця певного технологічного комплексу, але не містять докладного аналізу методів, необхідних для виконання цих вимог. В такому випадку, розробляються *технологічні карти* виробничих процесів. У них визначаються технологічна послідовність робочого процесу; передові прийоми й методи праці; перелік застосовуваних механізмів, пристосувань й інструмента; рекомендації з укрупнення устаткування й виробів у монтажні вузли; нормативні матеріали - графік трудового процесу, калькуляція витрат праці, схема організації робочих місць, кількісний склад бригади, ланки, їхня кваліфікація й ін. Наявність технологічних карт дозволяє монтажним бригадам виконувати роботи на досягнутому до даного часу рівні й забезпечити більше високий ступінь поточного контролю.

ПУЕ розроблені з урахуванням проведення планових і профілактичних випробувань в умовах експлуатації й ремонту електроустановок й електроустаткування; навчання обслуговуючого персоналу й перевірки в нього знань правил технічної експлуатації й правил техніки безпеки.

Застосовувані при монтажі електроустановок машини, трансформатори, електроконструкції, вимірювальні прилади, проводка, кабелі, ізоляційне масло й інші матеріали та електроустаткування повинні відповідати вимогам відповідних ГОСТів або технічних умов, затверджених у встановленому порядку. При цьому конструкція, вид виконання, спосіб установки й ізоляція електроустаткування повинні відповідати номінальній напрузі електроустановки, умовам навколишнього середовища й вимогам відповідних розділів і глав ПУЕ.

Монтуєме електроустаткування й матеріали по своїх нормативних, гарантійних і розрахункових характеристиках повинні відповідати умовам роботи даної мережі або електроустановки. При їхньому виборі враховується досвід експлуатації й монтажу, вимоги по техніці безпеки й пожежної безпеки.

Будівельні матеріали й конструкції за ступенем займистості відповідно до протипожежних вимог підрозділяють на три групи: *незайmistі матеріали*, які під впливом вогню або високої температури не займаються і не обуглюються; *важко зайmistі матеріали*, які під впливом вогню або високої температури займаються, обуглюються й продовжують горіти при наявності джерела вогню; *зайmistі матеріали*, які під впливом вогню й високої температури запалюються і продовжують горіти після гасіння вогню.

Будівельну частину електроустановок (будинку, конструкції й ін.) виконують відповідно до вимог діючих Будівельних норм і правил при обов'язковому виконанні додаткових вимог ПУЕ. Для захисту від корозії електроустаткування, конструкції й інші елементи електроустановок покривають захисною фарбою, стійкою до впливів навколишнього середовища.

Дотик до незахищених ізоляцією струмоведучих частин електроустановки небезпечно для життя людини, тому в електроустановках передбачають прості й наочні схеми, яким відповідають написи, маркування, колір й належне розташування елементів установки для розпізнавання неізольованих частин.

Фарбування однойменних струмоведучих шин у кожній електроустановці виконують однаково, відповідно до вимог діючих ПУЕ.

До виконання електромонтажних робіт на об'єктах будівництва дозволяється приступати тільки при наявності технічної документації (проектів і кошторисів), проекту виконання робіт, будівельної готовності об'єкта, кранового устаткування, а також інших вантажопідйомних засобів, що забезпечують механізацію монтажу, а також електроустаткування, кабельної продукції й матеріалів, передбачених узгодженим графіком виконання робіт.

Спеціальні роботи, що вимагають особливої підготовки виконавців (монтаж ртутних випрямлячів, акумуляторних батарей, зварювальні роботи, роботи з піротехнічним інструментом, такелажні роботи й ін.) повинні виконуватися тільки особами, що пройшли відповідне навчання по технології виконання робіт і правилам техніки безпеки. На право проведення таких робіт видаються спеціальні документи.

Успішний монтаж характеризується не тільки забезпеченням високої надійності й гарним естетичним видом змонтованої установки. Важливо, щоб роботи були виконані в короткий термін при мінімальних затратах праці й матеріальних ресурсів. Забезпечується це за допомогою ППР, а також АСОР.

Вся проектна технічна документація аналізується замовником, що перед передачею її монтажній організації для проведення робіт зобов'язаний поставити на ній підпис або штамп «Дозволяється до виконання робіт». У монтажному управлінні технічна документація й кошториси ретельно вивчаються персоналом виробничого відділу разом з персоналом групи підготовки виробництва й лінійних інженерно-технічних працівників (начальниками монтажних ділянок, виконавцями робіт, майстрами).

Зауваження по всіх виявлених недоліках проекту направляють у проектні організації для внесення в проект погоджених виправлень і доповнень. Якщо на будівельному майданчику присутній представник проектної організації як авторський нагляд, в такому випадку всі виникаючі питання вирішують через нього. Потім проект і кошториси передають до монтажнозаготівельної ділянки або в групу проектувальників-кошторисників при виробничому відділі управління для

складання ППР і після цього в групу підготовки монтажно-заготівельної ділянки для підготовки виробництва.

В окремих випадках проект допрацьовує монтажна організація - заміна деякого устаткування й матеріалів, внесення невеликих змін, пов'язаних з невідповідністю окремих вузлів електротехнічного проекту будівельним і технологічним конструкціям, впровадження типових електроконструкцій і монтажних виробів заводів монтажною організацією, складання додаткових креслень й ескізів на великі монтажні вузли й блоки, а також на окремі конструкції й прив'язки проекту по місцю.

*Нормативні документи* встановлюють правила, обов'язкові при проектуванні, виконанні будівельних і монтажних робіт при будівництві нових, реконструкції, розширенні й технічному переозброєнні діючих підприємств, будинків і споруджень, а також при будівництві конструкцій, виробів і матеріалів. Дотримання вимог правил і норм забезпечує технічний рівень, якість, економічність, надійність, довговічність і зручність в експлуатації споруджень і сприяє скороченню термінів будівництва. Порушення правил і норм може призвести до ураження електричним струмом людей, аваріям, пожежам, вибухам.

Документація на будівництво підприємств, будинків розробляється відповідно до вимог СНІП 11-01-95 і СНІП 11-101-95.

Електромонтажники досконало повинні знати й дотримуватися правил організації й виконання робіт по монтажу й налагодженню електротехнічних пристроїв СНІП 3.05.06-85 «Електротехнічні пристрої», правила улаштування електроустановок (ПУЕ).

Позначення СНІП 3.05.06-85 розшифровуються так: СНІП (ДБН) - будівельні норми й правила; цифра 3- частина 3 СНІП «Організація, виробництво й приймання робіт»; цифра 05 – група 5-й частини 3 СНІП; цифра 06 – порядковий номер даного документа в групі 5-й частини 3 СНІП; цифри 85 – останні цифри року затвердження документа – 1985.

При виконанні робіт електромонтажники повинні також дотримувати вимог галузевих будівельних норм по монтажу окремих видів електроустановок і вимоги, наведені в технічній документації підприємств.

Безпека праці електромонтажника багато в чому залежить від дотримання їм вимог, викладених в «Правилах техніки безпеки при експлуатації електроустановок» і ГОСТ 12.3.032-84 «Роботи електромонтажні. Загальні вимоги безпеки». У цьому випадку 12- шифр системи стандартів безпеки праці (ССБП); 3- шифр підсистеми; 032- порядковий номер у підсистемі; 84- рік затвердження стандарту.

## ***2 Робоча документація електромонтажника***

Місця установки електроустаткування й траси прокладки електричних мереж повинні бути зв'язані з місцями установки технологічного устаткування й трасами інших інженерних мереж. Монтаж позацехових кабельних і повітряних ліній здійснюють по кресленнях прокладки зазначених трас ліній із прив'язкою їх до координатних сіток будинку й установи. Як правило, опори ПЛ, їхні фундаменти, перетинання кабельних ліній і кабельних споруджень виконують по типових кресленнях.

Для монтажу силового електроустаткування розробляють поетапні плани будинку й цехів із вказівкою й координацією на них трас прокладки розподільних силових мереж і розміщення шинопроводів, силових пунктів і шаф, електроприймачів і пускорегулюючих апаратів, для монтажу електричного освітлення - із вказівкою й координацією на них живильних і групових мереж, світильників, освітлювальних пунктів і щитків.

При необхідності розробляють креслення розрізів, вузлів силових й освітлювальних мереж й устаткування. Для виробничих приміщень зі складними комунікаціями при відкритій або схованій прокладці великих потоків труб для електропроводок розробляють план розведення труб з маркуванням, прив'язкою й оцінкою їхніх виходів, а також місць закладення по трасі.

Креслення машинних залів і розподільних пристроїв, підстанцій містять план і розрізи об'єкта із вказівкою розміщення вузлів і блоків електроустаткування, прокладки мереж заземлення, принципіві й монтажні схеми головних і вторинних ланцюгів, кабельні журнали.

Щоб уникнути падіння працюючих монтажників з висоти, в проєкті виконання робіт передбачають: максимально можливе скорочення обсягів верхолазних робіт за рахунок конвеєрної або укрупненої зборки конструкції й великоблочного монтажу; будову постійних конструкцій, що огорожують, застосування надійних тимчасових засобів, які задовольняють вимоги техніки безпеки, визначають роботи, які можуть бути виконані на землі.

### ***3 Класифікація приміщень***

Сукупність машин, апаратів, ліній і допоміжного устаткування (разом із приміщеннями й спорудженнями, у яких вони встановлені), призначених для виробництва, трансформації, передачі, розподілу електроенергії та перетворення її в інший вид енергії, називають *електроустановкою*.

За умовами електробезпеки електроустановки відповідно до ПУЕ розділяють на електроустановки напругою до 1 і вище 1 кВ.

*Електроприміщеннями* називають приміщення або відгороджені, наприклад, сітками, частини приміщення, доступні тільки для кваліфікованого обслуговування персоналу, у яких розташоване устаткування призначене для виробництва, перетворення або розподілу електроенергії.

Всі приміщення залежно від умов навколишнього середовища, розміщення електроустаткування й з'єднаних із землею металевих конструкцій діляться за ступенем небезпеки ураження струмом на три класи: з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні й без підвищеної небезпеки.

При визначенні класу приміщення залежно від наявності небезпеки в ньому варто керуватися вказівками, наведеними в таблицях 2.1 та 2.2.

Електротехнічні вироби і устаткування випускаються відповідно до вимог системи стандартів безпеки праці (ССБП), дане устаткування відносять до різних класів по способу захисту людини від ураження електричним струмом і різним ступеням захисту від дотику до струмоведучих або частин, які рухаються, і від потрапляння всередину корпусу сторонніх твердих тіл і води. Характеристики засобів, ступенів захисту і їхні умовні позначення, нанесені на таблички з паспортними даними, наведені в таблицях 2.3-2.5.



Таблиця 2.1 – Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом

| Клас                           | Характеристика   |
|--------------------------------|--|
| З підвищеною небезпекою        | Характеризуються наявністю в приміщеннях однієї з наступних умов, що створюють підвищену небезпеку   |
|                                | А) вогкості або струмопровідного пилу<br>Б) струмопровідної підлоги (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);<br>В) високої температури;<br>Г) можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій будівель, технологічних апаратів, механізмів тощо, які мають з'єднання з землею, з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування, - з другого. |
| Особливо небезпечні приміщення | Характеризуються наявністю однієї з наступних умов, що створюють особливу небезпеку; А) особливої вогкості;<br>Б) хімічно активного або органічного середовища;<br>В) одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки  |
| Без підвищеної небезпеки       | Характеризуються відсутністю умов, що створюють підвищену або особливу небезпеку   |

Таблиця 2.2 – Класифікація приміщень по характеру навколишнього середовища

| Клас                           | Характеристика (ознаки)   |
|--------------------------------|---|
| Нормальне                      | Сухе приміщення, у якому відсутні ознаки, властиві сухим, жарким, запиленим приміщенням і приміщенням з хімічно активним середовищем  |
| Сухе                           | Відносна вологість повітря в приміщенні не перевищує 60 %   |
| Вологе                         | Приміщення в яких пари або конденсуючи волога виділяються лише короткочасно в невеликих кількостях, а відносна вологість повітря більша 60%, але не перевищує 75%.  |
| Сире                           | Відносна вологість повітря в приміщенні тривалий час перевищує 75%  |
| Особливо сире                  | Відносна вологість повітря близька до 100 % (стеля, стіни, підлога і предмети, що знаходяться в приміщення, покриті вологою)  |
| Жарке приміщення               | Приміщення, в яких під впливом різних теплових випромінювань температура перевищує постійно або періодично (понад 1 добу) +35 <sup>0</sup> С (наприклад, приміщення з сушарками, сушильними і випалювальними печами, котельні тощо)   |
| Запилене приміщення            | Приміщення, в яких за умовами виробництва виділяється технологічний пил у такій кількості, що він може осідати на проводах, проникати всередину машин, апаратів тощо. Запилені приміщення поділяються на приміщення зі струмопровідним пилом і приміщення з не струмопровідним пилом. |
| З хімічно активним середовищем | Приміщення, в яких постійно або протягом тривалого часу знаходяться агресивні пари, гази, рідини, утворюються відкладення або цвіль, що руйнують ізоляцію і струмові дні частини електроустаткування.   |

Таблиця 2.3 – Класи електротехнічних виробів по способу захисту людини від ураження електричним струмом

| №п/п | Клас | Характеристика  |
|------|------|---|
| 1    | 0    | Вироби, що мають, хочаб, робочу ізоляцію й не мають елементів для заземлення, і якщо ці вироби не віднесені до класів II й III      |
| 2    | 0,1  | Вироби, що мають, хочаб, робочу ізоляцію, елементи для заземлення й проводи без заземлюючої жили для приєднання до джерела живлення |
| 3    | I    | Вироби, що мають, хочаб, робочу ізоляцію й елемент заземлення*  |
| 4    | II   | Вироби, що мають подвійну або посилену ізоляцію й не мають елементів для заземлення   |
| 5    | III  | Вироби, що не мають ні внутрішніх, ні зовнішніх електричних ланцюгів з напругою понад 42 В**  |

\*У випадку, якщо виріб класу I має провід для приєднання до джерела живлення, цей провід повинен мати заземлюючу жилу й вилку із заземлюючим контактом.

\*\*Вироби, що отримують живлення від зовнішнього джерела, можуть бути віднесені до класу III в тому випадку, якщо вони призначені для приєднання безпосередньо до джерела живлення напругою не вище 42 В. При використанні як джерело живлення трансформатора або перетворювача його вхідна й вихідна обмотки не повинні бути електрично зв'язані; між ними повинна бути подвійна або посилена ізоляція.

Таблиця 2.4 – Характеристика ступенів захисту персоналу і електроустаткування

| Умовне позначення | Ступінь захисту   |   |
|-------------------|---|---|
|                   | <i>Персоналу від дотику зі струмоведучими частинами електрообладнання або які рухаються та від потрапляння всередину корпусу сторонніх твердих тіл</i>  | <i>Устаткування від проникнення води всередину корпусу</i>  |
| 0                 | Захист відсутній  | Захист відсутній  |
| 1                 | Захист від випадкового дотику великої ділянки поверхні тіла людини зі струмоведучими частинами електрообладнання або частинами які рухаються всередині корпусу. Відсутній захист від навмисного доступу до цих частин. Захист устаткування від потрапляння сторонніх великих твердих тіл діаметром не менше 50,0 мм | Захист від крапель сконденсованої води. Краплі сконденсованої води, вертикально падаючі на корпус не повинні робити вплив на обладнання, поміщене в корпус. |

## Продовження таблиці 2.4

|   |  |   |
|---|--|---|
| 2 | Захист від можливості дотику пальців зі струмоведучими частинами або частинами, які рухаються всередині корпусу. Захист обладнання від потрапляння сторонніх твердих тіл діаметром не менше 12,0 мм  | Захист від крапель води. Краплі води, що падають на корпус, нахилену під кутом не більше 15° до вертикалі, не повинні чинити впливу на устаткування в корпусі.  |
| 3 | Захист від дотику інструменту, дроту або інших подібних предметів, товщина яких перевищує 2,5 мм зі струмоведучими або частинами, які рухаються, всередині корпусу. Захист устаткування від потрапляння сторонніх предметів діаметром не менше 2,5 мм. | Захист від дощу. Дощ, падаючий на корпус, нахилений під кутом 60° до вертикалі не повинен чинити вплив на обладнання, поміщене в корпус.  |
| 4 | Те ж, товщина яких перевищує 1 мм, зі струмоведучими частинами всередині корпусу. Захист обладнання від потрапляння сторонніх дрібних твердих тіл товщиною не менше 1 мм.  | Захист від крапель. Краплі води будь-якого напрямку, що попадають на корпус, не повинні чинити вплив на обладнання в корпусі.   |
| 5 | Повний захист персоналу від дотику зі струмоведучими або частинами, що рухаються, які знаходяться всередині корпусу. Захист обладнання від шкідливого пилу   | Захист від повітряних струменів. Вода, при умовах зазначених у стандартах та ТУ на окремі види електроустаткування, не повинна потрапляти на обладнання в корпусі.  |
| 6 | Те ж, повний захист обладнання від пилу  | Захист від впливів, характерних для палуби корабля (включаючи устаткування). При накриванні морською хвилею вода не повинна потрапляти в корпус при умовах, зазначених у стандартах або ТУ на окремі види устаткування. |
| 7 | -  | Захист при зануренні у воду. Вода не повинна потрапляти в корпус при тиску протягом певного часу, зазначеного в стандартах або ТУ на окремі види електроустаткування  |
| 8 | -  | Захист при необмежено тривалому зануренні у воду при тиску, зазначеному в стандарті або ТУ на окремі види електроустаткування. Вода не повинна проникати усередину корпусу  |

Вимоги, зазначені в таблиці 2.4, не поширюються на корпуси електричного устаткування, що працює у вибухонебезпечному середовищі, тропіках, а також на корпуси електропобутових приладів, проводи, кабелі й інші монтажні матеріали, що не відносяться до устаткування.

Таблиця 2.5 – Умовні позначення ступенів захисту корпусу електричного устаткування напругою до 1 кВ

| Ступінь захисту від проникнення всередину корпусу води | Ступінь захисту від дотику із частинами, які рухаються, і потрапляння сторонніх тіл |       |       |      |      |       |      |
|--|---|-------|-------|------|------|-------|------|
|  | 0   | 1     | 2     | 3    | 4    | 5     | 6    |
| 0  | IP00  | IP 10 | IP20  | IP30 | IP40 | IP 50 | IP60 |
| 1  | IP 01   | IP 11 | IP21  | IP31 | IP41 | IP51  |      |
| 2  | —   | IP 12 | IP 22 | IP32 | IP42 | —     | —    |
| 3  | —   | IP 13 | IP 23 | IP33 | IP43 | —     | —    |
| 4  | —   | —     | —     | IP34 | IP44 | IP54  | —    |
| 5  | —   | —     | —     | —    | —    | IP55  | IP65 |
| 6  | —   | —     | —     | —    | —    | IP56  | IP66 |
| 7  | —   | —     | —     | —    | —    | —     | IP67 |
| 8  | —   | —     | —     | —    | —    | —     | IP68 |

Умовна позначка ступеня захисту наступна; IP (International Protection); цифри – ступінь захисту персоналу від дотику із частинами, що рухаються, устаткування і від потрапляння всередину корпусу твердих сторонніх тіл; 1-8 – ступінь захисту устаткування від проникнення всередину корпусу води (таблиця 2.4).

Наприклад, умовна позначка IP23 розшифровується так: оболонка електричного устаткування, що запобігає дотику персоналу пальцями до струмоведучих частин, що рухаються, устаткування, що запобігає потраплянню твердих тіл діаметром не менш 12,0 мм до устаткування і від дощу, що падає на корпус під кутом не більше 60° до вертикалі.

Якщо для виробу немає необхідності в одному з видів захисту, в умовній позначці допускається проставляти знак X замість позначення того виду захисту, що у даному виробі не потрібно або випробування якого не провадиться, наприклад, IPX2.

Умовні позначення ступенів захисту наносять на корпус виробу, або на табличку з паспортними даними, або в місцях, зазначених у стандартах або ТУ на окремі види електроустаткування. Якщо виріб складається з електроустаткування в різних корпусах, умовні позначки ступенів захисту повинні бути нанесені на кожну з них.

## **Лекція №3**

**Тема:** Способи прокладки проводів і кабелів. Монтаж струмопроводів

**Мета:** навчити студентів способам прокладки проводів, кабелів та струмопроводів (шинопроводів)

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

**1** Вимоги до електропроводок та їх види

**2** Монтаж шинопроводів

**3** Монтаж проводок у вибухонебезпечному середовищі

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручники.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

**2** Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Вимоги до електропроводок та їх види***

Сукупність проводів і кабелів з кріпленнями, що відносяться до них, підтримуючими захисними конструкціями й деталями установленими відповідно до ПУЕ називають *електропроводкою*. Згідно ПУЕ, це визначення поширюється на електропроводки силових, освітлювальних і вторинних кіл напругою до 1 кВ змінного і постійного струму, виконані всередині будинків і споруджень, на зовнішніх стінах, територіях мікрорайонів, установ, підприємств, дворів, на будівельних майданчиках, із застосуванням ізольованих проводів всіх перетинів, а також неброньованих силових кабелів у гумовій або пластмасовій оболонці з перетином фазних жил до 16 мм<sup>2</sup> (при перетині більше 16 мм<sup>2</sup> – кабельні лінії).

По способу виконання електропроводка може бути відкритою (стаціонарною, переносною, пересувною), якщо вона прокладена по поверхні стін і стель, по балках і фермам, і скритою, якщо вона прокладена усередині конструктивних елементів будинків або споруджень (у підлогах, перекриттях, стінах і т.п.)

По місцю розташування найпоширенішим типом електропроводки є електропроводка всередині будинків, приміщень і споруджень, тобто *внутрішня електропроводка*. *Зовнішньою електропроводкою* називають електропроводку, прокладену по зовнішніх стінах будинків і споруджень або між ними, під навісами, а також на опорах, що мають не більше чотирьох прольотів довжиною до 25 м кожний, встановлених поза вулицями, доріг і т.п.

*Вводом від повітряної лінії* електропередачі (ЛЕП) називається електропроводка, що сполучає відгалуження від повітряної ЛЕП із внутрішньою електропроводкою, – від ізолятора, встановленого на зовнішній поверхні (стіні, даху) будинку або спорудження, до затискачів ввідного пристрою всередині будинку (рисунок 3.1). Відгалуження від повітряної лінії (ПЛ) до вводу в будинок при напрузі до 1000 В не є зовнішньою електропроводкою й відноситься до ПЛ.

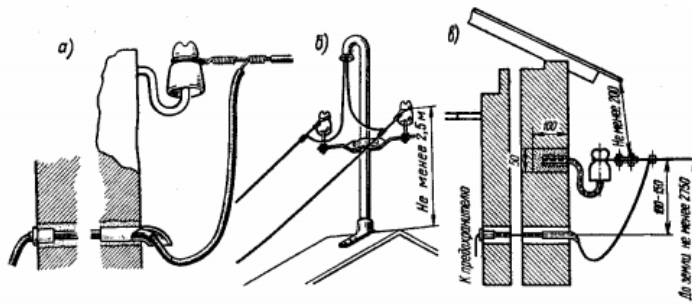


Рисунок 3.1 – Спосіб введення від повітряної лінії: *а* – введення нижче даху; *б* – введення через дах; *в* – введення поблизу даху

Внутрішня відкрита електропроводка виконується *струнною*, якщо несучим елементом є сталевий дріт (струна) або металева смуга, закріплені впритул до несучої поверхні (стіни, стелі) і призначені для кріплення до них проводів, кабелів або їхніх пучків; *тросовою*, коли проведення, кабелі або їхні пучки кріпляться до сталевого дроту або каната, натягнутим у повітрі; *у коробах*, що представляють собою закриту порожню конструкцію прямокутного або круглого перетину, призначену для прокладки в них проводів і кабелів (короби застосовуються й у зовнішніх установках); *у лотках*, виготовлених з незаймистих матеріалів (як правило, металеві суцільних, перфорованих або ґратчасті); у сталевих або пластмасових трубах.

*Сховану електропроводку* виконують у трубах, гнучких металевих рукавах, коробах, замкнених каналах і порожнечач будівельних конструкцій, у заштукатурених борознах, під штукатуркою, а також схованих в будівельні конструкції при їхньому виготовленні.

*Відкриті електропроводки* виконують також *струмопроводами*, під якими розуміють пристрої, призначені для передавання й розподілу електроенергії, який складається з неізольованих або ізольованих провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонки, відголювальних пристроїв, підтримувальних й опорних конструкцій. Залежно від виду провідників їх підрозділяють на *гнучкі* (із проводів) і *тверді* (із твердих шин).

*Твердий струмопровід* напругою до 1000 В заводського виготовлення; поставляється комплектними секціями, називають *шинопроводом*. Залежно від

призначення їх підрозділяють на магістральні, розподільні, тролейні й освітлювальні.

Струмопровід напругою вище 1 кВ, що виходить за межі однієї електроустановки, називається *протяжним*.

*Ізольовані гнучкі проводи* поділяються на захищені й незахищені. Захищені проводи поверх електричної ізоляції мають оболонку (металеву, пластмасову) для запобігання від механічних ушкоджень.

У сталевих й інших механічно міцних трубах, рукавах, коробах, лотках і замкнених каналах будівельних конструкцій будинків і споруджень допускається спільна прокладка проводів і кабелів всіх кіл одного агрегату, силових і контрольних кіл декількох агрегатів або машин, панелей, щитів керування й іншими, зв'язаними технологічним процесом; кіл, що живлять складний світильник, декількох груп одного виду освітлення із загальним числом проводів у трубі не більше восьми: освітлювальних кіл напругою до 42 В з колами напругою понад 42 В, уклавши проводи кіл напругою до 42 В в окрему ізоляційну трубу. Не слід спільно прокладати взаємо-резервуючі кола робочого й аварійного освітлення, а також освітлювальні кола напругою до 42 В з колами напругою понад 42 В. Спільно ці кола прокладають лише в різних відсіках коробів і лотків, що мають суцільні перегородки з незаймистих матеріалів. З метою запобігання небезпечного нагрівання сталевих й ізоляційних труб зі сталеву оболонкою, внаслідок утворення в них змінного магнітного поля при змінному або випрямленому струмі фазні й нульовий або прямий і зворотні провідники прокладають у них тільки у випадку, якщо тривалий струм у провідниках не перевищує 25 А.

Проводи і кабелі прокладають по незаймистих будівельних конструкціях будинків, а також по каналах у них. При прокладці незахищених проводів приймають міри, що виключають випадковий дотик до займистих поверхонь. В електротехнічних і виробничих приміщеннях у кабельних каналах прокладають тільки кабелі й проводи з оболонками, що не піддаються загорянню.

З'єднання й відгалуження проводів і кабелів виконують так, щоб вони не зазнавали механічних зусиль і жили проводів і кабелів були ізольовані. З'єднання й відгалуження проводів, прокладених усередині коробів, що не відкриваються, у



трубах й у гнучких металевих шлангах, прокладених відкрито або сховано, виконують у сполучних й відгалуджувальних коробках. Усередині коробів зі знімними кришками й у лотках з'єднання й відгалуження проводів виконують у спеціальних затискачах з ізолюючими оболонками, що забезпечують безперервність ізоляції. Проводи в місцях виходу із твердих труб і гнучких металевих рукавів захищають від ушкоджень втулками. При цьому в місцях з'єднання, відгалуження й приєднання жил передбачають запас проводів або кабелю, що забезпечує можливість повторного з'єднання, відгалуження або приєднання проводів і кабелів у місцях, доступних для огляду й ремонту.

Там, де електропроводки або струмопроводи перетинають температурні й осадочні шви, встановлюють компенсуючі пристрої, які конструктивно виконують залежно від виду проводки. У випадку, коли під впливом змін температури й вібрації деформація твердих електропроводок може викликати небезпечні механічні напруги проводів або ізоляторів, вживають заходів щодо усунення цих напруг за допомогою компенсаторів й інших подібних їм пристроїв. Стрічкові й гнучкі струмопроводи не вимагають установки компенсаторів лінійного розширення в місцях перетинання ними температурних швів.

Нероз'ємні з'єднання струмопроводів, як правило, виконують за допомогою зварювання. Щоб легше розпізнати відкриті й захищені струмопроводи, їх покривають захисною фарбою, аналогічно фарбуванню шин розподільних пристроїв і підстанцій.

Види електропроводки й способи прокладки проводів і кабелів, застосовуваних залежно від характеристики навколишнього середовища, визначаються відповідно до вимог ПУЕ. Проводи й кабелі, що прокладають у коробках і лотках, обов'язково маркують.

При відкритій прокладці захищених проводів (кабелів) з оболонками зі займистих матеріалів і незахищених проводів відстань у світі від проводу (кабелю) до поверхні підстав, конструкцій, деталей зі займистих матеріалів передбачають не менш 10 мм або відокремлюють їх від поверхні шаром незаймистого матеріалу, що виступає з кожної сторони проводу (кабелю) не менш чим на 10 мм.

При схованій прокладці захищених проводів (кабелів) з оболонками зі займитих матеріалів і незахищених проводів у закритих нішах, у порожнечах будівельних конструкцій (наприклад, між стіною й облицюванням), у борознах й інших місцях з наявністю займитих конструкцій проводи й кабелі захищають суцільним шаром незаймистого матеріалу з усіх боків.

При відкритій прокладці труб і коробів із важкозаймитих матеріалів по незаймистим і важкозаймистим опорам і конструкціям відстань у просвіті від труби (короба) до поверхні навколишніх конструкцій, деталей із займитих матеріалів приймають не менш 100 мм або їх відокремлюють із усіх боків від цих поверхонь суцільним шаром незаймистого матеріалу (штукатурка, алебастр, цементний розчин, бетон і т.п.) товщиною не менш 10 мм.

При схованій прокладці труб і коробів із важкозаймитих матеріалів у закритих нішах, у порожнечах будівельних конструкцій (наприклад, між стіною й облицюванням), у борознах й інших місцях труби й коробки відокремлюють із усіх сторін від поверхонь конструкцій, деталей із займитих матеріалів суцільним шаром незаймистого матеріалу товщиною не менш 10 мм.

Для стаціонарних електропроводок повинні застосовуватися переважно проводи й кабелі з алюмінієвими жилами. Не допускається застосування проводів і кабелів з алюмінієвими жилами для приєднання до електротехнічних пристроїв, установленим безпосередньо на віброізолюючих опорах. У музеях, картинних галереях, бібліотеках, архівах необхідно застосовувати проводи й кабелі тільки з мідними жилами.

Незахищені ізольовані проводи при напрузі понад 42 В в приміщеннях без підвищеної небезпеки й при напрузі до 42 В в будь-яких приміщеннях прокладають на висоті не менш 2 м, а в приміщеннях з підвищеною небезпекою й особливо небезпечних при напрузі понад 42 В – на висоті не менш 2,5 м від підлоги або рівня площадки обслуговування. На спуски до вимикачів, штепсельним розеткам, щиткам, пусковим апаратам, світильникам, установлюваним на стіні, ця вимога не поширюється, крім виробничих приміщень, де ця частина проводки захищається від механічних ушкоджень на висоті не менш 1,5 м від рівня підлоги або від площадки обслуговування.

Якщо незахищені ізолювані проводи перетинаються з незахищеними або захищеними ізолюваними проводами з відстанню між проводами менш 10 м, то в місцях перетинання на кожен незахищений провід накладають додаткову ізоляцію. При перетині трубопроводів незахищеними й захищеними проводами й кабелями їх розташовують на відстані не менш 50 мм один від одного, а від трубопроводів, що містять горючі або легкозаймисті рідини й газу, не менш 100 мм. При відстані між ними менш 250 мм проводи й кабелі додатково захищають від механічних ушкоджень на довжині не менш 250 мм у кожену сторону від трубопроводу. Від гарячих трубопроводів проводи й кабелі захищають теплоізоляцією, якщо вони не спеціального теплостійкого виконання.

У місцях проходу проводів і кабелів через стіни, міжповерхові перекриття або виходу їх назовні забезпечують можливість зміни електропроводки. Для цього прохід виконують у трубі, коробі, прорізі й т.п. Щоб запобігти проникненню й скупченню води й поширенню пожежі в місцях проходу через стіни, перекриття або виходу назовні зазори між проводами, кабелями й трубою (коробом, прорізом і т.п.), а також резервні труби (короба, прорізи й т.п.) заробляють масою, яка легко видаляється, з незаймистого матеріалу. Дана маса повинна допускати заміну, додаткову прокладку нових проводів і кабелів і забезпечувати межу вогнестійкості прорізу не менш межі вогнестійкості стіни (перекриття).

При прокладці незахищених проводів на ізолюючих опорах проводи додатково ізолюють (наприклад, ізоляційною трубою) у місцях проходів через стіни або перекриття. При проході цих проводів з одного сухого або вологого приміщення в інше сухе або вологе приміщення всі проводи однієї лінії прокладають в одній ізоляційній трубі.

При проході проводів із сухого або вологого приміщення в сире, з одного сирого приміщення в інше сире або при виході проводів із приміщення назовні кожен провід прокладають в окремій ізоляційній трубі. При виході із сухого або вологого приміщення в сире або назовні з'єднання проводів виконують у сухому або вологому приміщенні.

На лотках, опорних поверхнях, тросах, струнах, смугах й інших несучих конструкціях проводи й кабелі прокладають впритул один до іншого пучками

(групами) різної форми (наприклад, круглої, прямокутної в кілька шарів). Проводи й кабелі кожного пучка повинні скріплюватися між собою. У коробах проводи й кабелі прокладають в декілька шарів з упорядкованим і довільним взаємним розташуванням.

## ***2 Монтаж шинопроводів***

*Шинопроводами (струмопроводами)* називають суцільні короби із вмонтованими в них шинами. У цехах промислових підприємств при напрузі до 1000 В застосовують:

а) відкриті шинопроводи – із шинами, не захищеними від дотику або потрапляння на них сторонніх предметів;

б) захищені шинопроводи – із шинами, обгородженими від випадкового дотику й влучення на них сторонніх предметів коробом з перфорованого аркуша;

в) закриті шинопроводи – із шинами, вмонтованими в суцільний короб.

Закриті й захищені шинопроводи, як правило, комплектують із типових елементів, виготовлених на заводах. Відкриті шинопроводи виконують частково в монтажних майстернях (конструкція з ізоляторами), частково на місці монтажу (установка конструкцій і прокладка по них шин).

Відкриті шинопроводи можуть бути вільно лежачими й натяжними. Конструкція і монтаж вільно лежачих відкритих шинопроводів принципово не відрізняються від монтажу ошиновки розподільних пристроїв підстанцій.

У натяжному шинопроводі шини закріплюють аналогічно кріпленню троса при тросовій проводці, а між натяжними кріпленнями шини укладають на ізолятор. Монтаж відкритого шинопроводу складається з роботи по підготовці траси, виготовленню шинопроводу в майстерні й установці його в цеху. З'єднання й відгалуження шин, як правило, виконують електрозварюванням; відгалуження до споживачів – ізольованим проводом у сталевих трубах, рідше броньованим кабелем – за допомогою наконечників на болтових затискачах.

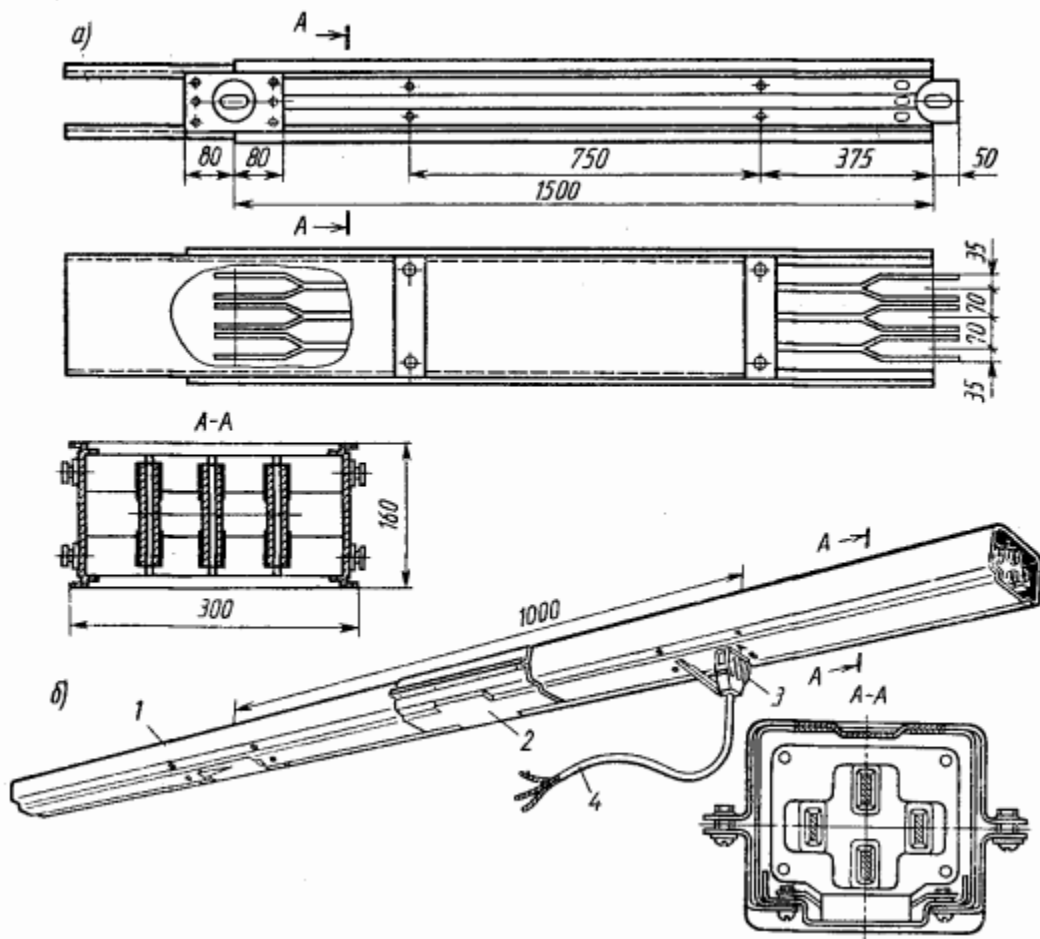


Рисунок 3.2 – Магістральний шинопровід ШМА-73:

*a* – розподільний ШРЛ-73; *б* – освітлювальний ШОС-73; 1 – пряма секція; 2 – сполучна муфта; 3 – відгалужувальний штепсель; 4 — провід до світильника

Закриті комплектні шинопроводи, застосовувані для спорудження цехових магістральних і розподільних мереж, виготовляють на силу струму 1000, 1600, 2500, 4000 А і напругою до 1000 В трифазного струму (магістральні шинопроводи типу ШМА), а також на силу струму 250, 400 й 600 А и напругою 380/220 В трифазного струму (розподільні шинопроводи типу ШМА) (рисунок 3.2,а).

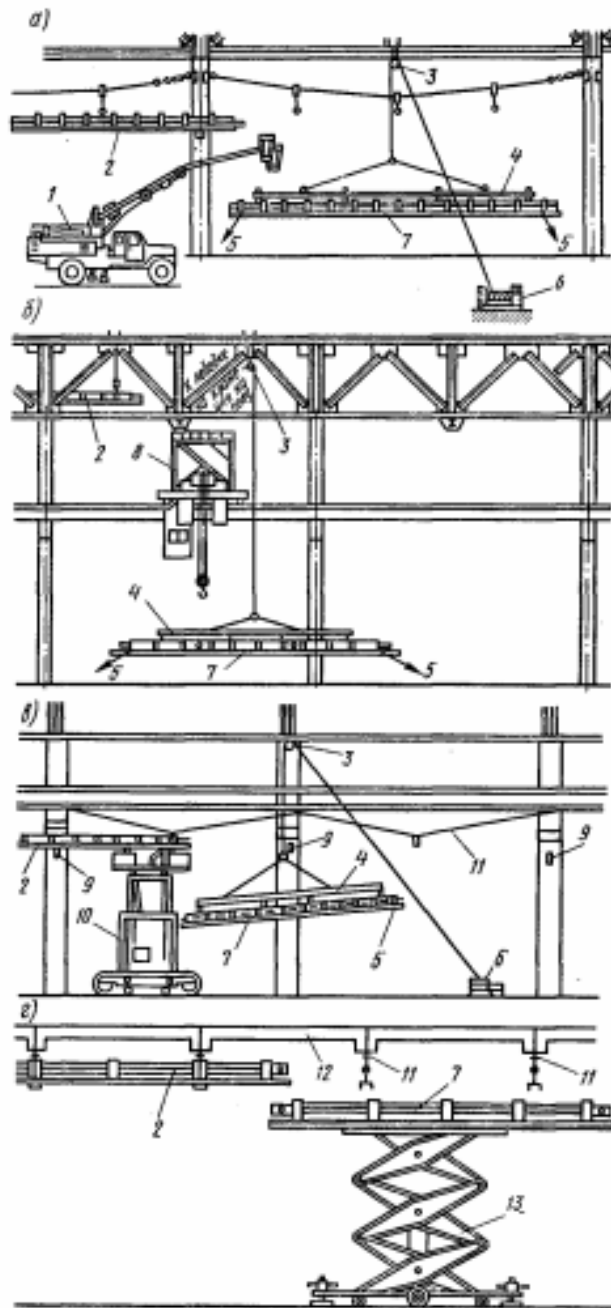


Рисунок 3.3 – Монтаж магістральних шинопроводів:

а – з автогідропідйомника; б – з мостового крана; в – з самохідного висувного містка; г – з гідравлічної платформи; 1 – автогідропідйомник; 2 – змонтований шинопровід; 3 – монтажний ролик; 4 – траверси для підйому блоків шинопроводів; 5 – мотузкові відтяжки; 6 – лебідка; 7 – блок шинопроводу; 8 – монтажна площадка на мостовому крані; 9 – кронштейн; 10 – самохідні підмостки; 11 – тросова підвіска; 12 – перекриття; 13 – гідравлічна платформа

У комплект шинопровода залежно від його схеми входять секції прямі, кутові (з вигином шин на площину й ребро), відгалужувальні у двох виконаннях

(для відпайки шинами й проводами), перехідні, підгінні, регульовані довжини, з рубильником; кришки торцеві, кутові, а також коробки відгалужувальні й ввідні в різному виконанні (з автоматами, запобіжниками, з покажчиком напруги й ін.). Крім того, у комплекті із шинопроводами поставляють конструкції для установки й кріплення шинопроводів (стійки, кронштейни, підвіси).

### **Закриті шинопроводи для мереж електричного освітлення.**

Застосовують також комплектне освітлення (освітлювальні шинопроводи типу ШОС) (рисунок 3.2, б) і спорудження тролей для кранів (тролейні шинопроводи типу ШТМ) відповідно на 25, 63, 100 А и 200, 400 А.

Освітлювальні шинопроводи забезпечують повну індустріалізацію монтажу освітлювальних мереж, гнучкість, довговічність і взаємозамінність елементів, зручність експлуатації, обумовлені наявністю штепсельних роз'ємів, що допускає заміну й ремонт як секцій, так і світильників без відключення всієї групи світильників (рисунок 3.2, б).

При сучасному стані організації й техніки монтажу секції шинопроводів у майстернях збирають в укрупнені блоки, які потім монтують у цехах споруджуваних підприємств (рисунок 3.3).

Монтаж шинопроводів на будівельному майданчику зводиться до їхньої зборки й установки. Шинопроводи кріплять на фермах, колонах, стінах за допомогою кронштейнів або підвісок, а також на підлозі на спеціальних стійках (переважно розподільні закриті шинопроводи). Секції шинопроводів попередньо збирають у блоки із трьох і чотирьох секцій, а потім установлюють на опорні конструкції. Секції шинопровода з'єднують між собою болтами або зварюванням, якому віддають перевагу як найбільш прогресивному способу. До коробки шинопровода приварюють заземлюючі перемички для створення безперервної мережі заземлення. Такими ж перемичками короб приєднують до цехової мережі захисного заземлення.

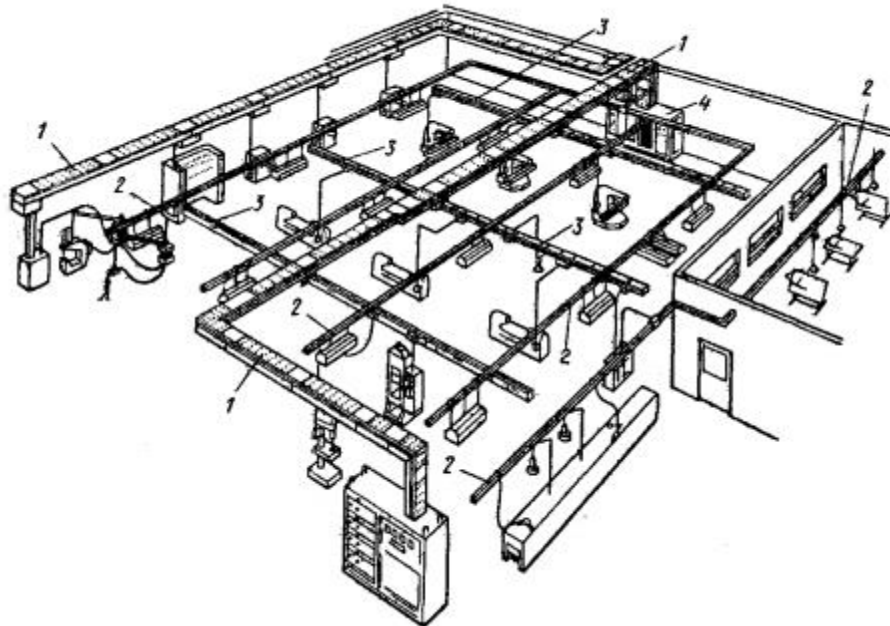


Рисунок 3.4 – Загальний вид розташування шинопроводів у цеху:

1 – магістральні шинопроводи; 2 – освітлювальні; 3 – розподільні; 4 – комплектна трансформаторна підстанція

Загальний вид розташування шинопроводів у цеху наведений на рисунку 3.4.

### ***3 Монтаж проводок у вибухонебезпечних приміщеннях***

Відповідно до ПУЕ вибухонебезпечні зони класифікуються на класи залежно від вибухонебезпечного навколишнього середовища.

У вибухонебезпечних зонах всіх класів застосовують кабелі з полівінілхлоридною, гумовою й паперовою ізоляцією в полівінілхлоридній, гумовій і свинцевій оболонках і проводи з полівінілхлоридною і гумовою ізоляцією у водогазопровідних трубах. Застосування кабелів і проводів з поліетиленовою ізоляцією й кабелів у поліетиленовій оболонці у вибухонебезпечних зонах всіх класів забороняється.

У вибухонебезпечних зонах класів В-1 й В-1а застосовують кабелі та проводи тільки з мідними жилами; у зонах класів В-1 б, В-1м, В-1а й В-11 – кабелі й проводи з алюмінієвими жилами й кабелі в алюмінієвій оболонці. У



вибухонебезпечних зонах всіх класів не застосовують неізольовані (голі) провідники, у тому числі струмопроди до кранів і т.п.

Найменші припустимі перетини кабелів і проводів з мідними й алюмінієвими жилами для вибухонебезпечних зон відповідних класів приймають відповідно до ПУЕ. Способи з'єднань жил і кабелів роблять **відповідно** до діючих монтажних інструкцій.

Жили проводів і кабелів не з'єднують гвинтовими й болтовими затискачами з тиском на жилу торцем гвинта або болта без прокладки або башмака, стисками із гвинтами менш М4, різьбовими конусними з'єднувачами, голими сполучними стисками, навіть якщо вони після з'єднання покриваються ізоляцією, припаяні з температурою плавлення менш 200 °С. Способи прокладки проводів і кабелів вибирають виходячи з рекомендацій ПУЕ. У силових мережах напругою до 1000 В в якості занулюючих або заземлюючих застосовують спеціальну четверту жилу кабелю або проводу.

З метою надійного ущільнення введень в електроустаткування й сполучні коробки застосовують трьох - і чотирьохжильні проводи й кабелі, що мають у перетині тільки круглу форму. В освітлювальних мережах можуть застосовуватися двожильні кабелі, що мають у перетині плоску форму.

У вибухонебезпечних зонах всіх класів при монтажі силових й освітлювальних мереж при відсутності небезпеки механічних ушкоджень або хімічних впливів варто застосовувати відкриту прокладку кабелів переважно марок ВБВ, ВВБГ, ВББШв, ВВББг, ВРБГ, СБГ, СБн, КРПС, КРПСИ, КРПГ.

Кабелі прокладають відкрито по металевих кабельних конструкціях, звареним і перфорованим лоткам, у коробах, по штукатурці, бетону, цеглі, металевій й іншій будівельній опорам із кріпленням скобами або кліщами, при цьому поверхні не повинні мати гострих країв. Основні траси кабелів розташовують на висоті не менш 2 м від рівня підлоги або площадки обслуговування. Рекомендуються лотки розташовувати на висоті 2,5-4 м. В електротехнічних приміщеннях висота розташування лотків не нормується. Траси вибирають такими, щоб уникнути можливості потрапляння хімічно активних

продуктів з технологічних трубопроводів на лотки й прокладені по них кабелі, що прокладають впритул один до одного без зазору.

При спусках і підведеннях кабелів до електроустаткування незалежно від висоти прокладки пристрій додаткових заходів щодо захисту їх від механічних впливів не потрібний, за винятком випадків, коли створюється можливість ушкодження кабелю транспортними засобами, що рухаються. Відрізок кабелю від пускача до двигуна кріплять скобою до перфорованої рейки із заставними гайками, установлені між стійками, при цьому відстань від сальника пускача до скоби кріплення повинна бути не більше 350 мм.

В зонах класів В-1, В-1а, В-ІІ і В-ІІа проходи відкрито прокладеним одиночних кабелів крізь стіни, перекриття виконують через забиті в них відрізки труб з ущільненням кінця труби трубним сальником. При переході кабелів у суміжне вибухонебезпечне приміщення трубні сальники встановлюють із боку вибухонебезпечного приміщення більше високого класу, а при однакових класах приміщень – з боку приміщення, що містить вибухонебезпечні суміші більше високої категорії й групи. Для приміщень класу В-Г трубні сальники встановлюються по обидві сторони проходу. При проході кабелів через перекриття відрізки труб випускають із підлоги на 150-200 мм. Проходи кабелів через стіни та вибухонебезпечні приміщення виконують так, як це показано на рисунку 3.5.

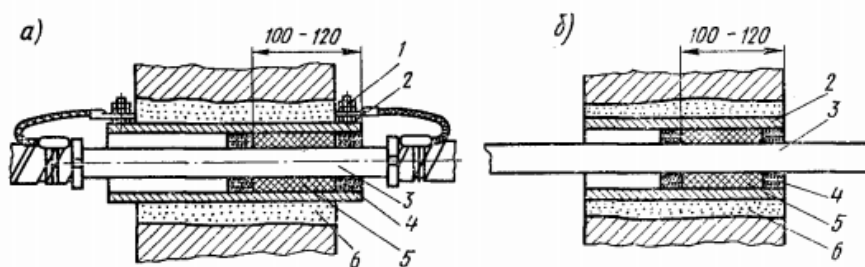


Рисунок 3.5 – Проходи одиночних кабелів крізь внутрішні стіни зон класів В-1, В-1а:

*a* – ущільнення складом ВУС-65 броньованих кабелів без зовнішнього полівінілхлоридного покриву; *б* – ущільнення складом ВУС-65 неброньованих та броньованих кабелів з полівінілхлоридним покриттям; 1 – болт заземлення броні кабелю; 2 – відрізок труби; 3 – кабель; 4 – набивання з азбестового шнура; 5 – ущільнюючий склад ВУС-65; 6 – цементний розчин

Ввід кабелю марки ВБВ виконують тільки у ввідні коробки електродвигунів і ввідні пристрої апаратів, що мають на введеннях гумові (або інші) ущільнювальні кільця. При введеннях кабелів гумові ущільнювальні кільця надягають на зовнішні оболонки кабелів.

При необхідності захистити проводи й кабелі від механічних або хімічних впливів їх поміщають у сталеві водогазопровідні труби. Не застосовують для цього тонкостінні й некондиційні водогазопровідні труби. При цьому труби не оцинковані очищають від іржі й покривають усередині й зовні фарбою.

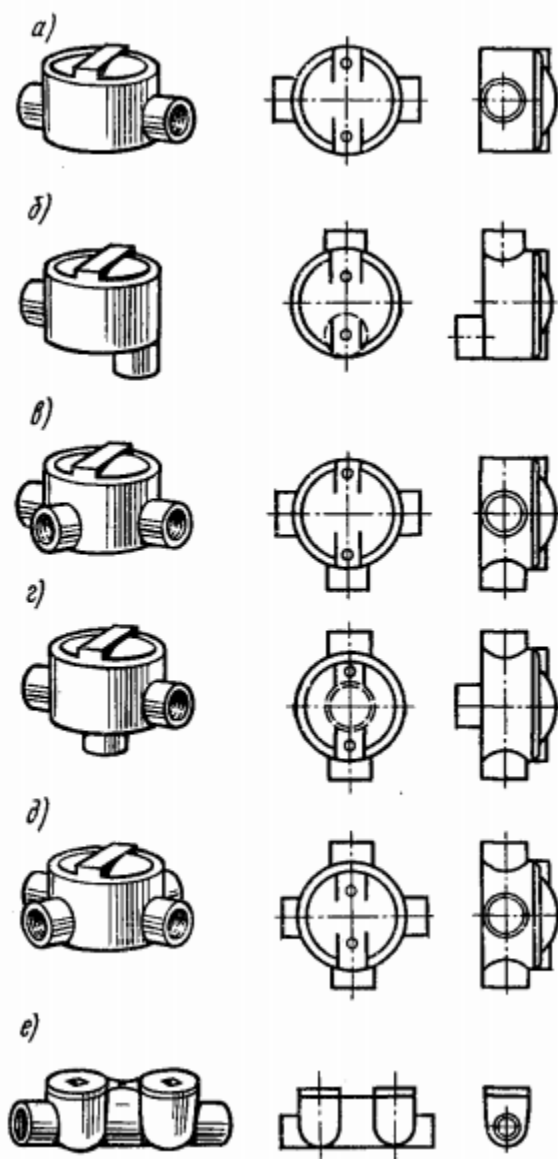


Рисунок 3.6 – Чавунні вибухозахищені коробки серії В:

а – прохідна пряма (КПП); б – прохідна через дно (КПД); в – трійникова відгалуджувальна (ХТО); г – трійникова з відгалуженням у дно (КТД); д – хрестова освітлювальна (ККО); е – прохідна розділова для локальних випробувань (КПЛ)

При прокладці в хімічно активному середовищі фарба повинна бути стійкою до хімічного впливу. При схованій прокладці труби зовні фарбувати не слід. Для з'єднань, відгалужень і протягання проводів і кабелів у сталевих трубах застосовують чавунні вибухозахищені коробки серії В (фітинги) (рисунок 3.6).

У вибухонебезпечних зонах сталеві труби в бетонних підлогах заглиблюють не менш чим на 20 мм від поверхні підлоги. Довжина трубопроводів, що прокладають відкрито, повинна бути максимально скорочена, наприклад, для освітлювальних мереж за рахунок переносу мережі від стін будинку на лінію розташування світильників (рисунок 3.7). Щоб уникнути скупчення вибухонебезпечного пилу на трубах і конструкціях у приміщеннях класів В-11 й В-11а труби прокладають в один шар із просвітами між ними, а також між трубами й стіною не менш чим 20 мм; конструкції для кріплення труб застосовують із малими горизонтальними поверхнями.

Електротехнічні трубопроводи розташовують нижче технологічних трубопроводів, що несуть горючі пари й газу, що мають щільність менш 0,8 щодо щільності повітря, і вище технологічних трубопроводів, що несуть пари й газу щільністю більше 0,8 щодо щільності повітря. При прокладці по естакадах установок класу В-1м електротехнічні трубопроводи прокладають на стороні естакади, вільної від технологічних трубопроводів.

У сирих приміщеннях трубопроводи прокладають із ухилом вбік сполучних і протяжних коробок, а в особливо сирих приміщеннях і зовні – убік спеціальних водозбірних трубок. У сухих і вологих приміщеннях ухил роблять в сторону коробок тільки там, де може утворитися конденсат.

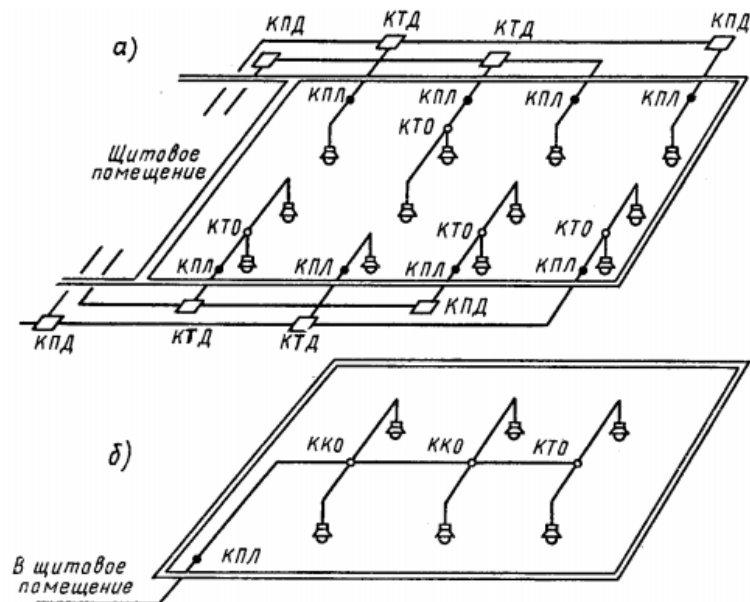


Рисунок 3.7 – Розведення трубопроводів освітлювальної мережі в приміщеннях з вибухонебезпечними зонами:

*a* – класу В-1; *б* – класів В-1 а. У-16. У-11 нв-11а (установка коробок КГ1Л тільки в зоні класу В-1а)

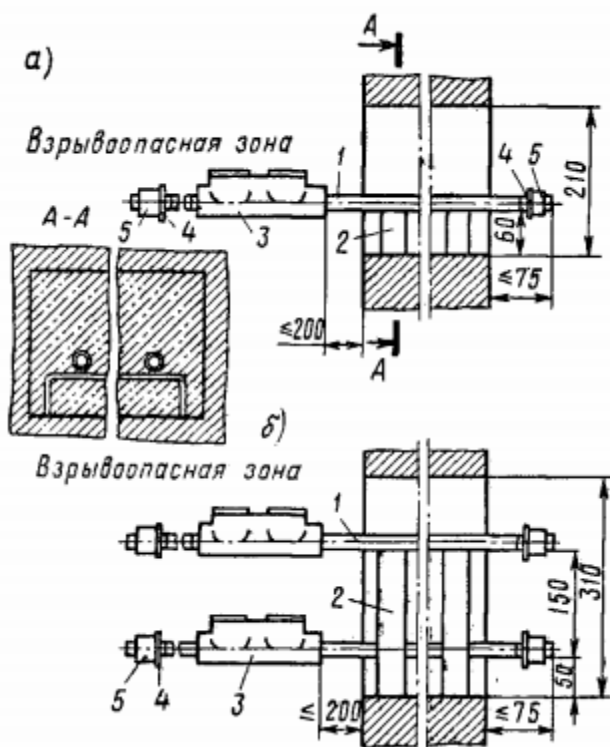


Рисунок 3.8 – Металеві рами з відрізками труб і коробками КПЛ:

*a* – для одного ряду труб; *б* – для двох рядів труб; 1 – відрізок труби; 2 – рама зі сталевих смуг; 3 – коробка КПЛ; 4 – контргайка; 5 – муфта

Окремі труби, що виходять із вибухонебезпечних приміщень, зашпаровують у місцях проходу крізь стіни, підлоги й міжповерхові перекриття цементним розчином або іншими незаймистими матеріалами по всій товщині стіни або перекриття так, щоб газу, пари або пил через щілини й зазори не проникали в сусідні приміщення. У випадку проходу через стіну декількох труб застосовують сталеві патрубкі, приварені до металевих рам (рисунок 3.8), з накрученими на один кінець кожного патрубка коробками з розділовим ущільненням. Труби між собою, а також з фітінгами, коробками, ящиками, із вступними арматурами машин, кожухами апаратів, світильниками (рисунок 3.9) з'єднують на різьбленні з підмотуванням пряжі, просоченим оліфою або тертими на маслі фарбами (залізним суриком, білилом), або стрічки ФУМ. Зачищення нарізних сполучень не допускається. При з'єднанні труб стогонами з муфтою або футорами встановлюють контргайки, а різьблення покривають олійною фарбою так, щоб виключити самовідкручування від вібрації або струсів.

Місця приєднання трубопроводів до машин, апаратів і світильників повинні мати можливість заміни машин, апаратів й інших пристроїв без демонтажу трубої прокладки. При необхідності ці приєднання роблять на згинах з контргайками. Уведення проводів і кабелів у корпуси або кожухи машин, апаратів, світильників й інших пристроїв роблять разом із трубами або їхніми перехідними арматурами у вигляді трубчастих або коробчастих окінцювань.

Для відділення обсягу вступних пристроїв вибухозахищених електричних машин, апаратів, світильників, а також для запобігання переходу вибухонебезпечної суміші з одного приміщення в інше або назовні на трубопроводах у вибухонебезпечних приміщеннях установлюють розділові ущільнювальні коробки КПП або КПЛ, що передбачають можливість локальних випробувань, заповнювані ущільнюючими замазками й мастиками.

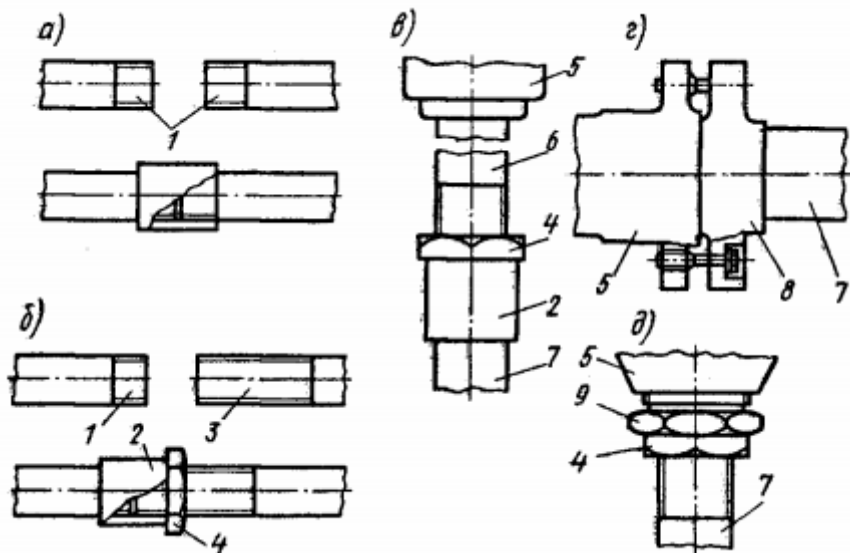


Рисунок 3.9 – Схеми нероз'ємних (а) і роз'ємних (б) з'єднань сталевих трубопроводів між собою і з електроустаткуванням із застосуванням стандартного згону (в), натискної муфти (з) і чепцевих втулок (д): 1 – коротке різьблення; 2 – муфта; 3 – довге різьблення; 4 – контргайка; 5 – вступний пристрій; 6 – стандартний згін; 7 – трубопровід; 8 – нижня муфта; 9 – уплотнювальна різьбова чепцева гайка

Такі ущільнення встановлюють у місцях переходу трубопроводів з вибухонебезпечних приміщень вищих класів у вибухонебезпечні приміщення нижчих класів (наприклад, із приміщення класу В-1 у приміщення класу В-1а); у місцях переходу трубопроводів з одних вибухонебезпечних приміщень в інші, якщо вони містять вибухонебезпечні суміші інших категорій або груп; у місцях переходу із приміщень вибухонебезпечних у невибухонебезпечні або назовні; у приміщеннях класів В-1, В-1а, В-11 і В-Па при уведенні труб у ввідні пристрої електричних машин, апаратів, коробка зі складальними затискачами, якщо ввідні пристрої або патрубки їх не ущільнені або ущільнені недостатньо.

Розділові ущільнення встановлюють у приміщеннях вищої категорії в безпосередній близькості від місця виходу труби зі стіни. При уведенні проводів у сталеві труби у світильники, що мають гумові ущільнювальні прокладки, розділюючі ущільнення у вигляді спеціальних фітингів не встановлюють. У цьому випадку кожен провідник пропускають через окремий отвір в ущільнювальній прокладці. Як ущільнювач застосовують состав УС-65. Труби з умовним проходом

більше 50 мм із кабелями можна ущільнювати набиванням у трубу кабельного джуту або азбестового шнура на глибину 100-120 мм із наступним заповненням ущільнювальним складом УС-65 і набиванням зверху кабельного джуту або азбестового шнура (рисунок 3.10).

У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу заземлюють (зануляють) електроустановки всіх напруг змінного і постійного струму; при установці електроустаткування на металевих конструкціях заземлюючі й нульові захисні провідники приєднують безпосередньо до корпусів електроустаткування – до заземлюючого затискача на корпусі або до заземлюючого (нульового) затискача у ввідному пристрої; у якості нульових захисних (заземлюючих) провідників використовують тільки спеціально призначені для цього провідники. Використання для цього конструкцій будинків, сталевих труб електропроводок, металевих оболонок і броні кабелів допускається тільки як додатковий захід.

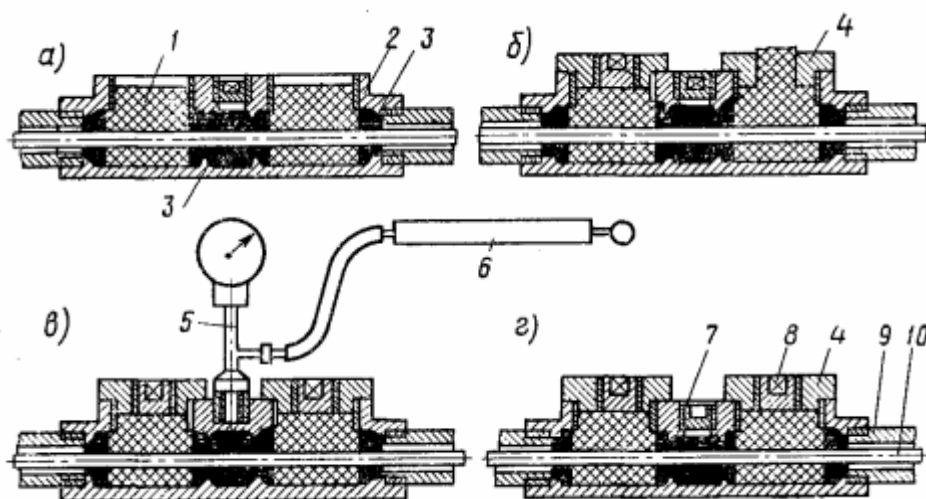


Рисунок 3.10 – Розділове ущільнення в коробці КПЛ:

*а, б, в, г* – процеси монтажу й випробування ущільнюючого розділу; 1 – ущільнюючий склад УС-65; 2 – корпус; 3 – набивання з азбестового шнура; 4 – кришка; 5 – пристосування для випробування розділових ущільнень у коробках КПЛ; 6 – насос; 7, 8 – пробки; 9 – трубопровід; 10 – кабель або провід

Окремо прокладені провідники заземлення в місцях проходження крізь стіни, підлоги, стелі й фундаментні плити приміщень із вибухонебезпечними зонами прокладають у відрізках азбоцементних, сталевих труб або в прорізах. Отвори в



трубах і прорізах повинні бути ретельно забиті по обидва боки легко пробивним негорючим матеріалом. З'єднання заземлюючих провідників усередині труб і прорізів забороняється.

Лотки й кабельні конструкції для кабелів всіх напруг заземлюють. Секції лотків і металеві смуги для прокладки кабелів повинні мати безперервність ланцюга заземлення й приєднуватися до магістралі заземлення на початку й кінці лінії.

Сталеві труби заземлюють із обох кінців. Труби, що не мають з'єднань, можуть бути заземлені в одному місці. Сталеві труби при приєднанні їхнім різьбленням до електроприймачів, що мають металеві ввідні пристрої, не вимагають додаткового заземлення із цього кінця, тому що заземлення здійснюється через натискну муфту ввідного пристрою.

Безперервність ланцюга заземлення сталевих труб здійснюється при нероз'ємному з'єднанні накрученням муфти на коротке різьблення до упору однієї труби й укрупчуванням до упору другої труби в муфту; при рознімному з'єднанні – накрученням на довге різьблення однієї труби контргайки й муфти, накрученням муфти на коротке різьблення другої труби до упору й закріпленням муфти контргайкою. З'єднання труб із вступними пристроями коробок, апаратів й інших електроприймачів здійснюється укрупчуванням труб з коротким різьбленням до упору. Всі нарізні сполучення виконують із підмотуванням на різьблення стрічки ФУМ або прядив'яного волокна, просоченого в розведеному оліфою сурику. Приварку муфт до труб, а також установка в муфт і коробок заземлюючих перемичок на з'єднаннях труб забороняється.

Металоконструкції, на яких установлюють електроустаткування, заземлене спеціальною додатковою жилою, не заземлюють. Металеві труби, короби, кутову сталь, застосовувані для механічного захисту кабелів, заземлюють аналогічно заземленню в невибухонебезпечних зонах.

Заземлення тросів, катанки або сталевого дроту тросових проводок виконують із двох протилежних кінців приєднанням зварюванням до магістралі заземлення. Допускається виконувати болтове приєднання із захистом місця контакту від корозії.

Броню й металеву оболонку кабелів будь-якої напруги в силових й освітлювальних мережах заземлюють із обох кінців. На кінці кабелів при уведенні в апарати, що мають ввідні пристрої із пластмаси, броню й металеву оболонку допускається не заземлювати або при можливості приєднувати до провідника магістралі заземлення.

В освітлювальних мережах, виконаних кабелем у металевій оболонці, безперервність ланцюга заземлення оболонок у відгалужувальних коробках забезпечується припаюванням кінців гнучких мідних провідників до оболонок і з'єднанням інших кінців між собою опресуванням, зварюванням або пайкою.

При підведенні до електродвигунів й апаратів броньованих кабелів із пластмасовою оболонкою труби не доводять на 100 мм до ввідних пристроїв, маючи на увазі приєднання їх до зовнішнього затискача заземлення на ввідному пристрої. Заземлення кінця труби виконують гнучким сталевим тросом, привареним до прапорцевого наконечника, що закріплюють на кінці труби між контргайками на різьбленні й до затискача заземлення на корпусі електродвигуна або апарата. При необхідності на трубі встановлюють третю контргайку для запобігання ослаблення контакту наконечника із трубою.

## **Лекція №4**

**Тема:** Технологія монтажу пристроїв заземлення

**Мета:** навчити студентів технології монтажу пристроїв заземлення

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Заземлення і захисні міри безпеки
- 2** Технологія виконання робіт по заземленню
- 3** Монтаж заземлюючих і нульових захисних провідників

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручники.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

**2** Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## *1 Заземлення і захисні міри безпеки*

Замиканням на землю називають випадкове електричне з'єднання частин, що перебувають під напругою, електроустановки з конструктивними частинами, не ізольованими від землі або із землею безпосередньо.

Замикання, що виникло в машинах, апаратах, лініях, на заземлені конструктивні частини електроустановки, називають замиканням на корпус.

Заземлюючий пристрій – це сукупність заземлювача й заземлюючих провідників.

Заземлювач – представляє собою металевий провідник або групу провідників, що перебувають у безпосередньому дотику із землею.

Заземлюючими провідниками є металеві провідники, що з'єднують заземлювальні частини електроустановки із заземлювачем.

Заземленням якої-небудь частини електроустановки називають навмисне електричне з'єднання її із заземлюючим пристроєм.

Напругою відносно землі при замиканні на корпус називають напругу між цим корпусом і точками землі, що перебувають поза зоною струмів у землі, але не ближче 20 м.

Опір заземлюючого пристрою – це сума опорів, що складається з опору заземлювача відносно землі й опору заземлюючих провідників.

Опір заземлювача – це відношення напруги на заземлювачі відносно землі до струму, що проходить через заземлювач у землю.

Струмом замикання на землю вважається струм, що проходить через землю в місці замикання.

Електроустановками з більшими струмами замикання на землю називають електроустановки напругою вище 1кВ, у яких однофазний струм замикання на землю більше 500 А.

Електроустановками з малими струмами замикання на землю вважають електроустановки напругою вище 1кВ, у яких однофазний струм замикання на землю дорівнює або менш 500 А.

Глухозаземленою нейтраллю називають нейтраль трансформатора або генератора, приєднану до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір (трансформатори струму й ін.).

Ізольованою нейтраллю називають нейтраль, не приєднану до заземлюючого пристрою або приєднану через апарати, що компенсують ємнісний струм у мережі, трансформатори напруги й інші апарати, що мають великий опір.

Нульовий провід – це провід мережі, з'єднаний із глухозаземленою нейтраллю трансформатора або генератора, або – середній заземлений провід в мережі постійного струму, службовим зворотнім проводом при нерівномірному навантаженні фаз або полюсів.

В електроустановках напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю джерела живлення основною мірою захисту від ураження електричним струмом у випадку дотику до металевих корпусів електроустаткування й металевих конструкцій, опинившимся під напругою внаслідок ушкодження ізоляції мережі або електроприймачів, є занулення.

Занулення – навмисне електричне з'єднання металевих частин електроустановки, що нормально не перебувають під напругою, із глухозаземленою нейтраллю джерела живлення за допомогою нульових захисних провідників.

Надійне електричне з'єднання металевих елементів електроустановки із глухозаземленою нейтраллю джерела живлення перетворює будь-яке замикання струмоведучих частин на ці елементи в однофазне коротке замикання, у результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки мережі зануленим апаратом.

Передбачати додаткове заземлення занулених елементів електроустановок не потрібно.

У якості нульових захисних провідників можуть бути використані:

1. Нульові робочі провідники.
2. Спеціально передбачені провідники (четверта або третя жила кабелю, четвертий або третій провід, сталеві смуги й т.п.).
3. Сталеві труби електропроводки.
4. Алюмінієві оболонки кабелів.

5. Металеві конструкції будинків (ферми, колони й т.п.).

6. Металеві конструкції виробничого призначення (підкранові колії, каркаси розподільних пристроїв, галереї, площадки, шахти ліфтів, підйомників, елеваторів, обрамлення каналів і т.п.).

7. Металеві кожухи шинопроводів, металеві короби й лотки, призначені для прокладки проводів і кабелів.

8. Металеві стаціонарно відкрито прокладені трубопроводи всіх призначень, крім трубопроводів горючих і вибухонебезпечних сумішей, каналізації, центрального опалення й побутового водопроводу.

Перераховані вище провідники, конструкції й інші елементи можуть служити єдиними нульовими захисними провідниками тільки в тому випадку, якщо вони по провідності (опору) задовольняють вимогам ПУЕ. При цьому прокладка додаткових сталевих смуг по периметру приміщень (часто називається «внутрішній контур») не потрібно.

При використанні нульових робочих провідників у якості нульових захисних провідників установка роз'єднувальних засобів у ланцюгах нульових робочих провідників забороняється. У цьому випадку допускається застосування вимикачів, які одночасно з відключенням нульових робочих провідників відключають всі проводи, що перебувають під напругою.

Кожна частина електроустановки, що підлягає зануленню, повинна бути приєднана за допомогою окремого відгалуження до нульового робочого провідника, якщо він використовується у вигляді нульового захисного провідника, або до магістралі занулення.

Як відгалуження можуть бути використані спеціальна жила кабелю, спеціальний провід, алюмінієва оболонка кабелю, спеціальний провідник, що приєднують до нульового робочого провідника або магістралі занулення на найближчому розподільному щиті, зборці, у відгалужувальній коробці або на іншій нерухомій жорсткій конструкції (опорі).

При прокладці проводів у сталевих трубах для відгалуження може бути використана сталева труба.

Магістралі занулення й відгалуження від них повинні бути доступні для огляду. Вимоги про доступність для огляду не поширюються на нульові жили й оболонки кабелів, а також на нульові захисні провідники, прокладені в трубах і коробах.

Допускається відгалуження від магістралей занулення до занулюючої частини електроустановки прокладати приховано: в стіні, під чистою підлогою й т.п. з попереднім захистом їх від впливу агресивних середовищ. Такі відгалуження не повинні мати проміжних сполук.

Занулення переносних електроприймачів здійснюють спеціальною захисною жилою кабелю або проводом, розташованої в загальній оболонці з фазними жилами, третьої – для електроприймачів однофазного струму й четвертої - для електроприймачів трифазного струму.

Зазначену спеціальну жилу кабелю або проводу приєднують до захисного контакту штепсельного з'єднання з однієї сторони й до корпусу електроприймача – з іншої. Перетин цієї жили повинен бути рівний перетину фазних жил.

У зв'язку з тим, що ДСТУ на деякі марки кабелів передбачає зменшений перетин четвертої жили, дозволяється для трифазних переносних електроприймачів застосування таких кабелів.

При уведенні у світильник кабелю, захищеного проводу, незахищених проводів у трубі, металевому рукаві або при схованій електропроводці, тобто при захисті електропроводки, що вводить у світильник, від механічних ушкоджень, відгалуження від нульового робочого провідника виконується усередині світильника.

При уведенні у світильник відкритих незахищених проводів занулення корпусу світильника здійснюють гнучким проводом (відгалуженням), що приєднують із однієї сторони до заземлюючого гвинта корпусу світильника, а з іншої – і до нульового робочого провідника на найближчій до світильника нерухомій опорі або в коробці.

Ці вимоги поширюються також на підводку кабелів і проводів до захисних контактів штепсельних сполук.

Занулення корпусів світильників загального освітлення з лампами ДРЛ, натрієвими й люмінесцентними лампами з винесеним пускорегулюючим пристроєм можна здійснювати за допомогою перемички між заземлюючими контактами пускорегулюючого апарата й світильника.

При живленні електроприймачів по повітряних лініях занулення комутаційних апаратів, установлюємих зовні будинків (тваринницьких приміщень, складів й ін.), варто здійснювати перемичкою між нульовим робочим провідником до заземлюючого болта на корпусі апарата (відгалуженням від нульового робочого провідника).

У мережах з ізольованою нейтраллю, при порушенні ізоляції однієї фази в якій-небудь точці мережі виникає однофазне замикання на землю. У цьому випадку напруга цієї фази відносно землі стає рівною нулю, напруга двох інших фаз відносно землі – міжфазній напрузі, а сили зарядних струмів цих двох фаз збільшуються відповідно в 3 рази. Сила струму замикання на землю в 3 рази перевищує силу зарядного струму однієї фази в нормальному режимі роботи. Через малу силу струму замикання він практично не впливає на систему міжфазних напруг і режим роботи приймачів електроенергії. Тому замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю допускається не відключати протягом 2 год, необхідних для пошуку місця uszkodження. Оскільки однофазні замикання на землю – найбільш імовірний вид uszkodжень (становлять 75-90% всіх коротких замикань), це істотно впливає для забезпечення надійності електропостачання споживачів.

Застосування ізольованої нейтралі знижує вартість заземлюючих пристроїв, що дуже важливо для економічних розрахунків через велику кількість установок напругою до 35 кВ.

В електроустановках із глухозаземленою нейтраллю сила струму однофазного короткого замикання велика. Це здорожує й ускладнює вартість заземлюючих пристроїв, але витрати компенсуються зниженням вартості ізоляції фазних проводів. Ця ізоляція, особливо в мережах 110 кВ і вище, розраховується на фазну, а не на міжфазну напругу.



Дотик людини до струмоведучих або металевих частин, які можуть опинитися під напругою через несправність ізоляції, викликає ураження електричним струмом, наслідком якого можуть бути припинення діяльності органів дихання, втрата свідомості, порушення кровообігу.

Ураження електричним струмом проявляється також у вигляді електричних опіків й інших травм.

Ступінь ураження електричним струмом визначається силою струму, його тривалістю й шляхом проходження через тіло людини. Сила струму залежить від напруги дотику й від опору всього електричного кола, у яке послідовно «включається» людина.

Напруга дотику  $U_0$  (рисунок 4.1) визначається по-різному кількістю потенціалів у двох точках дотику тіла людини до кола замикання, а опір людини  $R$ , залежить від площі дотику, стану шкіри, тривалості впливу й знаходиться в межах від кількох сотень до десятків тисяч Ом.

Струм, що проходить через тіло людини, визначається за законом Ома:

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{пр}} / R_{\text{ч}} .$$

При наявності заземлювача й замиканні на землю заземлювач одержить потенціал  $U_3 = R_3 I_3$

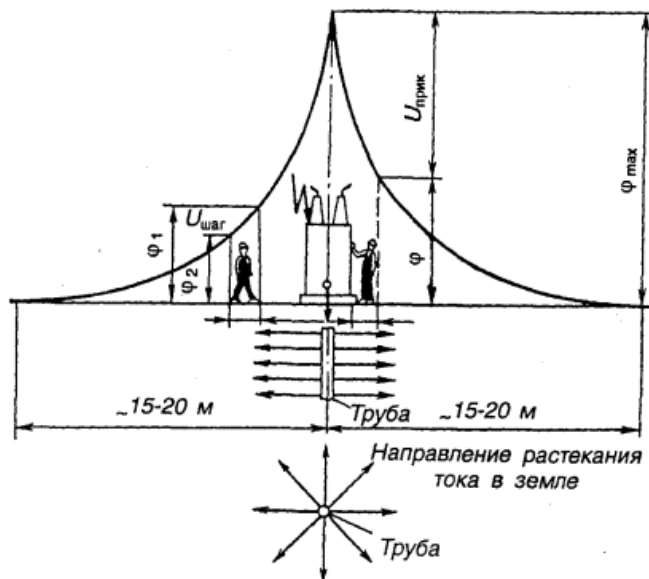


Рисунок 4.1 – Розподіл потенціалів при розтіканні струму в землі з одиночного вертикального заземлювача

Прийнявши  $U_3 \approx U_{np}$ , одержимо силу струму, що проходить через тіло людини:

$$I_4 = I_3 (R_3 / R_4)$$

Отже, чим менше опір заземлювача, тим менше сила струму, що проходить через тіло людини. Людина, що перебуває в зоні розтікання струму, виявляється під впливом різниці потенціалів, значення якої залежить від довжини кроку (0,8 м) і відстані людини від заземлювача.

Різниця потенціалів, обумовлена кроком людини, називається напругою кроку. Найбільша напруга кроку поблизу заземлювача. Чим менше напруга дотику й напруга кроку, обумовлені силоміць токи замикання на землю  $I_3$  й опором заземлюючого пристрою  $R_3$ , тим безпечніше обслуговування електроустановки.

ПУЕ регламентують наступні значення опорів заземлюючих пристроїв в електроустановках: напругою до 1000 В  $R_3 \leq 10$  Ом; вище 1000 В з більшими силами струмів замикання на землю (глухозаземлена нейтраль)  $R_3 \leq 0,5$  Ом; вище 1000 В з малими силами струмів замикання на землю (ізолювана нейтраль)  $R_3 \leq 250 / I_3$ .

Якщо пристрій одночасно використовується для заземлення й занулення установок до 1 кВ, його опір не повинне перевищувати  $250 / I_3$  і повинен задовольняти вимогам, пропонованим до заземлення (занулення) електроустановок до 1 кВ.

Заземлюючі пристрої (заземлення й занулення) в електроустановках виконують при 380 В и вище змінного й 440 В і вище постійного струму – у всіх випадках; при напрузі вище 42 В, але нижче 380 В змінного струму й вище 110 В, але нижче 440 В постійного струму – у приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних й у зовнішніх установках. Заземлення або занулення у вибухонебезпечних установках виконують при будь-яких напругах.

## ***2 Технологія виконання робіт по заземленню***

У випадках, коли природні заземлювачі не задовольняють вимогам ПУЕ, застосовують штучні заземлювачі, які залежно від форми й розташування в ґрунті ділять на три групи:

поглиблені – зі смугової або круглої сталі, що укладають горизонтально на дно котлованів будинків по периметру фундаментів;  
горизонтальні – із круглої або смугової сталі, покладені в траншею;  
вертикальні – зі сталевих вертикально вгвинчених або втиснених у ґрунт стрижнів із круглої сталі.

Для заземлювачів звичайно застосовують круглу сталь діаметром 10–16 мм, смугову сталь перетином 40x4 мм, відрізки кутової сталі 50x50x5 мм. Довжина вертикальних що вгвинчують і що вдавлюють заземлювачів – 4,5-5 м; що забивають – 2,5-3 м. У виробничих приміщеннях з електроустановками напругою до 1 кВ застосовують магістралі заземлення зі сталевієї смуги перетином не менш 100 мм<sup>2</sup>, а напругою вище 1 кВ – не менш 120 мм<sup>2</sup>. Найменші допустимі розміри сталевих заземлювачів заземлюючих і нульових захисних провідників наведені в таблиці 4.1, перетину алюмінієвих і мідних – у таблиці 4.2.

Штучні поглиблені заземлювачі (рисунок 4.2), заздалегідь заготовлені в майстернях, укладають на дно котлованів під фундаменти споруджуваних будинків і споруджень. Вертикальні заземлювачі із круглої сталі діаметром 16 мм вкручують у ґрунт або вдавлюють. Для цих цілей використають різні пересувні механізми (копри, автотямбури, вібратори, гідропреси, бурильно-кранові машини) і ручні пристосування. Риття траншів роблять землерийними машинами.

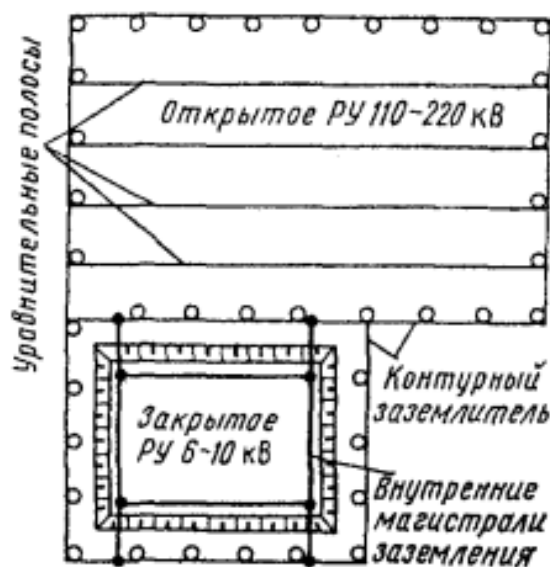


Рисунок 4.2 – Контур заземлення підстанції

Таблиця 4.1 – Найменші допустимі розміри сталевих заземлювачів і нульових захисних провідників

| Заземлювачі, заземлюючі та нульові захисні провідники | Вид прокладки провідників |                        |         |
|---|---------------------------|------------------------|---------|
|   | в приміщеннях             | в зовнішніх установках | в землі |
| Круглі провідники діаметром, мм                       | 5                         | 6                      | 10      |
| Прямокутні провідники:<br>перерізом, мм <sup>2</sup>  | 24                        | 48                     | 48      |
| товщиною, мм  | 3                         | 4                      | 4       |
| Кутова сталь (товщина полиць), мм                     | 2                         | 2,5                    | 4       |

Таблиця 4.2 – Найменші перетини алюмінієвих, мідних заземлюючих і нульових захисних провідників в електроустановках до 1 кВ

| Заземлюючі та нульові захисні провідники  | Алюміній, мм <sup>2</sup> | Мідь, мм <sup>2</sup> |
|---|---------------------------|-----------------------|
| Заземлюючі жили кабелів або багатожильних проводів в загальній захисній оболонці з фазними жилами | 2,5                       | 1                     |
| Ізольовані провoda  | 2,5                       | 1,5                   |
| Неізолювані провідники при відкритій прокладці  | 6                         | 4                     |

Верх вертикальних заземлювачів заглублюють на 0,6-0,7 м від рівня планувальної оцінки землі. Над дном траншеї заземлювачі повинні виступати на 0,1-0,2 м для зручності приварки до них сполучних горизонтальних круглих стрижнів (сталь круглого перетину більше стійка проти корозії, чим смугова). Горизонтальні заземлювачі укладають у траншеї глибиною 0,6-0,7 м від рівня планувальної оцінки землі.

Всі сполуки в ланцюгах заземлювачів виконують зварюванням внахлест. Якість зварених швів перевіряють оглядом, а міцність – ударом молотка масою 1 кг. Місця зварювання щоб уникнути корозії покривають бітумним лаком.

У місць уведення заземлюючих провідників у будинки встановлюють розпізнавальні знаки заземлювача. Розташовані в землі заземлювачі й заземлюючі провідники не фарбують. Якщо в ґрунті є домішки, що викликають підвищену корозію, застосовують заземлювачі збільшеного перетину, круглу сталь діаметром 16 мм, оцинковані або обміднені заземлювачі або здійснюють електричний захист від корозії.

Горизонтальні заземлювачі в місцях перетинання з підземними спорудженнями (кабелями, трубопроводами), із залізничними коліями й автомобільними дорогами, а також у місцях можливих механічних ушкоджень захищають азбестоцементними трубами. По закінченні монтажу заземлювачів перед засипанням траншеї складають акт огляду схованих робіт.

### ***3 Монтаж заземлюючих і нульових захисних провідників***

Заземлюючі провідники прокладають горизонтально й вертикально або паралельно похилим конструкціям будинків.

У сухих приміщеннях заземлюючі провідники укладають безпосередньо по бетонних і цегельних підставах із кріпленням смуг дубелями-цвяхами (рисунок 4.3, а), а в сирих, особливо сирих приміщеннях і приміщеннях з їдкими парами – на підкладках (рисунок 4.3, б) або опорах на відстані не менш 10 мм від підстави (рисунок 4.3 в, г).

Провідники кріплять на відстанях 600-1000 мм на прямих ділянках, 100 мм на поворотах від вершин кутів, 100 мм від місць відгалужень, 400-600 мм від рівня підлоги приміщень і не менш 50 мм від нижньої поверхні знімних перекриттів каналів. Сполука заземлюючих провідників і приєднання їх до металевих конструкцій будинків виконують зварюванням внахлест, за винятком рознімних місць, призначених для вимірів. При сполуках провідників довжину нахлесту для зварювання приймають рівній ширині смуги при прямокутному перетині й шести діаметрам - при круглому перетині.

Заземлюючі провідники до корпусів машин й апаратів приєднують під заземлюючий болт на їхніх корпусах. Якщо машини встановлені на полозках, їх заземлюють приєднанням полозка до заземлюючого провідника. Відкрито прокладені заземлюючі й нульові захисні провідники мають відмітне фарбування - по зеленому тлу профарбовують жовту смугу уздовж провідника.

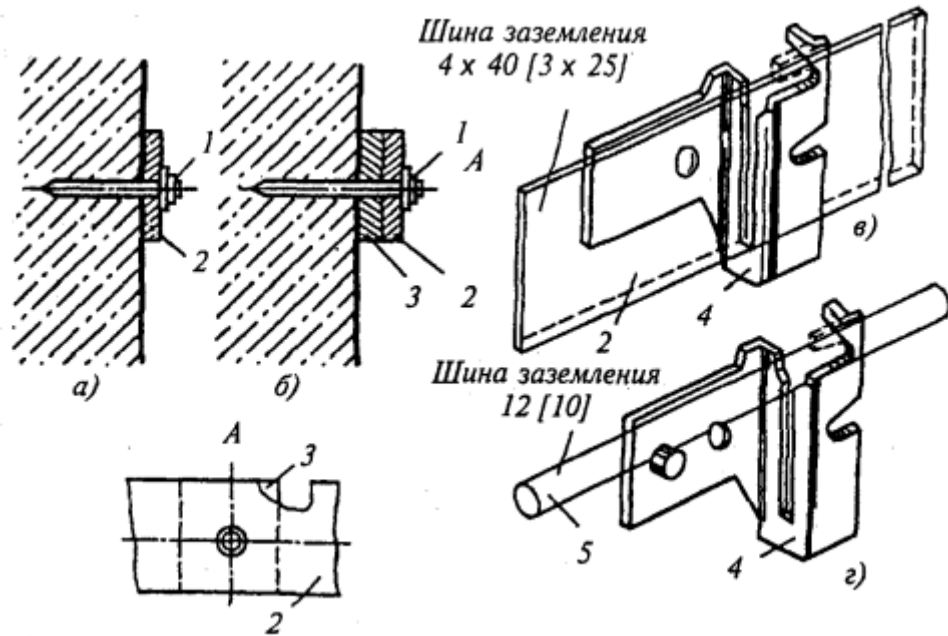


Рисунок 4.3 – Види кріплення заземлюючих провідників:

а – до стіни; б – на підкладках; г – на власниках для смугової й круглої сталі; 1 – дюбель; 2 – смуга; 3 – підкладка; 4 – тримач; 5 – кругла сталь

Місця, призначені для приєднання інвентарних переносних заземлювачів, не фарбують.

Технологія монтажу пристроїв блискавкозахисту будинків і споруд. Пристрою блискавкозахисту складаються з блискавко-приймачів, що безпосередньо сприймають на себе удар блискавки, струмовідводів і заземлювачів. Для монтажу блискавко-приймачів стрижні із круглої, смугової, кутової, трубчастої сталі перетином не менш  $100 \text{ мм}^2$ , довжиною не менш 200 мм встановлюють вертикально, зміцнюючи їх на опорі або безпосередньо на самому захищаному будинку, або споруді; зі сталевого багатодротового оцинкованого троса не менш  $35 \text{ мм}^2$  (діаметр близько 7 мм), зміцнюють на опорах над захищеними будівлями, або спорудами; блискавкоприймальну сітку – зі сталевого дроту діаметром 6 мм укладають безпосередньо на неметалічну покрівлю будинку або під неспалений утеплювач. Залежно від категорії будинку по пристрою блискавкозахисної сітки застосовують із середніми розмірами 6 x 6; 3 x 12; 12 x 12; 6 x 24 м.

Блискавкоприймачем можуть бути також металева покрівля й інші металеві частини, що розміщені над будинком (спорудженням). Конструкції струмовідводів і заземлювачів у пристроях блискавкозахисту подібні до конструкцій заземлюючих провідників і заземлювачів у пристроях захисного заземлення електроустановок, тому вимоги до їхнього пристрою й прокладки, а також методи виробництва монтажних робіт аналогічні описаним вище.

**Для захисту підземних металевих споруд від корозії**, викликаній блукаючими струмами, застосовують поляризований дренаж. Захист забезпечує відвід блукаючих струмів від підземних металевих споруджень через дренажний пристрій у рейкову мережу або негативну шину тягової підстанції.

Поляризований електричний дренаж УЕДЗ-2 використовують, якщо потенціал підземного металевого спорудження стосовно рейкової мережі або до землі позитивна або знакозмінний і коли різниця потенціалів «підземне спорудження рейка» більше різниці потенціалів «підземне спорудження – земля».

УЕДЗ-2 встановлюють на стіні будинку, на стовпі, на металевих опорах або спеціальній стійці на висоті 1 – 1,5 м від землі. До дренажу повинен бути забезпечений доступ у будь-який час року. Дренажні кабелі підводять через отвори на дні корпусу.

Перетин дренажного кабелю ( $\text{мм}^2$ ) визначають по формулі:

$$S = \rho L j / (2 \cdot U_{\text{зах}} - 0,9 U_p)$$

де  $L$  – довжина дренажного кабелю, м;

$\rho$  – питомий електричний опір струмопровідного матеріалу кабелю (для міді 0,0175 Ом мм'/м; Для алюмінію 0,032 Ом мм /м);

$j$  – максимальний дренажний струм, А; ( $U_p$  — потенціал рейок у крапці дренажу до включення дренажу В;

$U$  – захисний потенціал підземного спорудження в крапці дренажу, В.

Кабель, що йде до металевої споруди, що захищає, підключають до клема зі знаком (-). Дренажний кабель прокладають у землі на глибині 0,5–0,7 м.

## Лекція №5

**Тема:** Область застосування КЛ, елементи конструкції силового кабелю, способи прокладки.

**Мета:** ознайомитися з конструкцією силового кабелю, з областю застосування КЛ, вивчити способи прокладки КЛ

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Область застосування КЛ та загальні вимоги до них.
- 2 Елементи конструкції силового кабелю та їх призначення.
- 3 Способи прокладки КЛ.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручники.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.



## ***1 Область застосування КЛ та загальні вимоги до них***

Промислове підприємство (цех), місто (мікрорайон), селище, що не мають своєї електростанції, потрібно приєднати до мереж енергосистеми з подальшим розподілом електроенергії. Електрична лінія, що виходить за межі електростанції або підстанції і призначена для передачі електричної енергії називається ***лінією електропередач***. Електричні мережі можуть бути виконані повітряними і кабельними лініями, шинопроводами і струмопроводами.

***Кабельна лінія електропередачі (КЛ)*** – лінія для передачі електроенергії, що складається з одного або декількох паралельних кабелів із з'єднувальними, стопорними та кінцевими муфтами (закладками) і кріпильними деталями.

Як правило, кабельні лінії прокладають у місцях, де ускладнено будівництво повітряних ліній (ПЛ) – у містах, селищах, на території промислових підприємств. Вони мають певні переваги перед ПЛ – закрыта прокладка, що забезпечує захист від атмосферних впливів (вітер, гроза, зледеніння), КЛ мають більшу надійність і безпеку в експлуатації. Тому, незважаючи на їх велику вартість і трудомісткість спорудження, кабельні лінії широко застосовують у мережах зовнішнього і внутрішнього електропостачання.

Область застосування силових кабелів залежно від ступеня впливу на них агресивної й пожежонебезпечної навколишньої середовища, що завдають механічних зусиль, а також способу прокладки кабельної мережі визначені «Єдиними технічними вказівками по вибору і застосуванню електричних кабелів». У них передбачене широке використання кабелів в алюмінієвій або пластмасовій оболонці замість кабелів у свинцевій оболонці. При цьому мається на увазі, що вибір кабелів визначається вимогами ПУЕ й що кабелі всіх марок можуть застосовуватися для живлення споживачів всіх категорій по ступеню надійності електропостачання споживачів.

При неможливості використання кабелів з алюмінієвою захисною оболонкою в особливих випадках (підводні лінії, у шахтах і т.п.) застосовують кабелі у свинцевій оболонці.

Трасу кабельної лінії вибирають із урахуванням найменшої витрати кабелю й забезпечення його від впливу механічних ушкоджень, корозії, вібрації, перегріву

й від ушкоджень сусідніх кабелів електричною дугою при виникненні короткого замикання на одному з кабелів. При цьому варто уникати перехрещувань їх, наприклад, між собою й із трубопроводами й виконувати таким чином, щоб у процесі монтажу й експлуатації було виключене виникнення в них небезпечних механічних напруг і ушкоджень. Для цього кабелі укладають із запасом по довжині, достатнім для компенсації можливих зсувів ґрунту й температурних деформацій як самих кабелів, так і конструкцій, по яких вони прокладені. Укласти запас кабелю у вигляді кілець (витків) не допускається.

Кабелі, прокладені горизонтально по конструкціях, стінах, перекриттях і інших місцях, жорстко закріплюють у кінцевих точках, безпосередньо в кінцевих заробках, по обидва боки вигинів як у сполучних, так і стопорних муфт, а прокладені вертикально по конструкціях і стінам закріплюють із таким розрахунком, щоб була відвернена деформація оболонок і не порушувалися сполуки жил у муфтах під дією власної маси кабелю.

По конструкціях неброньовані кабелі кладуть таким чином, щоб була виключена можливість механічного ушкодження оболонок кабелів; у місцях твердого кріплення оболонки цих кабелів охороняють від механічних і корозійних ушкоджень за допомогою еластичних прокладок.

На трасі кабельної лінії, прокладеної в незабудованій місцевості, установлюють розпізнавальні знаки. При цьому лінії, прокладені по орних землях, позначають знаками, установлюваними не рідше чим через 500 м, а також у місцях зміни напрямку траси. При більшій кількості кабелів їх варто прокладати в окремих траншеях з відстанню між групами кабелів не менш 0,5 м або в каналах, тунелях, по естакадах і в галереях.

Прокладку кабелів у тунелях, по естакадах і в галереях виконують при кількості силових кабелів, що йдуть в одному напрямку, більше 20. В умовах великої небезпеки, у місцях перетинання із залізничними коліями й проїздами, при ймовірності розливу металу кабелі прокладають у блоках.

Усередині будинків кабельні лінії прокладають безпосередньо по конструкціях будинків (як відкрито, так і в лотках, коробах або трубах), у каналах,

блоках, тунелях, трубах, прокладених в котлованах і перекриттях, а також по фундаментах машин, у шахтах, кабельних поверхах і подвійних підлогах.

На кабельних лініях, виконуваних кабелями з нормально просоченою паперовою ізоляцією й кабелями, просоченими не стікаючою масою, кабелі з'єднують за допомогою стопорно-перехідних муфт, якщо рівень прокладки кабелів з нормально просоченою ізоляцією вище рівня прокладки кабелів, просочених не стікаючою масою.

Кабельні лінії з металевими оболонками або бронєю, а також кабельні конструкції, на яких прокладають кабельні лінії, заземлюють або зануляють відповідно до вимог, які наведені в ПУЕ. При заземленні або звірофермі металевих оболонок силових кабелів оболонку або броню з'єднують гнучким мідним проведенням між собою й з корпусами муфт (кінцевих, сполучних і ін.).

Застосовувати заземлюючі або нульові захисні провідники із провідністю, більшої, ніж провідність оболонок кабелів, не потрібно, однак перетин у всіх випадках повинне бути не менш 6 мм . Якщо на опорі конструкції встановлені зовнішня кінцева муфта й комплект розрядників, то броню, металеву оболонку й муфту приєднують до заземлюючого пристрою розрядників. Використання як заземлюючого пристрою тільки металевих оболонок кабелів у цьому випадку не допускається.

## ***2 Елементи конструкції силового кабелю та їх призначення***

Силові кабелі складаються зі струмопровідних жил, ізоляції й захисних елементів (рисунок 5.1, а, б).

Струмопровідні жили характеризуються матеріалом, перетином і формою. При виборі матеріалів для виготовлення жив висувають певні вимоги, найважливішими з яких є можливо малий питомий опір, достатні механічна міцність і пластичність, стійкість проти корозії. Найбільше повно цим вимогам задовольняє мідь, що володіє високими електричними, тепловими й технологічними характеристиками, але яка є дефіцитним матеріалом. Тому найчастіше струмопровідні жили виконують із алюмінію. До недоліків алюмінію

відносять більш високий (у порівнянні з міддю) питомий опір, меншу пластичність і недостатню стійкість проти корозії.

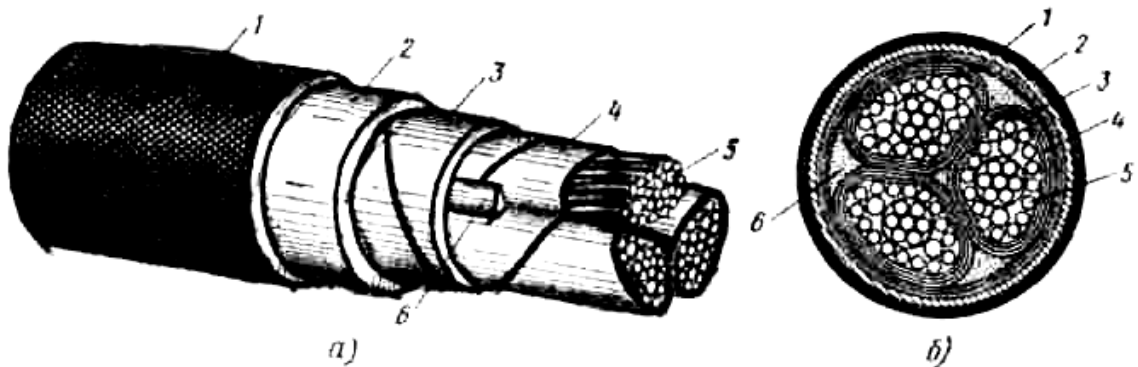


Рисунок 5.1 – Силовий трьохжильний кабель із паперовою просоченою ізоляцією

а – загальний вид, б – перетин; 1 – захисний кабельний покрив, 2 – кабельна оболонка, 3 – поясна ізоляція, 4 – ізоляція жили, 5 – струмопровідна жила, 6 – заповнювач

Струмопровідні жили залежно від призначення виготовляють однодротовими й юагатодротовими, що складаються із двох і більше скручених дротів круглої й фасонної форми. Якщо поперечний переріз жили або її поверхня, обмежена контуром, описаним біля поперечного переріза, має форму, відмінну від кола, таку жилу називають фасонною. Вона може мати форму сектора або сегмента із закругленими кутами або овальною формою.

Для забезпечення необхідної електричної міцності по відношенню друг до друга й заземленої оболонки (землі) жили кабелів ізолюють. Залежно від виконуваної функції ізольовані жили розділяють на основні й допоміжні (заземлення й контрольні). Жили заземлення служать для з'єднання металевих частин (не перебувають під робочою напругою) електротехнічного пристрою, до якого підключений кабель, з контуром захисного заземлення, а контрольні жили - для ланцюгів контролю й сигналізації.

Ізоляцію виготовляють із матеріалів, що є гарними діелектриками. Ізоляція жили буває суцільна, двошарова або багатшарова відповідно у вигляді суцільного

шару діелектрика (пластмаси, гуми), із двох шарів однорідних або різнорідних діелектриків, зі стрічок кабельного паперу. Поверх скручених (або нескручених) ізольованих жил може бути нанесена поясна ізоляція, що дозволяє при тій же електричній міцності кабелю зменшити його діаметр.

Гумова ізоляція має достатню гнучкість і практично негігроскопічна, однак піддана швидкому старінню під впливом світла й кисню, має низьку припустиму робочу температуру, що обмежує широке використання кабелів із цим видом ізоляції.

Пластмасова ізоляція знаходить все більше застосування. Розрізняють пластмасову ізоляцію з полівінілхлоридного пластикату, поліетилену і його спеціальних композицій.

Полівінілхлоридний пластикат являє собою суміш полівінілхлориду (смола, одержувана полімеризацією хлористого вінілу) із пластифікаторами, стабілізаторами, наповнювачами й іншими компонентами, що поліпшують його фізико-механічні властивості. Залежно від процентного вмісту компонентів одержують ізоляційний, шланговий й ізоляційно-шланговий полівінілхлоридний пластикат. Полівінілхлоридна ізоляція не поширює горіння, має стійкість до теплового старіння, дії води, лугів, розведених кислот й інших хімічно активних речовин, а також масел і бензину, має високі діелектричні характеристики у всьому діапазоні робочих температур.

Поліетилен являє собою високомолекулярне з'єднання лінійної будови, одержуване полімеризацією етилену. Поліетилен стійкий до дії кислот, лугів, масел, розчинів солей, але під дією сонячних променів і кисню повітря піддається старінню. У присутності деяких хімічних речовин, а також при тривалому згинанні й розтяганні поліетилен розтріскується. Істотним недоліком поліетилену є здатність до поширення горіння.

При додаванні деяких речовин одержують спеціальні композиції поліетилену: самогасаючий, вулканізуючий, вулканізуючий самогасаючий. Самогасаючий поліетилен не поширює горіння, вулканізуючий має високі термомеханічні й електричні характеристики, стійкістю до розтріскування, при цьому його влаго-, бензо- і маслостійкість не змінюються в порівнянні зі

звичайним поліетиленом. Вулканізуючий самозагасаючий поліетилен має властивості вулканізуючого поліетилену й не поширює горіння.

Просочена паперова ізоляція - це багатошарова ізоляція зі стрічок кабельного паперу й ізоляційного просочувального складу. Вона має високі діелектричні властивості, має тривалий термін служби й може використатися при високих робочих температурах. Просочена паперова ізоляція, вільна частина просоченого складу якої частково або повністю вилучена, називається обіднено-пропитаною ізоляцією. Паперова ізоляція може бути просочена також нестікаючим складом, що при довгостроково припустимих для кабелю робочих температурах не переміщається.

Ізольовані жили багатожильних кабелів скручують, заповнюючи проміжки між жилами елементами, названими заповнювачами, джгутами з паперових стрічок або кабельної пряжі, нитками з гуми або пластмаси відповідно матеріалу ізоляції.

Сукупність ізольованих жил утворює кабельний сердечник. Для захисту сердечника від зовнішніх впливів застосовують захисні елементи: кабельні екрани, оболонки й захисні покриви.

Кабельний екран служить для захисту зовнішніх ланцюгів від впливу електромагнітних полів струмів, що проходять по кабелю, і забезпечення симетрії електричного поля. У кабелях на напругу 6 й 10 кВ із пластмасовою й паперовою ізоляцією електропровідний екран накладають поверх поясної ізоляції, у кабелях на напругу 10-35 кВ із пластмасовою ізоляцією й на напругу 20 й 35 кВ із паперовою ізоляцією поверх струмопровідних жил й ізоляції. Для екранів по струмопровідній жилі й ізоляції в кабелях з паперовою ізоляцією застосовують кабельний напівпровідний папір (ущільнений папір із включенням у композицію сажі), металізований напівпровідний папір, поверх якої накладена алюмінієва або мідна фольга, кабельний або напівпровідний папір, склеєний зі звичайною або перфорованою алюмінієвою фольгою. Для екранів по струмопровідній жилі й ізоляції в кабелях із пластмасовою ізоляцією на напругу 10 кВ і вище використовують напівпровідні композиції, що відповідають матеріалу ізоляції.

У кабелях із пластмасовою ізоляцією й оболонкою поверх електропроводячого екрана накладають екран з мідних або алюмінієвих стрічок.

Кабельна оболонка призначена для захисту кабелю від вологи й інших зовнішніх впливів. Найпоширеніші металеві (свинцеві, алюмінієві, сталеві), гумові й пластмасові (полівінілхлоридні, поліетиленові) оболонки. Металеві й гумові оболонки абсолютно герметичні й не пропускають вологу, у пластмасові оболонки за певних умов волога може проникнути. Якщо ізоляція виконана з легко, що воложитьься матеріалу (наприклад, паперу), застосовують металеві оболонки. Для кабелів з гумовою й пластмасовою ізоляцією використовують оболонки зі шлангового полівінілхлоридного пластикату або поліетилену. Гумову оболонку виготовляють для кабелів з гумовою ізоляцією. В окремих конструкціях кабелів із пластмасовою й гумовою ізоляцією застосовують металеві оболонки.

Свинцеві оболонки мають достатню гнучкість і високу стійкість проти корозії, але недостатню механічну міцність. При впливі незначної вібрації, особливо при високих температурах, свинцеві оболонки руйнуються.

Алюмінієві оболонки мають високу механічну міцність. Достатня провідність алюмінію за певних умов забезпечує використання оболонки трьохжильного кабелю і якості нейтралі в чотирьохпровідній електричній мережі, а також екрана. Однак алюмінієві оболонки не мають достатню гнучкість, тому в окремих конструкціях кабелів їх гофрують. Через слабку корозійну стійкість алюмінію доводиться застосовувати поверх оболонок водонепроникні захисні кабельні покриття зі шлангового полівінілхлоридного пластикату або поліетилену.

Сталеві оболонки менш дефіцитні, чим оболонки з кольорових металів. Висока механічна міцність не вимагає застосування в конструкціях кабелю бронепокровів зі сталевих стрічок або дротів. Обов'язковими конструктивними елементами кабелів цього типу є гофрирування оболонок й їхнє покриття полівінілхлоридними або поліетиленовими шлангами.

В окремих конструкціях трьохжильних кабелів з паперовою просоченою ізоляцією (рисунок 5.2) кожену жилу покривають металевою оболонкою (свинцевою або алюмінієвою), що порозумівається наступної. Електричне поле змінної напруги в ізоляції трьохжильного кабелю з поясною ізоляцією

(рисунок 5.3, а) створює більшу напруженість, що діє уздовж шарів кабельного паперу. Електрична міцність ізоляції уздовж шарів паперу в кілька разів нижче, ніж у напрямку, перпендикулярному шарам. Зниженню електричної міцності також сприяє наявності пористого заповнювача між ізольованими жилами, у якому неминуче утворяться порожнечі й відбувається стогін ізоляційного просочувального складу.

Електричне поле змінної напруги в ізоляції кабелю з окремими металевими оболонками (рисунок 5.3, б) на кожній із трьох жил діє поперек шарів кабельного паперу й не поширюється за межі оболонки. Тому така конструкція кабелю надійніше, особливо при напрузі 20 й 35 кВ, де застосування кабелів з поясною ізоляцією не передбачено діючими стандартами й технічними умовами.

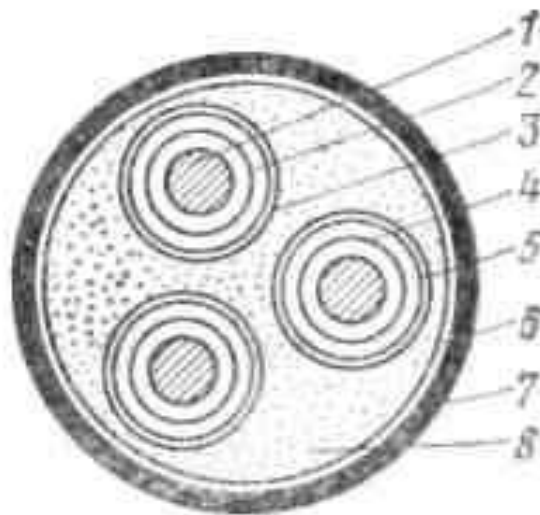


Рисунок 5.2 – Силовий трьохжильний кабель із паперовою просоченою ізоляцією з окремими металевими оболонками на кожній жилі

1 – струмопровідна жила, 2 – ізоляція жили, 3 – оболонка, 4 – екран по струмопровідній жилі, 5 – екран по ізоляції жили, 6 – кабельна броня, 7 – зовнішній кабельний покрив, 8 – заповнювач

Захисний кабельний покрив служить для додаткового захисту від зовнішніх впливів і складається з кабельної броні, подушки й зовнішнього покриву. Залежно



від умов роботи й матеріалу оболонки один або два з перерахованих елементів у конструкції кабелю може бути відсутнім.

Кабельна броня – це частина захисного покриття (або захисний покрив) з металевих стрічок або одного або декількох витків металевих дротів, призначена для захисту від зовнішніх механічних й електричних впливів, а в деяких випадках для сприйняття розтяжних зусиль (броня із дротів).

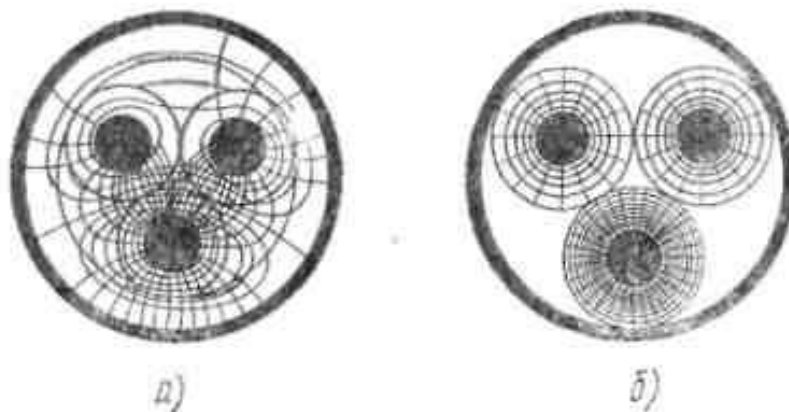


Рисунок 5.3 – Електричне поле змінної напруги в ізоляції силового трьохжильного кабелю

а - з поясною ізоляцією, б - з окремими металевими оболонками на кожній жилі

Кабельна подушка – це внутрішня частина захисного покриття, накладена під бронєю з метою запобігання, що перебуває під нею елемента (наприклад, оболонки) від корозії й механічних ушкоджень стрічками або дротами броні. Основними матеріалами при виготовленні подушок є крепірований папір, пластмасові стрічки (нитки) і бітумні склади.

Зовнішній кабельний покрив – це зовнішня частина захисного кабельного покриття, накладена поверх броні й призначена для захисту її від корозії й механічних впливів. Він може бути виготовлений з волокнистих матеріалів, просочених спеціальними захисними або негорючими складами, або захисного шланга випресованого із пластмаси або гуми.

### ***3 Способи прокладки КЛ***

Прокладка кабелю в траншеях. До початку робіт по риттю траншеї монтажна організація разом із представниками експлуатуючих і будівельної організацій обстежують запроєктовану для прокладки кабельної лінії трасу. При необхідності в проект і кошторис прокладки кабельної лінії проектна організація за узгодженням із представниками замовника вносить необхідні зміни.

Осьову лінію траншеї й вихідні точки для розбивки наносять на трасі відповідно до прив'язок і орієнтирам, зазначеним у плані. Ширина траншеї визначається кількістю й типом кабельних ліній, що прокладаються, припустимими відстанями між ними, а також технічними даними застосовуваного землерийного механізму. При ритті траншеї в слабких нестійких ґрунтах для попередження зсуву ґрунтів, утворення каверн і присадок ставлять кріплення. У землі прокладають броньовані й спеціальні кабелі із пластмасовою оболонкою. Траншеї риють по можливості прямолінійними. На всіх поворотах, перетинаннях і інших місцях траси розміри траншеї по глибині й ширині роблять такими, щоб можна було прокласти кабель із припустимим радіусом закруглення й витримати необхідні відстані між прокладається кабелем, що, і іншими спорудженнями в місцях зближення й перетинання. Дно траншеї вирівнюють, видаляють воду (якщо вона є), очищають від сміття й підсипають землю (шаром не менш 100 мм), не утримуючих каменів, будівельного сміття й шлаків.

У готовій траншеї кабель прокладають, розгортаючи його з барабана, встановленого на кабельному транспортері, автомобілі або трубоукладачі (рисунок 5.4), які переміщуються уздовж траншеї. На трасах з більшою кількістю перетинань із інженерними спорудженнями кабель розгортають лебідкою по роликах, а барабани з кабелем встановлюють на розгортальні домкрати вкінці траси. На іншому кінці траси встановлюють лебідку, а уздовж траси – розгортальні ролики.

Відразу після прокладки кабель засипають шаром дрібної землі (100 мм), утрамбовують, потім укладають червона цегла або залізобетонні плити товщиною 50 мм і траншею засипають. Кабелі, розташовані на глибині 1–1,2 м, можна не захищати від механічних ушкоджень, а для кабелів напругою до 1000 В захист виконують тільки в місцях імовірних механічних ушкоджень. При паралельній

прокладці в одній траншеї декількох кабелів відстань між ними (у світлі) повинне бути не менш 100 мм. Там, де нема можливості виконати переходи через дороги й інші інженерні спорудження у відкритих траншеях, переходи виконують за допомогою горизонтального проколу або буравлення ґрунту гвинтовими або гідравлічними домкратами різних конструкцій, установлюваними в котлованах у початковій точці проколу або буравлення ґрунту (рисунок 5.5).

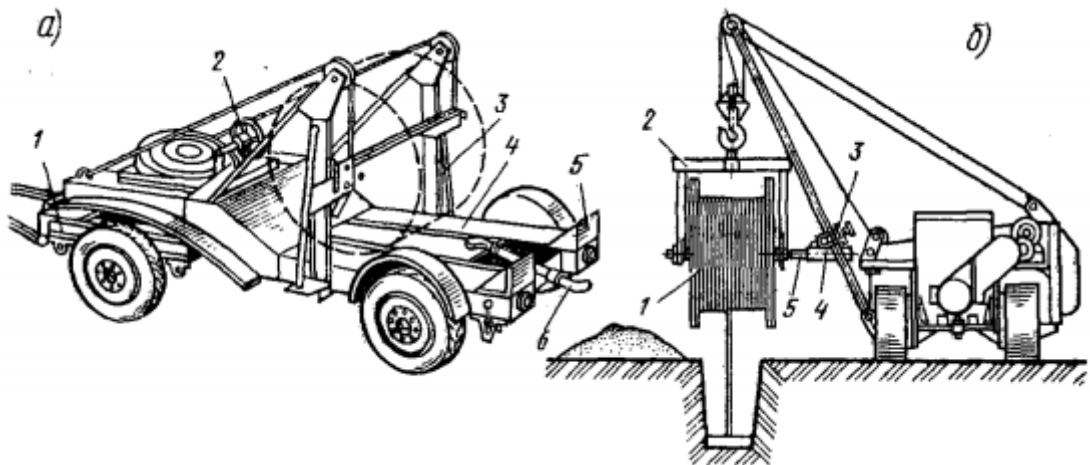


Рисунок 5.4 – Механізми для укладання кабелю в траншеї

а – кабельний транспортер: 1 – передній візок, 2 – ручне гальмо, 3 – стійка, 4 – платформа, 5 – відкидний трап, 6 – консоль; б – трубоукладач: 1 – барабан з кабелем, 2 – такелажна траверса, 3 – затискач, 4 – втулка-подовжувач, 5 – вісь траверси

Для уведення кабелю, що виходить із траншеї в будинок, у стіні задалегідь закладають відрізки сталевих або чавунних труб, розміщених на відстані друг від друга (у світлі) при горизонтальному розташуванні не менш 100 мм і при вертикальному не менш 250 мм. Труби беруть із внутрішнім діаметром, рівним 1,5–2 зовнішнім діаметрам кабелю. При такому діаметрі труб кабель легко простягається, і якщо буде потреба його легко перемінити. Кабель уводять у будинок із запасом по довжині 1,5–2 м на випадок, якщо буде потрібно заміна кінцевих муфт. Щоб у будинок по трубах не проникала вода, у місцях уведення кабелю викопують невеликий котлован – «прямок» і із зовнішньої сторони накладають гідроізоляцію.

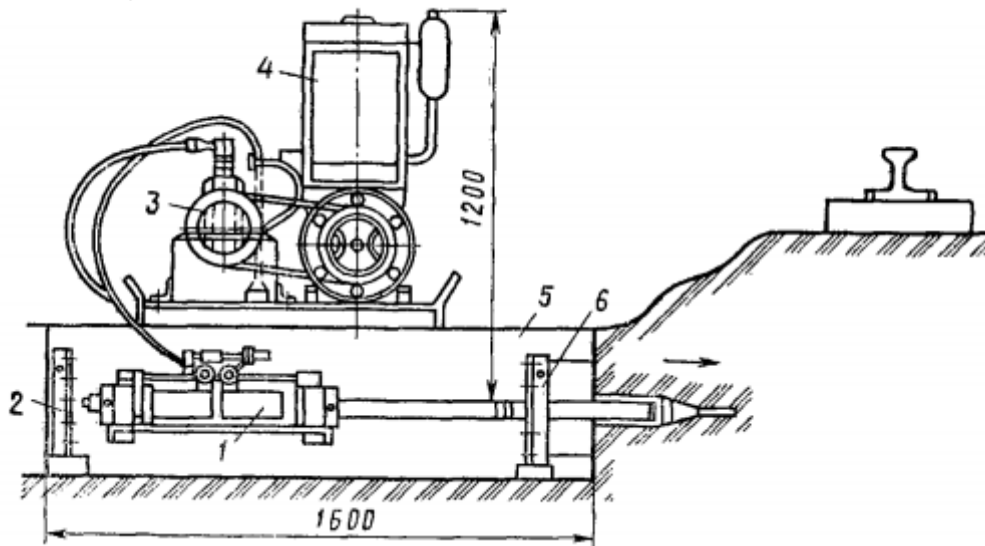


Рисунок 5.5 – Установка для проколювання ґрунту

1 – робочий циліндр гідравлічного пресу, 2 – упор, 3 – гідравлічний прес, 4 – бензиновий двигун, 5 – робочий котлован, 6 – направляючий пристрій

Безтраншейна прокладка кабелю в землі. Безтраншейна прокладку силового броньованого кабелю у свинцевій або алюмінієвій оболонці до 10 кВ роблять зі спеціальних самохідних або пересувних тягових механізмів кабелеукладачів. Вона застосовується на ділянках кабельних трас, віддалених від підземних інженерних споруджень.

Робота кабелеукладача заснована на принципі розклинення ґрунту й утворення в ньому щілини шириною 100 мм і глибиною до 1,2 м від рівня поверхні землі. У щілину, що утворилася, у міру просування кабелеукладача через прикріплену до ножа касету укладають кабель, що змотується з барабана, встановленого на кабелеукладачі або на кабельному транспортері. При цьому пристрій «постелі», присипка кабелю землею й механічним захистом кабелю не потрібні. Засипання кабелю проводиться ґрунтом, що розривається ножом кабелеукладача при його пересуванні (рисунок 5.6).

При прокладці кабелю мірною планкою заглиблення його в ґрунт контролюють через кожні 20-50 м. Якщо глибина закладення кабелю недостатня, то прокладку припиняють і продовжують тільки після усунення причин, що

викликали відхилення від норми. Відхилення глибини закладення кабелю від проектної допускається в межах 50 мм.

При прокладці враховують будівельну довжину кабелів на барабанах, щоб сполучні муфти перебували в місцях, зручних для монтажу й експлуатації, і не виявилися в заболочених місцях, ярах і т.п. Перед закінченням розмотування кабелю з одного барабана кінець його внахлест скріплюється з кінцем кабелю іншого барабана.

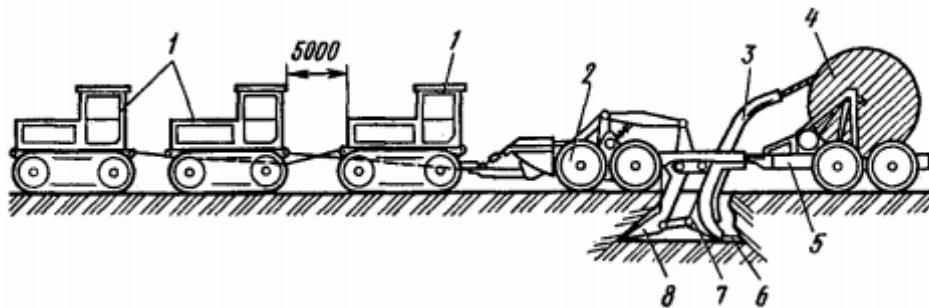


Рисунок 5.6 – Безтраншейна прокладка кабелю

1 – трактор, 2 – кабелеукладач, 3 – вхідний лоток касети, 4 – барабан, 5 – кабельний транспортер, 6 – кабель, 7 – касета по кабелю, 8 – ніж

Прокладка кабелів усередині будинків. Усередині приміщень прокладають тільки броньовані кабелі без зовнішнього горючого покриття й неброньовані кабелі з негорючою оболонкою. У приміщеннях з агресивним середовищем застосовують кабелі в оболонках, стійких до впливу цього середовища. Кабелі усередині будинків, у тому числі й у виробничих приміщеннях, прокладають безпосередньо по стінах, стелях, балках, фермам і іншим будівельним конструкціям або по попередньо встановленим на опорних поверхнях кабельним конструкціям або лоткам. У всіх випадках кабелі повинні бути доступні для огляду й ремонту при експлуатації.

У мережах напругою до 1000 В застосовують прокладку кабелю на тросах як усередині приміщень, так і зовні. У приміщеннях троси кріплять до колон уздовж або поперек будинку, а також між стінами. Поза приміщеннями трос звичайно натягають між стінами будинків. Як несучий трос застосовують сталеві канати, гарячекатану круглу сталь. Відстань між анкерними кріпленнями несучого троса приймають не більше 100 м, а між проміжними кріпленнями від 12 до 30 м

залежно від кількості й перетину жив кабелів, що підвішуються. Відстань між кріпленнями кабелю до несучого троса встановлюють 0,8–1 м.

Розкочування, підйом і укладання кабелів у підвішені до троса кабельні конструкції виконують із застосуванням механізмів і пристосувань.

Прокладка кабелю в тунелях. Для прокладки кабелю використовують тунелі круглого перетину із внутрішнім діаметром 2,6 м і тунелі прямокутного перетину іноді здвоєного типу. Для прокладки в тунелях застосовують кабелі з негорючими оболонками й захисними покриттями.

Контрольні кабелі розміщують тільки над або тільки під силовими кабелями й відокремлюють їхньою горизонтальною перегородкою. Допускається прокладати контрольні кабелі поруч із силовими кабелями з напругою до 1000 В.

Силові кабелі напругою до 1000 В прокладають над кабелями напругою понад 1000 В и відокремлюють їх горизонтальною опанувати перегородкою. Різні групи кабелів, а саме: робочі й резервні напругою понад 1000 В, прокладають на різних горизонтальних рівнях з відділенням їхніми перегородками.

Якщо кабель підлягає частковій прокладці в тунелі й часткової – у землі, то в таких випадках застосовують кабель із зовнішнім покриттям.

Кількість кабелів, що укладаються на полках і лотках, визначається їхнім типом і розміром, а також діаметром і масою кабелів, що укладаються. Прокладку кабелів у тунелях виконують механізованим способом із застосуванням тих або інших механізмів і пристосувань (мал. 3-6). У ряді випадків як тягнучий пристрій застосовують спеціальний електропривод.

Для розкочування кабелю на прямих ділянках траси встановлюють лінійні ролики на відстані від 3 до 7 м друг від друга залежно від маси кабелю й умов прокладки, а на поворотах траси-кутові ролики. Лінійні й кутові ролики закріплюють так, щоб при протяганні кабелю вони не зміщалися. Ролики повинні бути такої конструкції, що дозволяє легко зняти розкатаний кабель і перекласти його на відведене місце

у траншеї без демонтажу самого ролика. Радіус кривої кутових роликів повинен бути не менше радіуса вигину, припустимого для кабелю, що прокладається.

Канат лебідки розмотують по роликах уздовж траншеї й закріплюють до нього кінець кабелю, що розгортається. Канат кріплять до кабелів напругою до 35 кВ за жили або дровову панчошу. При кріпленні до жил торець оболонки кабелю підбивають навколо жили й обмотують їхньою смоляною стрічкою для запобігання влучення вологи.

Зусилля тяжіння кабелю напругою 10 кВ і вище рекомендується контролювати за допомогою динамометра або іншого контрольного пристрою, встановлюваного на лебідці. Коли зусилля тяжіння досягає встановленого граничного значення, контрольний пристрій повинне автоматично відчепити кабель від лебідки.

Прокладка кабелів у блоках. Для спорудження блоків застосовують двох- і трехканальні залізобетонні панелі, призначені для прокладки в сухою, вологих і насичених водою ґрунтах; асбоцементні труби для захити кабелів від блукаючих струмів; керамічні труби для захисту кабелів в агресивних і насичених водою ґрунтах (при необхідності й у сухих ґрунтах).

У місцях зміни напрямку траси або глибини закладення блоків, а також на прямолінійних ділянках великої довжини роблять кабельні колодязі. Відстані між сусідніми колодязями приймають максимальними з урахуванням будівельних довжин кабелів, зусиль тяжіння й умов прокладки.

Прокладка кабелів у каналах. Канали виконуються як усередині, так і поза будинку. Залежно від кількості кабелів, що прокладаються, їхнього призначення, напруги й потужності кабелів застосовують різні типи каналів і способи укладання в них кабелів. Кабелі в каналах укладають як безпосередньо по дну каналу, так і на кабельних конструкціях, встановлених по стінках каналів. При цьому по дну каналу кабелі укладають тільки в каналах глибиною не більше 0.9 м. Укладання здійснюють із застосуванням розгортальних роликів і тягнучих електроприводів. Поза будинками канали поверх знімних плит засипають шаром землі. На території, доступної тільки для обслуговуючого персоналу, засипання не обов'язкове. Канали в розподільних пристроях і виробничих приміщеннях перекривають знімними опанувати плитами, в електромашинних приміщеннях – рифленими залізними плитами, у приміщеннях щитів керування з паркетними підлогами, у каналах яких

прокладені тільки контрольні кабелі, – дерев'яними щитами з паркетом або дерев'яними плитами. Не слід засипати піском канали, у яких прокладені силові кабелі.

Для підвищення продуктивності праці й поліпшення якості робіт кабельні лінії невеликої довжини виконують по попередніх вимірах траси їхньої прокладки з урахуванням монтажу кінцевих заробок або муфт, а також сполучних муфт у майстернях.



## Лекція №6

**Тема:** Підготовчі і будівельно-монтажні роботи. Розкатка, з'єднання, кріплення проводів

**Мета:** ознайомитися з підготовчими та будівельно-монтажними роботами, з методами та способами розкатки, з'єднання, кріплення проводів.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

1 Загальні вимоги до ПЛ, підготовчі та будівельно-монтажні роботи.

2 Розкатка проводів.

3 З'єднання проводів та тросів.

4 Кріплення проводів.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручники.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Загальні вимоги до ПЛ, підготовчі та будівельно-монтажні роботи***

*Повітряною лінією електропередачі (ПЛ)* називають пристрій для передачі електроенергії по проводам, розташованим на відкритому повітрі й прикріпленим за допомогою ізоляторів і арматури до опор або кронштейнів і стійкам на інженерних спорудженнях (мостах, шляхопроводах і т.п.).

За початок і кінець ВЛ приймають лінійні портали або лінійні уведення розподільних пристроїв, а для відгалужень – відгалужувальну опору й лінійний портал розподільного пристрою. По робочій напрузі їх ділять на ВЛ до 1 кВ і ВЛ понад 1 кВ.

Для різної місцевості до ВЛ пред'являються різні вимоги з погляду надійності кріплення проводів і захисних тросів, відстаней від землі й навколишніх предметів і т.п. Відповідно до ПУЕ місцевість розділяють на населену, ненаселену, важкодоступну й забудовану. Смугу місцевості, по якій проходить ВЛ, називають *трасою лінії*.

Проводи й захисні троси через ізолятори або гірлянди ізоляторів підвішують на опорах: проміжних, кутових, анкерних, кінцевих, транспозиційних, посилених (проти вітрових і опор більших переходів). Їх виконують вільностоячими або з відтягненнями-дерев'яними, залізобетонними або металевими, одноланцюговими, двохцепними й т.п. (рисунок 6.1).

На ПЛ застосовують наступні види ізоляторів:

- *штирові ізолятори* застосовують на ВЛ напругою до 35 кВ;
- *підвісні ізолятори* застосовують на ВЛ напругою 35 кВ і вище, а також на ВЛ напругою 6—10 кВ, якщо потрібні ізолятори підвищеної механічної міцності (наприклад, на більших переходах, на анкерних опорах з важкими проводами).

На ВЛ напругою понад 35 кВ підвісні ізолятори за допомогою зчіпних арматур комплектують у гірлянди.

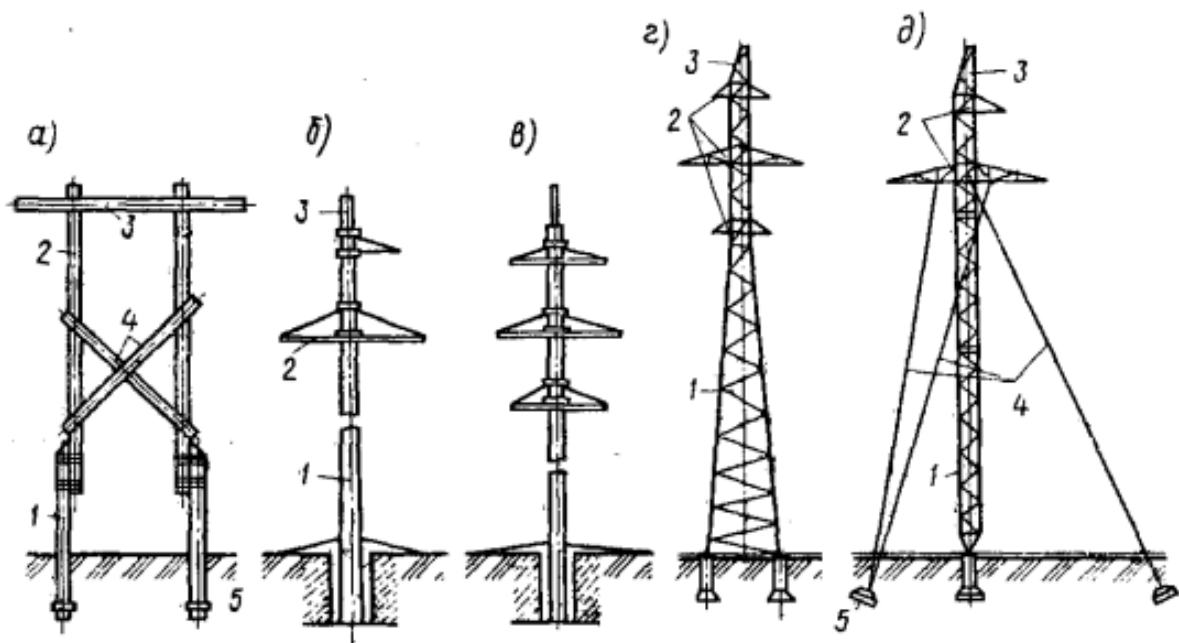


Рисунок 6.1 – Типи проміжних опор

а – П-подібна дерев'яна опора ПЛ напругою 35-110 кВ: 1 – пасинок, 2 – стійка, 3 – траверса, 4 – розкоси, 5 – ригель; б – з/б опора ПЛ напругою 35-220 кВ: 1 – стійка, 2 – траверса, 3 – тросостійка; в – з/б двох цепна опора ПЛ напругою 35-110 кВ; г, д – двох цепна та одно цепна металева опора: 1 – ствол, 2 – траверса, 3 – тросостійка, 4 – відтяжка, 5 – анкерна плита

Для ізоляції проводів і тросів від землі й кріплення їх до опор служать ізолятори, виготовлені з порцеляни й скла. Залежно від способу кріплення на опорі ізолятори розділяють на штирові, які кріплять на гаках або штирях, і підвісні, які збирають у гірлянди й кріплять до опори за допомогою спеціальних арматур.

Комплекс робіт зі спорудження ВЛ містить у собі підготовчі, будівельні, монтажні й пусканалагоджувальні роботи й здачу лінії в експлуатацію.

Така технологія будівництва ВЛ забезпечує високу продуктивність праці, знижує вартість і скорочує строки спорудження лінії. Порушення технології веде до зайвих витрат і затримує провадження робіт.

Кожний вид робіт (технологічну операцію) по спорудженню ВЛ виконують послідовно на певних ділянках траси ВЛ, називаних ділянками *фронту робіт*. Фронт робіт повинен бути не менш довжини анкерного прольоту, щоб такі важливі роботи, як підйом і натягування проводів, могли бути повністю закінчені.

У міру спорудження лінії електропередачі фронт робіт переміщається разом із працюючою на ній спеціалізованою бригадою або ланкою робітників. Багаторічна практика будівництва ліній електропередачі виявила найбільш доцільну організацію ведення робіт, що одержала назву *потокowego методу*. При організації будівництва ВЛ поточковим методом кожний вид робіт доручають спеціалізованому прорабському пункту або спеціалізованій бригаді робітників. Трасу лінії розбивають на кілька ділянок фронту робіт. Спочатку на першій ділянці приступає до роботи один прорабський пункт (звичайно по підготовці траси). По закінченні його роботи на першій ділянці роботу починає другий прорабський пункт (наприклад, по транспортуванню матеріалів), а прорабський пункт по підготовці траси переходить на наступну ділянку фронту робіт. Потім включається в роботу прорабський пункт по спорудженню фундаментів і т.д. У міру виконання робіт прорабські пункти послідовно переміщуються по трасі ВЛ із однієї ділянки на іншій.

При малому об'ємі або незначному фронті робіт спорудження лінії електропередачі або її окремої ділянки виконують *комплексним методом*. Комплексний метод полягає у виконанні всіх технологічних операцій одною комплексною бригадою. Цим методом виконують супутні й спеціальні роботи, з малим терміном із графіком робіт основного потоку. Так, окремій комплексній бригаді може бути доручений пристрій великого переходу через водну перешкоду або залізницю, перенос лінії зв'язку, що заважає будівництву. Для виконання робіт у розпорядження бригади виділяють необхідні машини й механізми.

У підготовчий період будівництва ПЛ забезпечують безперебійне й раціонально організоване виконання робіт із установки фундаментів, установці опор і натягці проводів. До підготовчого відносять наступні роботи: улаштування під'їздів до траси ВЛ і тимчасових полігонів для виготовлення й складання дерев'яних опор, рубання просіки й очищення траси від пнів і чагарнику, розміщення замовлень на виготовлення деталей, комплектацію матеріалів, устаткування, механізмів, інструмента, пристосувань, комплектацію бригад, складання графіків провадження робіт.

Роботи безпосередньо на трасі починають із приймання від проектної організації й замовника виробничого пікетажу траси ПЛ, тобто з розмітки розташування всіх опор на місцевості. Потім прорубують просіку (якщо ПЛ або окремі її ділянки проходять по лісисту місцевості). Ширину просіки між кронами дерев у лісових масивах і зелених насадженнях приймають залежно від висоти дерев, напруги ПЛ, рельєфу місцевості.

Усі дерева, що перебувають усередині границь просіки, вирубують так, щоб висота пня була не більше їхнього діаметра. Для проїзду транспорту й механізмів по середині просіки на ширині не менш 2,5 м дерева вирубують урівень із землею. Узимку при рубанні лісу сніг навколо кожного дерева розчищають до рівня землі. Деревину, одержувану при рубанні дерев, сортують, обробляють і укладають у штабелі уздовж просіки; суки складають у купи для вивозу.

Основні будівельно-монтажні роботи при спорудженні ВЛ містять у собі виготовлення дерев'яних опор, розвезення опор або деталей опор по трасі, розбивку місць риття котлованів під опори, риття котлованів, складання й установку опор, розвезення проводів і інших матеріалів по трасі, монтаж проводів і захисного заземлення, установку трубчастих розрядників і плакатів, фазування, нумерацію опор і ін.

Арматури й ізолятори перед вивезенням на трасу ретельно перевіряють, комплектують для кожної опори, у майстернях збирають у гірлянди й доставляють у контейнерах на трасу. Кількість ізоляторів у гірлянді монтують залежно від напруги лінії й типу ізоляторів. Так, для ВЛ напругою 110 кВ необхідно сім ізоляторів, для ВЛ 35 кВ – три ізолятори.

Схема підвіски гірлянди на опорах представлена на рисунку 6.2. Якщо механічна міцність одиночної гірлянди виявляється недостатньою, застосовують подвійні гірлянди.

Складні металеві й залізобетонні опори розвозять (розібравши попередньо їх на транспортабельні вузли) по пікетах, де їх збирають і встановлюють. У високогірні й важкодоступні райони опори доставляють на пікети й встановлюють за допомогою вертольотів.

Для підйому й установки опори кран установлюють у котловані на відстані 3-4 м від осі траси, а опору в зібраному виді укладають над котлованом або фундаментом з таким розрахунком, щоб центр ваги її перебував над центром котловану. Потім опору піднімають до вертикального положення й опускають «пасинками» або стійками в котлован або на фундамент. Опору встановлюють так, щоб осі траверс опори були розташовані перпендикулярно осі траси; при цьому перевіряють, щоб вісь опори була строго вертикальна й збігалася з віссю траси; потім засипають котлован ґрунтом або закріплюють опору на фундаменті. Тільки після цього знімають стропи, кран звільняють і переводять для установки наступної опори. У твердих вузлах опори захоплюють такелажними тросами, причому в стійок залізобетонних опор захоплення роблять у двох місцях.

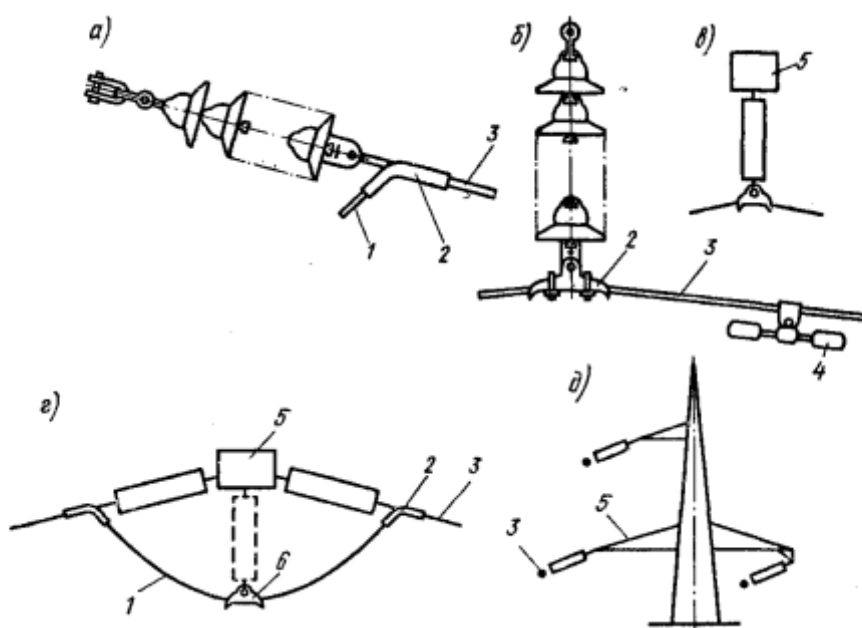


Рисунок 6.2 – Кріплення до опор гірлянд

а – натяжна гірлянда, б – підтримуюча гірлянда, гірлянди на опорах, в – проміжна, г – анкерно-кутова, д – проміжна-кутова, 1 – петля проводу, 2 – натяжний затискач, 3 – провід, 4 – гаситель вібрації, 5 – траверса опори, 6 – підтримуючий затискач

Важкі й складні опори ВЛ напругою 110 кВ установлюють за допомогою кранів з використанням тракторів як тяговий механізм або з падаючою стрілою. До ПЛ напругою 110 кВ і вище в будь-який час року забезпечується під'їзд на можливо близьку відстань, але не далі чим на 0,5 км від траси ПЛ.

## ***2 Розкатка проводів***

Після завершення всіх підготовчих робіт і огляду підготовленої до монтажу траси приступають безпосередньо до розкочування проводів. Як правило, розкочування виконують двома способами: з нерушливих розгортальних пристроїв, установлених на початку монтуємого ділянки, або за допомогою рушливих розгортальних пристроїв (візків, саней, кабельних транспортерів і т.п.), що перемішаються по трасі тяговим механізмом.

Перший спосіб (рисунок 6.3) не вимагає виготовлення спеціальних пересувних розгортальних пристосувань (візків, транспортерів і ін.); він придатний при будь-якому рельєфі місцевості, порівняно зручний при монтажі проводів на опорах порталного типу з відтягненнями, коли проведення при розкочуванні необхідно заводити усередину опори. Однак під час переміщення по землі можливі ушкодження оцинкування троса й сталевих проводів, а також верхніх витків алюмінієвих проводів.

Цей спосіб застосовують при монтажі коротких ліній, а також на ділянках, де при розкочуванні проводів можливість їхнього ушкодження малоімовірна (при гарному сніжному або трав'яному покриві). Розкочування цим способом сполучають із підйомом проводів і тросів на проміжні опори. На опорах проводи й троси закладають у розгортальні ролики, які кріплять до траверс опор або гірляндам ізоляторів замість підтримуючих затискачів.

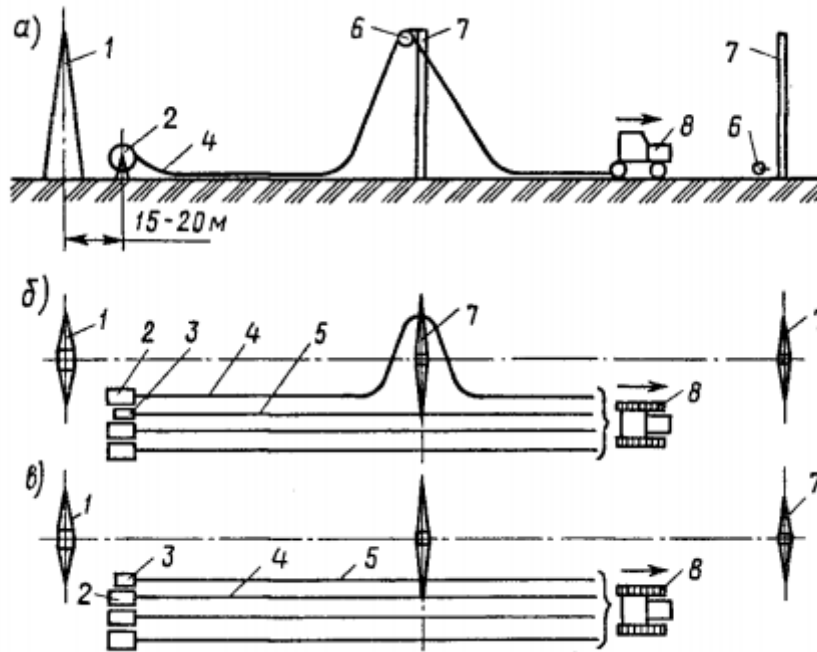


Рисунок 6.3 – Способи розклатки проводів з нерухомих розклатувальних пристроїв

А – схемарозклатки проводу, б, в – розклатка проводу на одно- та двохцепній ПЛ напругою 110 та 220 кВ; 1 – анкерна опора, 2 – барабан з приводом, 3 – барабан з тросом, 4 – провод, 5 – трос, 6 – розклатувальний ролик, 7 – проміжна опора, 8 – трактор

При другому способі (рисунок 6.4) один кінець проводу закріплюють на початку траси, а барабан установлюють на тягову размотуючу машину. Тяговий механізм (звичайно трактор) переміщає візок з барабаном по трасі, і проведення плавно сходить із барабана, не волочачись по ґрунті, що майже повністю гарантує його схоронність. Цим способом можна виконувати розкочування, не піднімаючи проведення на опори, що дозволяє повніше використовувати механізми. Висока продуктивність і гарні технічні показники дозволяють широко застосовувати цей спосіб розкочування проводів.



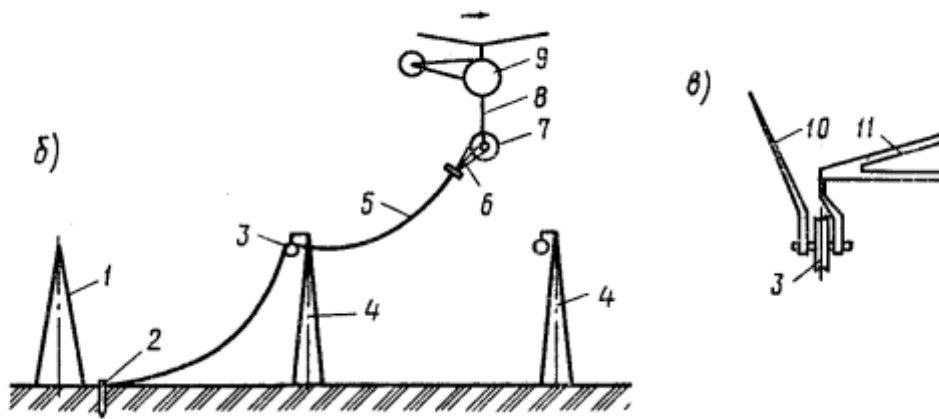


Рисунок 6.4 – Спосіб розкатки проводів з гвинтокрилу

1 – анкерна опора, 2 – якір, 3 – відкритий розкотувальний ролик, 4 – проміжна опора, 5 – розкочуємий провід, 6 – розкотувальна рама з напрямляючим пристроєм, 7 – барабан з приводом, 8 – зовнішня підвіска вертольоту, 9 – вертольот, 10 – уловлювач розкотувального ролика, 11 – траверса проміжної опори

Незалежно від способу розмотування проведення або троса з барабана розкочування доцільніше робити одночасно декількох проводів (залежно від типу опор) одним механізмом, у тому числі й трьох проводів разом із грозозахисним тросом. При будівництві ПЛ, особливо у важкодоступній місцевості, для розкочування проводів застосовують вертольоти (рисунок 6.4).

### ***3 З'єднання проводів та тросів***

Одночасно з розкочуванням роблять з'єднання проводів і тросів, а також ремонт виявлених на них ушкоджень. З'єднання й ремонт проводів є найбільш відповідальними операціями в комплексі монтажних робіт, тому що від якості їхнього виконання залежать експлуатаційні показники споруджуємої лінії.

Для надійної електричної й механічної сполуки проводів алюмінієві дроти проводів і внутрішню поверхню алюмінієвої частини з'єднувача ретельно очищають від плівки окису (оксиду) алюмінію, що має великий електричний опір. З огляду на здатність алюмінію швидко окислятися, підготовку проводів і з'єднувача, а також сполука проводів необхідно виконувати швидко.

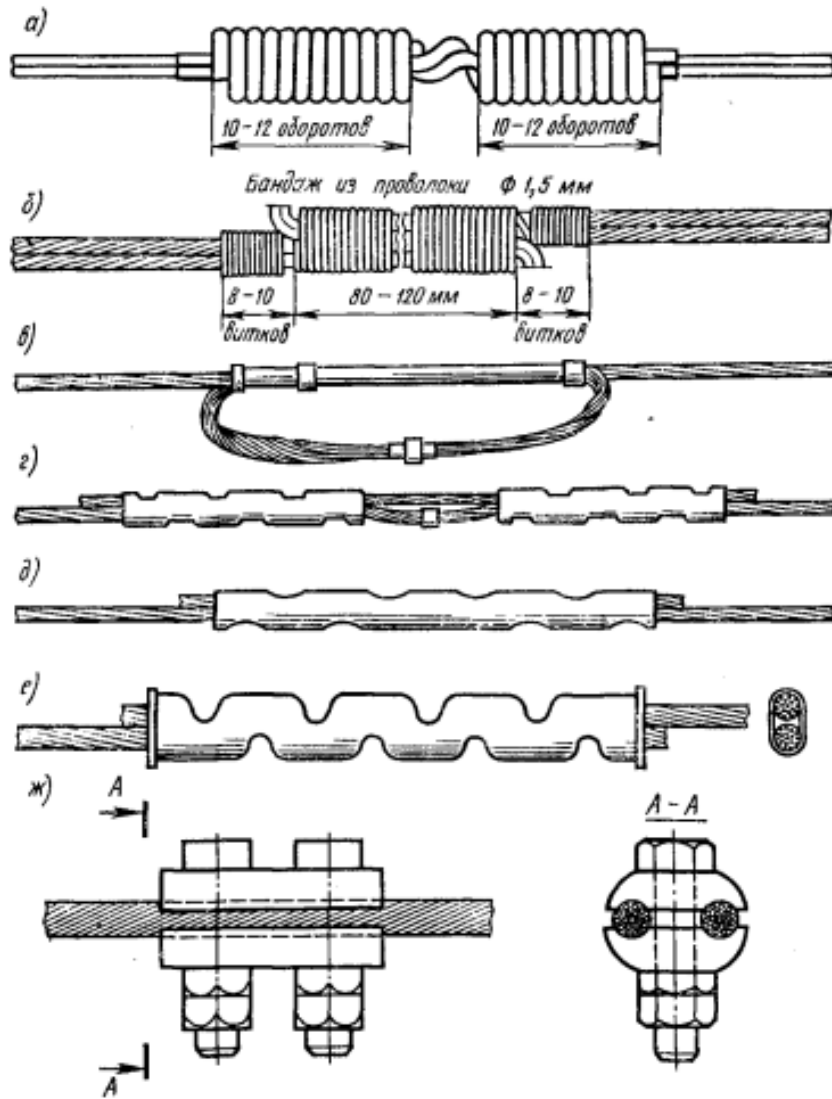


Рисунок 6.5 – З'єднання проводів ПЛ

а – скруткою, б – бандажуванням в нахлест, в – опресуванням в гільзі та зварюванням в петлі, г – опресуванням проводу з шунтом в овальному з'єднувачі, д – зварюванням встик з опресуванням в гільзі, е – опресуванням внахлест в гільзі, ж – болтовим затискачем

Алюмінієві й сталюалюмінієві проведення з'єднують за допомогою термітного зварювання з додатковою установкою овальних з'єднувачів для розвантаження звареної сполуки від механічних напруг, якщо сполука проводів зроблена в прольоті. Сталеві багатодотові проводи з'єднують за допомогою овальних з'єднувачів шляхом їхнього обтиснення спеціальними кліщами, сталеві однодотові проведення зварюють електрозварюванням або за допомогою

термітних патронів. На рисунку 6.5 показані способи сполуки проводів ПЛ у прольоті.

При монтажі проводів на анкерних і транспозиційних опорах петлі застосовують як нероз'ємні (без розрізування проводів), так і рознімні, якщо при експлуатації необхідно мати сполуку рознімним. Такі сполуки виконують за допомогою пресувальних затисків типу ПАС або плашечних затискачів. Залежно від числа ушкоджених дротів застосовують короткі й довгі затискачі. Якщо число обірваних дротів перевищує допускаєме нормами, ділянка проводу замінюється новим.

#### ***4 Кріплення проводів***

Після закінчення робіт з розкочування, з'єднання й ремонту на ділянці ПЛ, обмеженому анкерними або кутовими опорами, проводи й трос піднімають і натягають. Напрямок натягу повинне збігатися з напрямком траси. Якщо через рельєф місцевості ця умова виконати важко, то натяжку роблять через додаткові відвідні ролики.

Натяг проводів і тросів звичайно виконується трактором. Необхідне значення натягу контролюється по розміру стріли прогину проведення або троса. Стрілу прогину проводів установлюють безпосереднім візуванням.

Після того як відрегульовані стріли прогину, проведення кріплять до ізоляторів спочатку на анкерних, а потім на проміжних опорах. Величина стріли прогину після закріплення проведення на анкерних опорах не повинна відрізнятись від проектної більше чим на  $\pm 5\%$ , а відстань проводів і тросів відносно один одного не повинні відрізнятись більш ніж на 10% від проектних відстаней між ними.

На дерев'яних опорах рекомендується насамперед візувати стрілу прогину середнього проведення. Якщо на опорі важко встановити візирний знак (наприклад, при монтажі переходів), візування роблять за допомогою теодолітів.

На анкерних і кутових опорах проводи кріплять за допомогою натяжних затисків (рисунок 6.6). Грозозахисні троси кріплять на опорах так, як це показано на рисунку 6.7. Проводи й грозозахисні троси на проміжних опорах, як правило,

лежать у розкотувальних роликах. Тому після натяжки на проміжних опорах необхідно перекласти їх у підтримуючі затиски.

Сильний вітер може викликати колювання проведення у вигляді нерушливих вертикальних хвиль, розташованих рівномірно по довжині проведення. Така вібрація викликає ушкодження проводів у місцях кріплення. Для гасіння вібрації на проведення в їхнього виходу із затисків одночасно з перекладкою проводів установлюють гасителі вібрації. Перекладка проводів проводиться без опускання й з опусканням їх на землю. Троси перекладають без опускання на землю; застосовують різні методи перекладення троса й проводу. Перевага віддається перекладці без опускання проводів на землю, тому що опори звичайно встановлюють із закріпленими на них гірляндами ізоляторів.

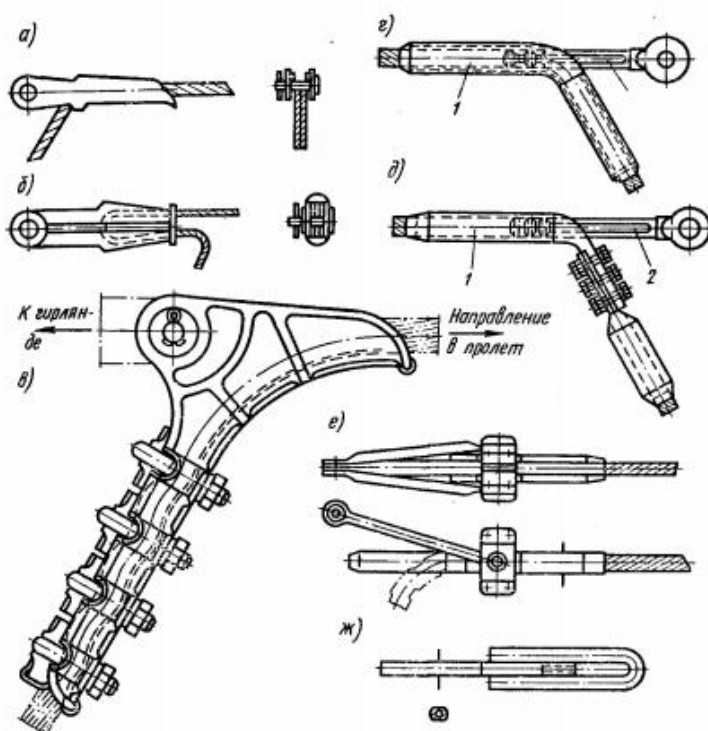


Рисунок 6.6 – Натяжні затискачі

а – натяжний клиновий затискач для мідних проводів, б – клинкоуш для сталевих проводів, в – натяжний болтовий затискач, г – натяжний пресувальний затискач, д – натяжний пресувальний роз’ємний затискач, е – натяжний пресувальний затискач, що не потребує розмикання проводів, ж – натяжний пресуємий затискач для сталевих тросів, 1 – корпус, 2 – сталевий анкер

Монтаж проводів у прольотах, що перетинають інженерні споруди (дороги, повітряні лінії електропередачі, лінії зв'язку), виконують залежно від місцевих умов з відключенням пересічних ліній і припиненням руху по дорогах, каналам або без відключення й припинення руху. Якщо перехід монтують без відключення напруги на пересічних лініях або без припинення руху по дорогах і каналам, то споруджують захист переходу у вигляді тимчасових стійок, на які укладають провід, що розмотується, не стосуючись пересічних ПЛ і не перешкоджаючи руху транспорту.

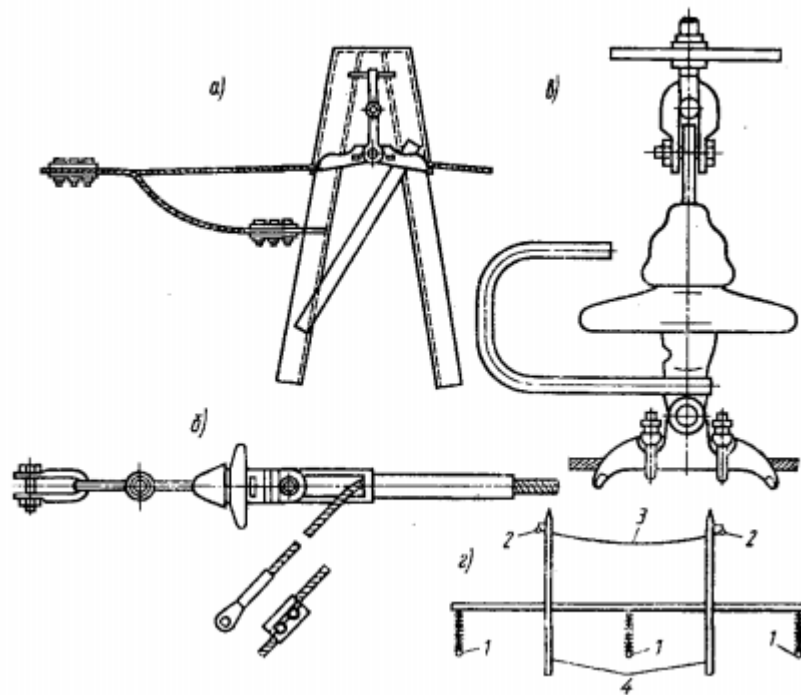


Рисунок 6.7 – Кріплення блискавкозахисного тросу на опорах

А – на проміжних металевих та з/б опорах ліній 35-110 кВ, б – на анкерних металевих опорах через ізолятор з глухим заземленням, в – на проміжних опорах через ізолятор із заземленням за допомогою дугового проміжку на лініях напругою 220-500 кВ, г – на дерев'яних опорах, 1 – провода, 2 – троси, 3 – перемичка між блискавкозахисними тросами, 4 – спуски

Терміни монтажу переходів дуже короткі, тому важливо, щоб організація робіт була добре продумана. Відстань між проводами, а також від проводів до опор і навколишніх споруд визначають за даними проекту відповідно до вимог ПУЕ.

## **Лекція №7**

**Тема:** Загальні вимоги, послідовність робіт при монтажу ТП. Монтаж комплектних розподільчих пристроїв (КТП)

**Мета:** Ознайомитися із загальними питаннями монтажу електроустановок ТП та КТП.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1 Загальні вимоги до монтажу ТП.
- 2 Послідовність робіт при монтажу ТП.
- 3 Монтаж КТП.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### **Література:**

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація і ремонт електрооборудування промислових підприємств і установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Загальні вимоги до монтажу ТП*

Підстанції (ПС) є важливою ланкою системи електропостачання промислових підприємств. Вони служать для приймання, перетворення й розподілу електроенергії. Залежно від потужності й призначення підстанції поділяють на вузлові розподільні підстанції (ВРП) напругою 110—500 кВ; головні понижувальні підстанції (ГПП) 110–220/6–10–35 кВ; підстанції глибоких вводів (ПГВ) 110–330/6–10 кВ; розподільні підстанції (РП) 6–10 кВ; цехові трансформаторні підстанції (ТП) 6–10/0,38–0,66 кВ. На ГПП трансформується енергія, одержувана від джерела харчування, з напругою 110–220 кВ звичайно на напругу 6–10 кВ (іноді 35 кВ), на якому відбувається розподіл енергії по підстанціях підприємства й харчування електроприймачів високої напруги; ВРП одержують енергію від енергосистем і розподіляють її (без трансформації або із частковою трансформацією) по повітряних і кабельних лініях глибоких вводів напругою 110–220 кВ по території підприємства.

Вузлова розподільна підстанція (ВРП) відрізняється від ГПП більшою потужністю, а також тим, що основна її потужність при підведеній напрузі 110–220 кВ; вона виконується по спрощених схемах комутації на первинній напрузі; одержує живлення від енергосистеми або ВРП даного підприємства й призначена для електропостачання окремого об'єкта або району. Цехові підстанції малої й середньої потужності трансформують енергію з напруги 6–10 кВ на вторинну напругу 380/220 В або 660/380 В.

Підвищувальні трансформаторні підстанції застосовуються на електростанціях для трансформування електроенергії, виробленої генераторами, на більш високу напругу, при якому енергію можна передавати із найменшими втратами. Перетворювальні підстанції служать для перетворення змінного струму в постійний (іноді й навпаки), а також для перетворення енергії однієї частоти в іншу. Розподільні підстанції 6–10 кВ живляться в основному від ГПП (іноді від ВРП). При системі ділення підстанцій 110–220 кВ функції РП виконують розподільчі установки 6–10 кВ.

Залежно від розміщення підстанцій їх розподільче устаткування поділяють на відкрите (ВРУ) або закриті (ЗРУ). Живильні, які на підстанціях 6–10 кВ

переважно кабельні, а на підстанціях 35–220 кВ в основному повітряні. Особлива увага звертається при спорудженні й монтажі підстанцій на надійність і економічність електропостачання підприємства.

Монтаж підстанції проводиться індустріальними методами із застосуванням великоблочного устаткування і монтажних вузлів і заготовок, заздалегідь виготовлених. Підстанції, як правило, виконують для роботи без постійної присутності на них чергового персоналу, із застосуванням найпростіших устаткувань автоматики й сигналізації.

При виконанні будівельної частини підстанції доцільно застосовувати полегшені індустріальні конструкції й елементи (панелі, настили й т.п.) із гнутих профілів. Ці елементи заздалегідь виготовляють поза монтажною зоною, і на місці роблять тільки їх збірку. Це значно скорочує строки й зменшує вартість будівництва.

Основні рішення по схемах підстанції ухвалюються при проектуванні електропостачання підприємства з урахуванням перспектив його розвитку. Підстанції мають ввід високої напруги, трансформатори, кабельні лінії або струмопроводи нижчої (вторинної) напруги. Число можливих комбінацій устаткування й елементів досить велике. При розробці схем підстанцій прагнуть до максимального спрощення й застосування мінімуму комутаційних апаратів. Такі підстанції надійніші й більш економічні. Спрощенню схем сприяє застосування автоматики, що дозволяє швидко й безпомилково здійснювати резервування окремих елементів і електроприймачів.

При проектуванні трансформаторних підстанцій промислових підприємств усіх напруг беруть до уваги наступні основні положення:

- переважне застосування однієї системи шин і застосування двох систем шин лише при необхідності забезпечення надійного й економічного електропостачання;

- широке застосування «блокових схем» і «безшинних підстанцій»;

- обґрунтоване застосування автоматики й телемеханіки;



- якщо при спорудженні підстанцій не передбачається автоматизація або механізація, то схема з'єднань будується таким чином, щоб надалі ці заходи можливо було здійснити без значних витрат і переробок;

- застосування простих і дешевих апаратів – відокремлювачів, короткозамикачів, вимикачів навантаження, запобіжників з обліком їх комутаційної здатності в деяких випадках значно зменшує потреба в дорогих і дефіцитних масляних, вакуумних, електромагнітних і повітряних вимикачах. Схеми з'єднання підстанцій і РП виконують таким чином, щоб живлення електроприймачів кожного технологічного процесу проводилося від окремих трансформаторів, ліній, і при можливості відключення їх одночасно з механізмами без порушення роботи сусідніх технологічних процесів.

При розробці схем з'єднання підстанції дуже важливо правильно вибрати й установити комутаційні апарати (вимикачі, роз'єднувачі, струмообмежувальні апарати, реактори, розрядники, запобіжники високої напруги). При цьому виходять із призначення підстанції, її потужності й відповідальності.

## ***2 Послідовність робіт при монтажу ТП***

Підготовка монтажу підстанцій (ПС) і розподільних устаткувань (РУ) включає цілий ряд технічних і організаційних заходів, до яких належать: складання проекту проведення робіт (ППР) або прив'язка типового ППР; приймання приміщення підстанції від будівельної організації для виробництва монтажу; приймання від замовника підлягаючих монтажу електроустаткування, апаратів, приладів і кабельної продукції; заготовка й складання в майстерних монтажних заготовок вузлів і блоків ошиновки, заземлення, електропроводок, трубних заготовок, щитів і щитків, а також виготовлення нестандартних кріпильних і опорних конструкцій і деталей; комплектація в контейнери необхідних для монтажу матеріалів, виробів і конструкцій для транспортування на підстанцію.

Підготовку монтажу ПС і РУ починають із розгляду робітниками креслення проекту, перевіряючи їх відповідність вимогам індустриального монтажу й передової технології робіт; при цьому перевіряють наявність будівельних завдань на канали, ніші, отвори для шин і апаратів прохідного типу; на монтажні прорізи й

заставні пристосування для такелажних робіт і на устаткування заземлювачів. Перевіряють також наявність креслень або ескізів на монтажні вузли й блоки (ошиновки, заземлення, освітлення й ін.), а при відсутності їх – можливість угруповання різних апаратів і устаткування в укрупнені блоки.

При прийманні приміщення ПС від будівельної організації перевіряють відповідність будівельної частини проекту й СНІП, її готовність до монтажу електроустаткування, наявність монтажних отворів, закладних деталей для кріплення електроустаткування й виробництва такелажних робіт, перевіряють ширину проходів, відстані від устаткування до стін і огороження, а також інші габаритні розміри й відстані, регламентовані ПУЕ.

Монтаж ПС виконують у дві стадії:

- у процесі спорудження приміщення ПС, одночасно з будівельними роботами;
- після завершення основних будівельних і опоряджувальних робіт і приймання по акту приміщення під монтаж.

На першій стадії виконують усі підготовчі й заготівельні монтажні роботи: у майстернях, поза зоною монтажу – комплектування електроконструкцій, вузлів і блоків; безпосередньо на об'єкті – установки опорних конструкцій, деталей для монтажу щитків, панелей, апаратів; монтаж внутрішньої мережі, заземлення й підготовка траси для загального освітлення; установка кабельних конструкцій у камерах і труб для введення кабелів.

При правильній організації робіт опорні конструкції або закладні деталі встановлюють при спорудженні будинку, який виключає трудомісткі пробивні роботи. Для кріплення апаратів і збірних конструкцій застосовують металеві й пластмасові дюбелі. Окремі опорні деталі, настановні вироби, коробки закріплюють методом приклеювання. Продуктивним є метод забивання дюбелів пістолетом, так як кріплення проводиться за одну операцію, без підготовки отворів.

Друга стадія проводиться після закінчення підготовчих робіт і приймання приміщення під монтаж – це установка комплектних розподільних устаткувань, щитів, пультів і силового трансформатора; монтаж блоку ошиновки

трансформатора; прокладка силових і контрольних кабелів, мережі освітлення по підготовчих трасах, обробку й приєднання кабелів і проводів.

Монтаж підстанції виконується комплексною або спеціалізованими бригадами. Комплексна бригада здійснює повний монтаж ПС і складається зі спеціалізованих ланок – по установці й регулюванню електроустаткування, по ошиновці, по монтажу вторинних ланцюгів, а також з електромонтажників, які опанували суміжними спеціальностями, щоб бригада могла повністю здійснити весь комплекс робіт. Така форма організації роботи відповідає бригадному підряду і є досить прогресивною. Спеціалізовані бригади виконують лише окремі види робіт. Така форма організації роботи менш прогресивна.

Одним з передових методів роботи й підвищення рівня механізації при виробництві електромонтажних робіт є створення комплексних і спеціалізованих бригад, оснащених майстернями на автомобілях. Пересувні спеціалізовані майстерні створюють для різних видів електромонтажних робіт, у тому числі й для монтажу електроустаткування підстанцій.

Впровадження механізованих бригад, оснащених спеціальними автомобілями й пересувними майстернями, забезпечує ріст продуктивності роботи й підвищення культури виробництва.

Кожна майстерня має необхідні монтажні інструменти, прилади для проведення робіт на підстанціях – зварювальний трансформатор, перетворювач частоти, напівавтомат ранцевий ПРМ-4, засоби для вкручування електродів заземлення, ножиці декількох типів, інструмент для опресування наконечників, домкрат, мегомметр, інвентарні стропа, індивідуальні й бригадний набір інструментів підстанціонника й ін.

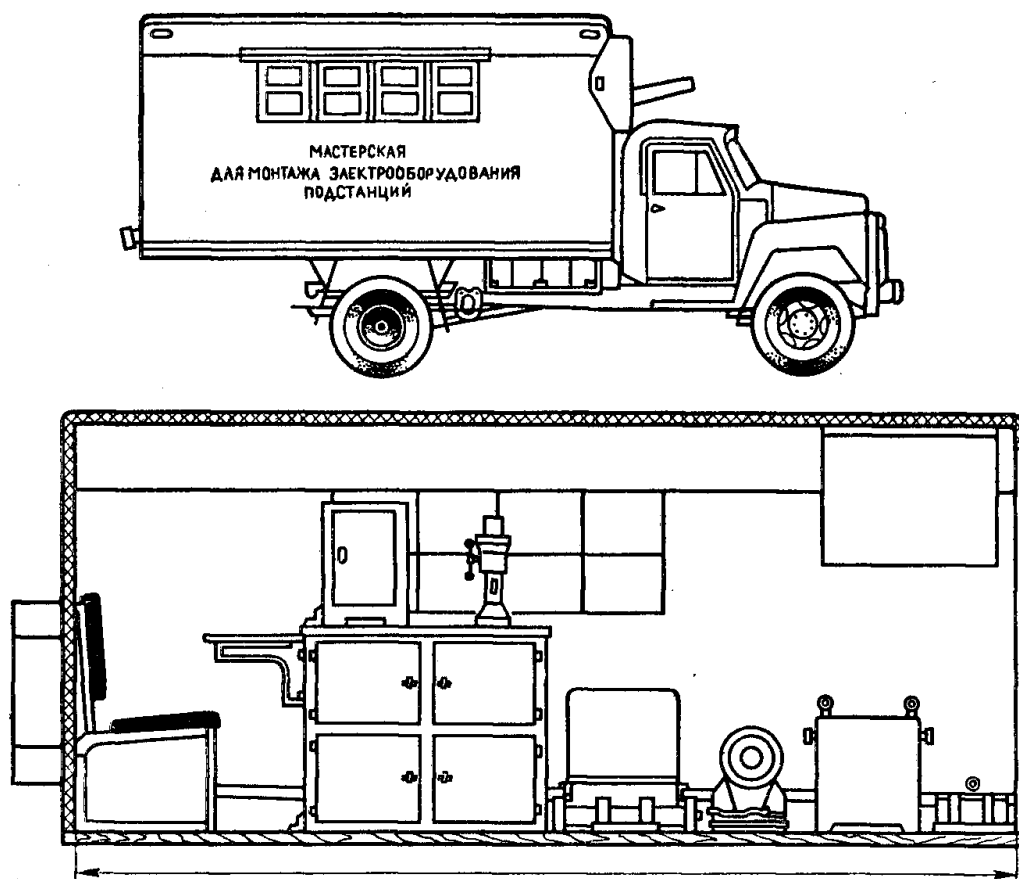


Рисунок 7.1 – Пересувна майстерня типу МЕА на автомобілі для монтажу підстанцій

Пересувні майстерні й спеціальні автомобілі, обладнані радіозв'язком, дозволяють здійснити оперативний зв'язок із бригадами (рисунок 7.1).

### ***3 Монтаж КТП***

Комплектні трансформаторні підстанції ( КТП). Ці устаткування розділяють по методу установки в них апаратів і приладів на два типи: КСО (камера комплектна, стаціонарна, однобічного обслуговування), у яких апарати високої напруги, приводи до них і прилади встановлені стаціонарно, без висувних елементів; КРУ (комплектне розподільче устаткування), у яких відповідне електроустаткування змонтоване на викатному візку, з висувними елементами. Крім того, за умовами обслуговування КРУ бувають однобічного обслуговування з фасадної сторони й двостороннього обслуговування, які мають доступ по обидва боки.

Розподільне устаткування виготовляють і комплектують із окремих шаф (рисунок 7.2), повністю укомплектованих апаратами первинних цілей, приладами й апаратами захисту, виміру, обліку й сигналізації, ошинуванням й проводками вторинних ланцюгів у межах кожної шафи окремо. Шафи КРУ складаються із трьох основних частин: корпусу, викатного візка й релейної камери (шафи). Вони відрізняються друг від друга габаритами, деякими конструктивними особливостями, типами апаратури, яка вбудовується, і технічними характеристиками. Шафа розділена сталевими перегородками на відсіки: шинний, викатного візка, трансформаторів струму з кабельними закладками, верхніх контактів роз'єднувачів. Візки викочуються із шафи при необхідності огляду або ревізії апаратури.

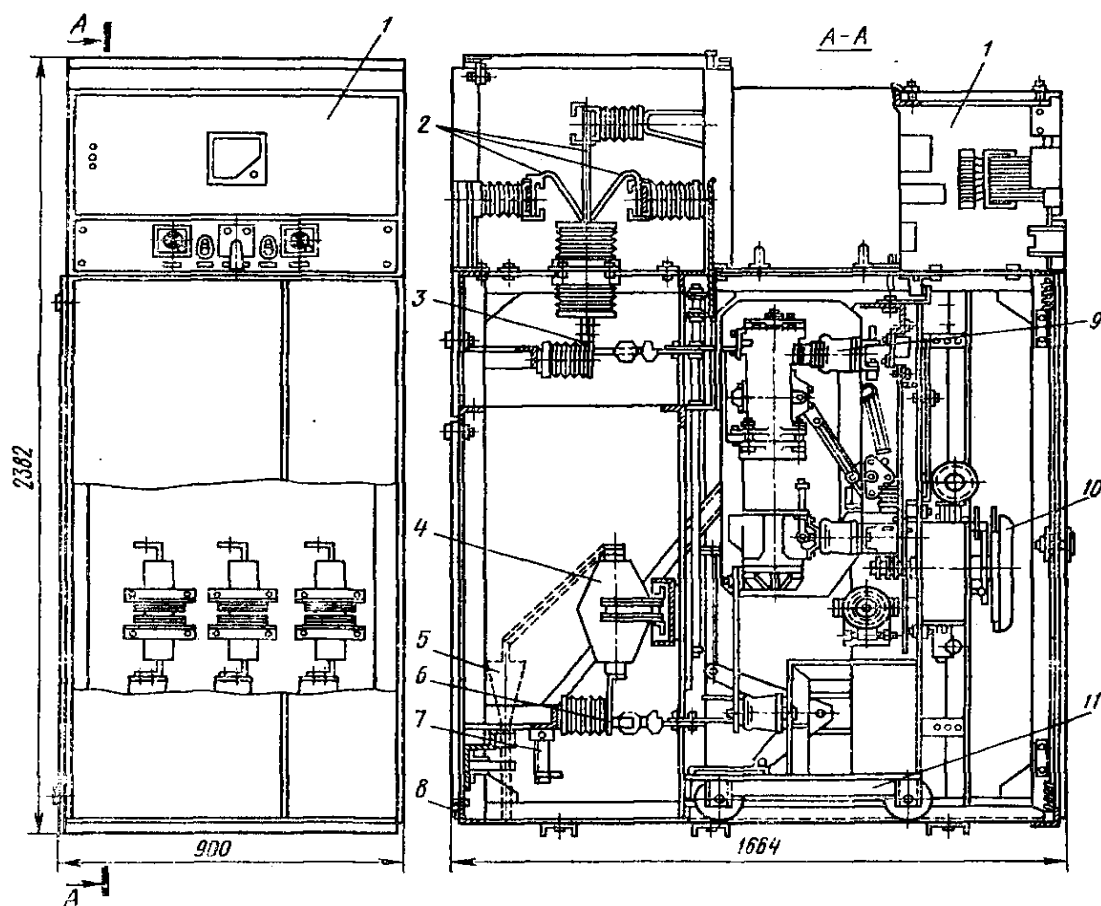


Рисунок 7.2 – Шафа типу КРУ-2 з вимикачем ВМП-10

1 – релейна шафа; 2 – збірні шини; 3 – верхні ножі роз'єднувача; 4 – трансформатори струму; 5 – кінцеві кабельні заробки; 6 – нижні ножі роз'єднувача; 7 – заземлювач; 8 – болти для заземлення; 9 – вимикач; 10 – привід; 11 – висувна комірکا.

У нижній частині відсіку є рейки для напрямку візка при його переміщенні у шафі. Відсік трансформаторів струму й кінцевих кабельних муфт відділений від відсіку візка знімною кришкою й шторками, які відкриваються при вкатуванні візка в шафу й закриваються при викатуванні візка із шафи.

Камера стаціонарна (КСО) ділиться на три відсіки листовою сталлю або асбестоцементними плитами, у яких відповідно розміщені: збірні шини й шинний роз'єднувач – у верхньому, масляний вимикач й трансформатори струму – в середньому, лінійний роз'єднувач й кабельні закладання нижнього відсіку. Каркас камери зварений з гнutoї листової і рідше з кутової сталі.

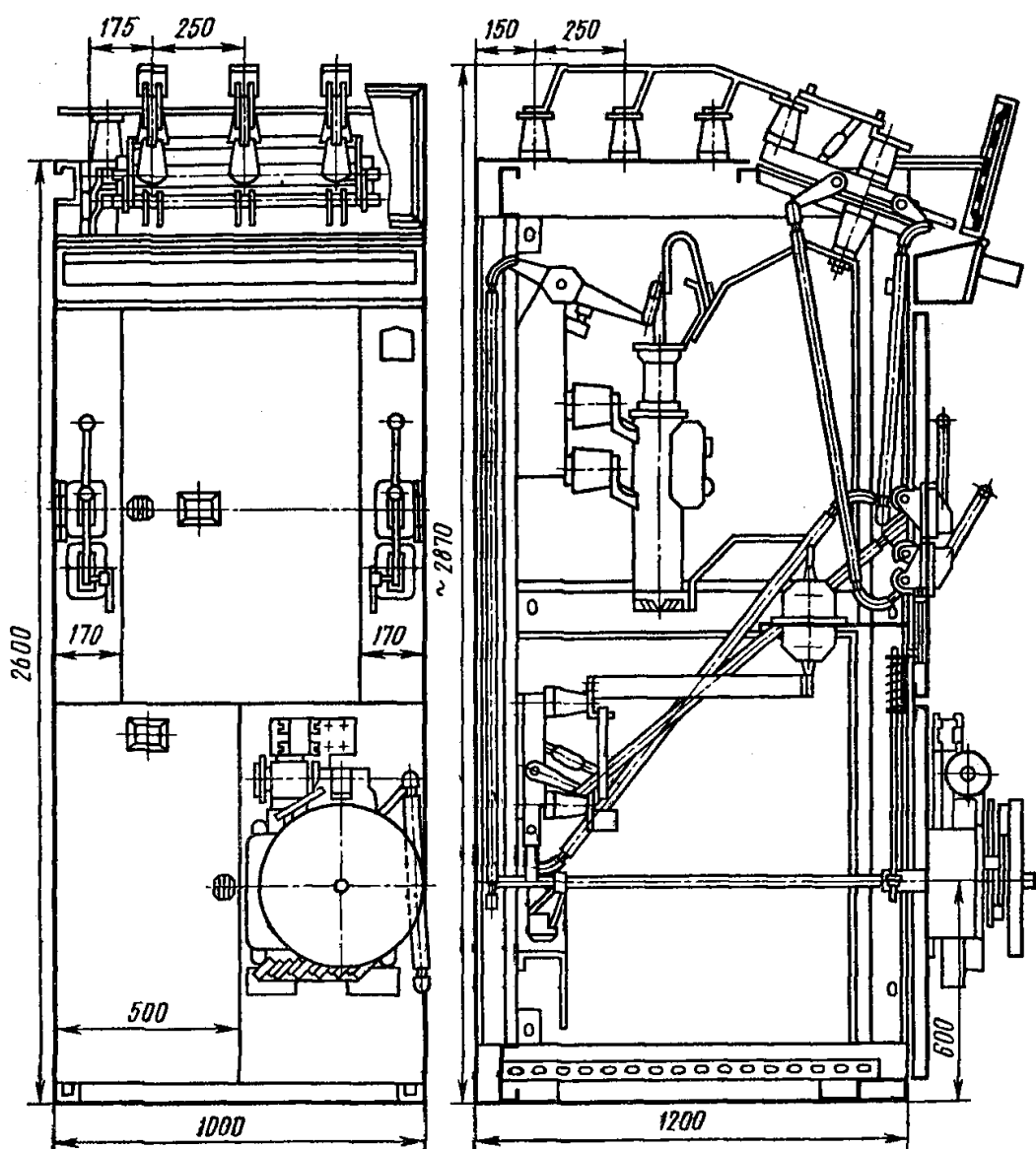


Рисунок 7.3 – Комплектна камера розподільного пристрою КСО-272

На фасаді камери закріплено дві двері – верхня й нижня, на які монтують приводи вимикачів і роз'єднувачів. Апаратуру вимірювання, захисту й керування

розміщують на верхніх дверях, на яких встановлена сітчаста огорожа для внутрішнього огляду камери без зняття напруги. Згори камери проходить освітлювальний карниз, який є одночасно освітлювальним та коробом для контрольних кабелів.

Безпека обслуговування й дотримання послідовності операцій забезпечуються устаткуванням у камерах відповідного механічного блокування. Камери КСО зі змонтованими в них вимикачами навантаження замість масляних вимикачів мають зовсім інше конструктивне виконання. Типове позначення цих камер КСО-366, камери з масляними вимикачами мають позначення КСО-272 (рисунок 7.3). Ці камери на відміну від камер, які раніше виготовлялися, КСО-266 випускають за схемою із двома заземлюючими ножами на шинному й лінійному роз'єднувачах. У них підвищена безпека обслуговування, покращений доступ до устаткування камери.

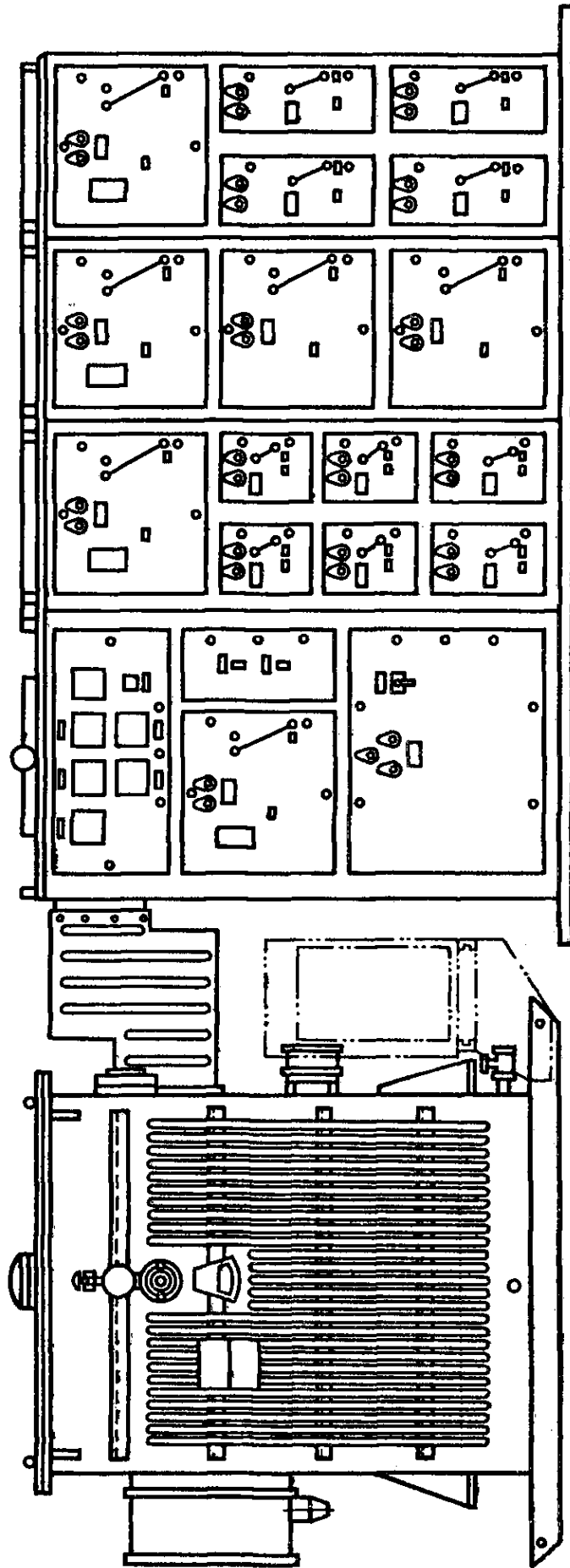


Рисунок 7.4 – Комплектна трансформаторна підстанція



Комплектні трансформаторні підстанції (рисунок 7.4). Комплектна підстанція внутрішньої (КТП) і зовнішньої (КТПН) установок складається із блоку введення високої напруги 6–10 кВ, силового трансформатора (одного або двох) і комплектного РУ низької напруги 0,4 кВ із передбаченої проектом захисно-комутаційної апаратури, приладами вимірювання, сигналізації й обліку електроенергії.

Подальшим технічним прогресом в області індустріалізації будівництва й монтажу комплексних трансформаторних устаткувань є об'ємні підстанції (ПС) напругою 6–10 кВ (рисунок 7.5), які знаходять усе більше застосування.

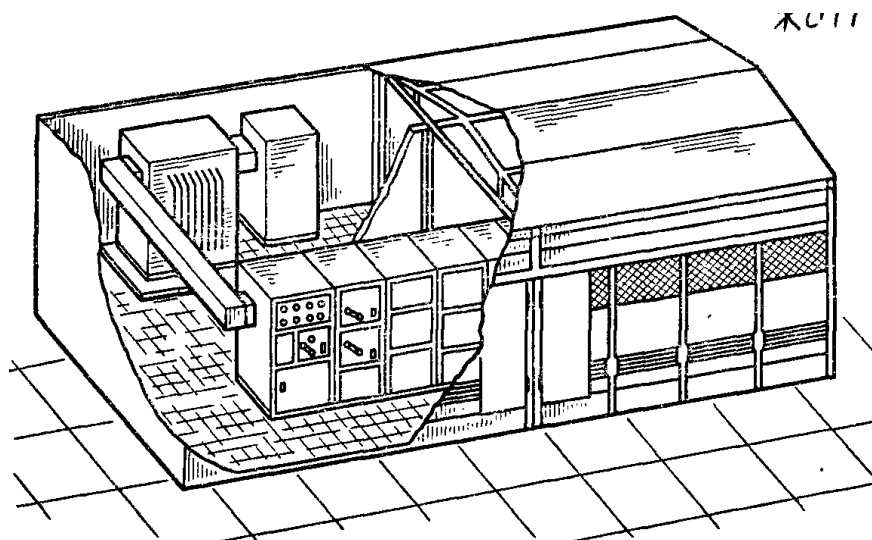


Рисунок 7.5 – Змонтована трансформаторна підстанція потужністю 630-1000 кВА в об'ємному виконанні

Ці ПС разом з будівельною частиною виготовляють на заводі. Там же роблять ревізію й налагодження змонтованого електроустаткування. Підстанція доставляється на трейлері на об'єкт монтажу й встановлюється краном на заздалегідь підготовлений майданчик або фундамент. Для пуску таких ПС необхідно лише приєднати зовнішні кабельні або повітряні лінії.

Поруч із об'ємними трансформаторними підстанціями із залізобетонних панелей широко застосовують ПС із металевим каркасом, обшитим сталевим оцинкованим гофрованим аркушем. Таку ПС виготовляють поза будівельним

майданчиком (на заводі або в монтажних майстернях); у ній монтують усе електроустаткування, крім трансформаторів. Об'ємна металева ПС коштує дешевше й менш матеріалоемна.

Монтаж КРУ й КТП. При монтажі комплектних устаткувань виконуються наступні операції: доставка блоків устаткування на місце розпаковування; установка на заставні підстави; встановлення їх положення по вертикалі й по однолінійності положення всіх блоків, які утворюють ряд; стягування їх болтами між собою; приварку до підстави; електричне з'єднання блоків одного з іншим; з'єднання збірних шин; приєднання кабелів; ревізія й остаточне регулювання апаратів. При сучасному індустріальному монтажі ПС і РУ основними операціями є доставка зібраних блоків на місце монтажу, перевезення усередині приміщення, підйом і установка.

КРУ й КТП монтують у приміщеннях, де повністю закінчені всі основні будівельні роботи. До початку монтажу перевіряють правильність устаткувань заставних підстав під камери КРУ, КСО й КТП. Заставні підстави встановлюють за рівнем і точно по проекту. Несучі поверхні обох швелерів повинні бути в одній строго горизонтальній площині й виступати із чистої підлоги на 10 мм. Не менш чому у двох місцях швелери приєднують до контуру заземлення смуговою сталлю 40 x 4 мм.

Блоки КРУ, КСО й КТП на місце монтажу доставляють за допомогою кранів і автомобільного або залізничного транспорту без проміжного розвантаження. Шафи й камери монтують у такий спосіб: із шаф КРУ викочують візок; встановлюють крайню шафу або камеру КСО й після перевірки правильності установки по вертикалі й горизонталі приступають до установки, примикають до неї наступну шафу або камеру. Перевірені шафи й камери скріплюють між собою болтами, але так, щоб при цьому не з'явилися перекося. Закріплюють шафи й камери зварюванням до заставних металевих конструкцій і приступають до монтажу збірних шин РУ. Після установки збірних шин усієї секції виконують затягування болтів у контактних з'єднаннях. При цьому виконують прокладку магістральних шин вторинних ланцюгів; приєднують силові й контрольні кабелі й вкочують візка в шафи КРУ, перевіряючи збіг контактів візка низької напруги з

контактами, установленими на релейній шафі; збіг контактів електричних з'єднувачів високої напруги, які заземлюють контактів візка з контактами заземлення корпусу, а також роботу шторок (шторки повинні підніматися й опускатися без перекосів і заїдань) і дія механічного блокування.

При монтажі КТП і КТПН з'єднують виводи трансформатора з РУ, установлюють автомати, монтують заземлення. З'єднання шин виконують в основному за допомогою зажимних плит, контактну поверхню шин не можна зачищати сталевими щітками й наждаковим папером щоб уникнути ушкодження наявного на ній протикорозійного покриття. Для очищення контактної поверхні її протирають чистою тканиною, змоченої в бензині. Блоки встановлюють по черзі, попередньо знявши спеціальні заглушки, які закривають виступаючі кінці шин, і піднімальні скоби з опорних швелерів.

Висувні автоматичні вимикачі низької напруги перевіряють на збіг вертикальних і горизонтальних осей стичних контактів і ножів, а також динамометром визначають зусилля натискання. Крім того, перевіряють збіг осей симетрії рухомих і нерухомих допоміжних контактів. Для вкатування й викатування автоматичних вимикачів застосовують спеціальне устаткування, яке поставляється заводом. Монтаж завершується перевіркою придатності проводок і приладів, надійності кріплення болтових з'єднань, електричної ізоляції, приєднань кабелів високої напруги, що відходять ліній до трансформаторів.

Випробування устаткування РУ. Електроустаткування РУ після монтажу проходить необхідні випробування й налагодження, після чого його здають по акту в експлуатацію. При здачі комісії пред'являють перелік відхилень від проекту, робочі креслення з нанесенням на них змін, акти схованих робіт, протоколи сушіння, ревізії, формування батарей, принципові схеми, а також протоколи випробувань і налагодження електроустаткування із вказівкою виправлень, зроблених у процесі налагодження. Змонтоване електроустаткування РУ пред'являють до здачі після усунення дефектів і недоробку, виявлених у процесі попередніх оглядів. При прийманні закінчених електромонтажних робіт комісія перевіряє відповідність їх проекту й вимогам ПУЕ й СНІП.

## Лекція №8

**Тема:** Підготовчі роботи. Технологічні схеми монтажу ліфтів. Монтаж електрообладнання та розведення проводів на ліфті

**Мета:** Ознайомитися з підготовчими роботами по монтажу ліфтів цивільних споруд, з монтажем електрообладнання ліфтів. Вивчити технологічні схеми монтажу ліфтів

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Підготовчі роботи перед початком монтажу ліфтів цивільних споруд.
- 2 Технологічні схеми монтажу ліфтів.
- 3 Монтаж електрообладнання та розведення проводів на ліфті.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### Література:

1 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования гражданских зданий и коммунальных предприятий: Учеб. для техникумов по спец. «Электромех. обор. гражд. зданий и коммун. предпр.» - 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 232 с.

## ***1 Підготовчі роботи перед початком монтажу ліфтів цивільних споруд***

До початку монтажу ліфтової установки необхідно виконати наступні підготовчі роботи: перевірити готовність будівельної частини до монтажу встаткування ліфта, комплектність і справність вузлів і деталей ліфта, підготувати монтажний майданчик і перемістити встаткування до місця монтажу. Підготовку до монтажу встаткування ліфтів починають із обстеження об'єкта працівниками монтажного керування. Представник монтажною організації виїжджає на об'єкт після того, як буде отримано від генпідрядника підтвердження про готовність об'єкта. На підставі результатів обстеження становлять графік виробництва монтажних робіт або вказують будівельні роботи, які повинні бути виконані до початку монтажу.

До виїзду на об'єкт керівник монтажу повинен ознайомитися з договором на виробництво монтажних робіт, із графіком доставки встаткування на об'єкт і з умовами виробництва монтажних робіт, а також одержати у виробничому відділі технологічну записку з викладом технології виробництва монтажних робіт або технологічну карту. При монтажі спеціальних ліфтів керівник монтажу одержує проект провадження робіт (ППР).

Бригади монтажників по ліфтах полягають звичайно з 3–6 людей і виконують увесь комплекс робіт з монтажу ліфтової установки. Так як бригаді доводиться виконувати будівельні, оздоблювальні, малярські, слюсарні, електрозварювальні, слюсарно-монтажні, електромонтажні й пусконаладжувальні роботи, то кожний член бригади повинен володіти декількома суміжними професіями.

Прибувши на об'єкт, керівник монтажу перевіряє готовність будівельної частини до монтажу ліфтової установки, комплектність ліфтового устаткування й наявність технічної документації. При підтвердженні готовності об'єкта необхідно забезпечити приміщення для складу й організувати приоб'єктну майстерню.

Технічна документація ліфта, упакована у водонепроникний папір і поліхлорвінілову плівку, надходить на об'єкт разом з устаткуванням. Її вкладають у спеціальну внутрішню кишеню одного з ящиків для встаткування. У комплект технічної документації входять: паспорт ліфта; комплектувальна відомість на

механічне й електричне встаткування; проект електропривода й автоматики; креслення загальних видів основних вузлів; відомість ЗИП; інструкція для експлуатації.

Перед початком монтажу слід одержати від замовника довідку про наявність силового введення й скласти сполучений графік робіт.

Керівник монтажу протягом усього періоду виробництва монтажних робіт повинен мати настановне креслення, проект електропривода й автоматики, комплектувальну відомість і креслення загальних видів основних вузлів.

До будівельної частини ліфтової установки ставляться елементи будинку, у яких монтуються встаткування ліфта, – шахта ліфта, прямок, прорізи в сходових клітках, машинне й блокове приміщення. У більшості випадків перераховані вище елементи споруджуються будівельною організацією по будівельних кресленнях об'єкта згідно з альбомом типових будинків.

Основні вимоги до будівельної частини ліфтової установки наступні: 1) будівельна частина ліфтової установки повинна бути виконана по будівельних кресленнях, що відповідають типовим будівельним завданням, затвердженим у встановленому порядку ( для нестандартних ліфтів будівельну частину виконують по кресленнях, розроблених у відповідності з будівельним завданням організації, що проектує ліфти); 2) перекриття над шахтою виконують після того, як у шахту буде доставлено розташовуване в ній устаткування, а перекриття над машинним приміщенням – після доставки устаткування, установлюваного в машинне приміщення. На кожному поверсі в безпосередній близькості від шахтних дверей на стіну наносять оцінку рівня чистої підлоги, що зберігається до закінчення монтажу ліфта.

Глуха шахта призначена під монтаж устаткування ліфта й повинна бути повністю закінчена будівельниками до початку монтажу. Стіни шахти повинні бути виконані без западин і виступів; цегельні стіни – з повнотілої цегли з обробленням швів; внутрішні поверхні стін шахти не оштукатурені, за винятком випадків, коли штукатурка необхідна по санітарно-гігієнічних вимогах. У стінах шахти необхідно залишати ніші з металевими пластинами під деталі кріплення

напрямних кабіни, противаги й дверей шахти у відповідності з будівельними кресленнями.

Допускаються відхилення внутрішніх розмірів шахти від проекту по ширині й глибині у бік збільшення не більш 30 мм; відхилення стін шахти від вертикальної площини – не більш 20 мм. Глуха шахта повинна мати висвітлення, приєднане до загальної електричної мережі будинку, напругою 36 В.

Стіни машинного й блокового приміщень повинні бути оштукатурені до початку монтажних робіт. Побілку або фарбування стін у машинному й блоковому приміщеннях слід робити після установки встаткування й монтажу електроустаткування. Підходи до машинного приміщення повинні забезпечувати безпечне транспортування встаткування, монтуємого в машинному приміщенні, і експлуатацію його. Висота машинного приміщення не менш 2200 мм. Отвору в підлозі машинного або блокового приміщень для пропуску канатів повинні забезпечувати вільний прохід їх зі збереженням зазорів між канатом і крайкою отворів 25–50 мм. Навколо кожного отвору повинен бути влаштований бортик висотою 75 мм над рівнем чистої підлоги.

До початку монтажу машинне приміщення забезпечують постійним електроживленням, а також підводять магістраль для заземлення всього встаткування ліфта відповідно до проекту. Перетин проводів, що підводять, вибирається таким, щоб при пуску електродвигуна ліфта величина спадання напруги була не більш 10% від номінального. Машинне приміщення повинне мати електричне освітлення.

Прямо́к шахти необхідно захистити від проникнення в нього ґрунтових і стічних вод, а дно прямо́ка бетонувати по всій площі. У прямо́ках ліфтів, що мають пружинні буфери, для їхньої установки по осі напрямних кабіни споруджують бетонні тумби. У тумбах в одній вертикальній площині з напрямними перебувають гнізда для анкерів буферних підставок (зсув осі гнізда не більш 20 мм).

У бетонній підставі прямо́ка ліфтів, що мають швидкість руху більш 1 м/с, у відповідності з будівельними кресленнями встановлюється за рівнем і бетонується сталева рама для кріплення до неї металоко́нструкцій устаткування прямо́ка. Відхилення рами від горизонталі – не більш 1 мм на 1 м.

Для входу й виходу із приямка, не обладнаного дверми, на його передній стіні встановлюють скоби, що не перешкоджають проходу кабіни.

Проріз у сходовій клітці для установки металевої шахти ліфта повинен бути виконаний із заданими проектними розмірами, відхилення від яких дозволяється лише у бік збільшення. Краї всіх сходових маршів і поверхових майданчиків, що прилягають до шахти, повинні перебувати в одній вертикальній площині на всій висоті шахти. Допускається відхилення крайок від схилу не більш 10 мм. У поверхових майданчиках і маршах встановлюють закладні деталі або залишають отвори для кріплення каркаса ліфтової шахти.

Розміри глухої шахти або прорізи в сходовій клітці (провішування шахти) перевіряють за допомогою схилів або оптичного приладу. Для перевірки шахти ліфта за допомогою схилів у верхній частині шахти закріплюють шаблон з дерев'яних брусків або інвентарний металевий, на якому нанесено дві взаємно перпендикулярні осі, відповідні до осей кабіни. На шаблоні відзначені місця підвіски схилів для вивірки напрямних кабіни й противаги й місця підвіски схилів для вивірки передньої стінки дверей шахти ліфта (рисунок 8.1). У кутах шаблону передбачені отвори для схилів. Розміри шаблону в плані відповідають зовнішнім розмірам кабіни ліфта.

Шаблон закріплюють на підлозі машинного приміщення або під перекриттям шахти й з нього опускають схили, що представляють собою вантажі масою 15–20 кг, підвішені на капронових нитках діаметром 0,5–0,6 мм або сталевому дроту діаметром 1,0–1,2 мм.

Після гасіння коливань закріплюють струни схилів на дерев'яних брусках або рамі, установлених у приямку окремо.

Для монтажу ліфтового встаткування в шахті на всіх поверхах на 300 мм нижче рівня поверхових майданчиків встановлюють підмостки, з яких на кожному поверсі сталеву лінійкою заміряють відстань від стінок шахти до схилів (рисунок 8.1) або від схилів до країв сходових маршів і майданчиків. Результати вимірів вносять у журнал записів і порівнюють їх із проектними розмірами.



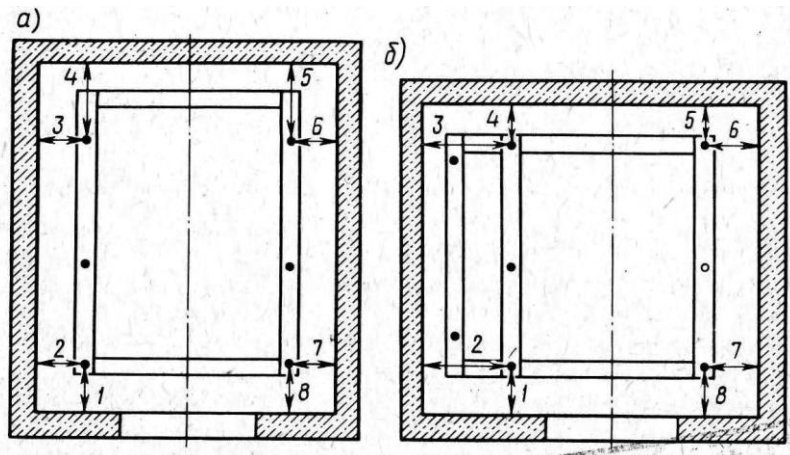


Рисунок 8.1 – Шаблони для підвіски шахти ліфта

а – для ліфтів з протитовагом ззаду, б – для ліфтів з протитовагом збоку

Якщо розміри шахти мають відхилення від проектних, то переміщенням шаблону зі схилами необхідно знайти таке положення кабіни, при яким були б витримані задані розміри шахти й зазори. Одночасно з перевіркою розмірів шахти перевіряють розміри ніш для закладення деталей, а також положення ніш стосовно осі кабіни. Якщо при зведенні шахти ніші для закладних деталей не були передбачені, то необхідно на стінках шахти нанести контури ніш і цифрою вказати їхню глибину в міліметрах. Роботи з обладнання ніш із закладними деталями або металевих пластин звичайно роблять будівельні організації.

Готовність будівельної частини шахти під монтаж устаткування ліфта ухвалюють по акту.

Для установки настилів у глухих шахтах є спеціальні ніші. При відсутності ніш у двох протилежних стінах шахти просвердлюють отвір діаметром 20 мм глибиною 130 мм. У залізобетонних шахтах для укладання брусків до закладних деталей приварюють металеві куточки.

Якщо відстань між поверхами перевищує 3,5–4,0 м, то шахту розбирають на умовні поверхи висотою не більш 3,5 м. Повідомлення між настилами здійснюється через люки. При цьому люки настилів суміжних поверхів не повинні розміщатися один під іншим. На настилах у люка зміцнюють інвентарні сходи. Дверні прорізи глухих шахт до установки постійних шахтних дверей повинні бути захищені щитом на всю ширину дверей і на висоту не менш 1 м.

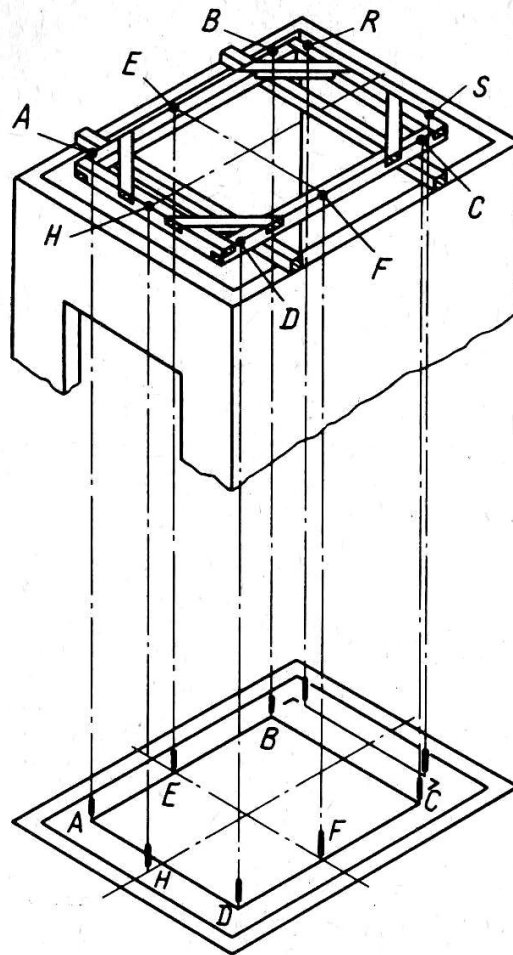


Рисунок 8.2 – Шаблон для провіски шахти ліфта

Приймання встаткування під монтаж. До початку монтажу ліфтової установки на об'єкт доставляють устаткування, яке бригадир монтажників ухвалює по комплектувальній відомості заводу виготовлювача. Наявність устаткування в кожному ящику перевіряють по пакувальному аркушу. Комплектність устаткування і його характеристику звіряють із відомістю покупного встаткування.

При прийманні устаткування роблять зовнішній огляд для перевірки справності деталей і електроустаткування; вузли й деталі не повинні мати механічних ушкоджень, слідів корозії; незабарвлені деталі повинні бути змазані.

Виявлені при прийманні встаткування невідповідності проекту, некомплектність, ушкодження й інші дефекти відбиваються в акті перевірки стану й приймання встаткування для монтажу й усуваються відповідно до акту.

Кабіну ліфта поставляють у комплекті з електропроводкою із установленими й повністю відрегульованими механізмами, у поліетиленовому чохлі або в ящику в зібраному виді. Кабіна повинна мати спеціальний кронштейн для її підйому й установки на місці монтажу. Лебідку поставляють у

поліетиленовому чохлі в зборі з підрамником, із установленими й відрегульованими амортизаторами або в ящику в розібраному виді.

Перед установкою необхідно розконсервувати устаткування з повним видаленням змащення покриттів, що й консервують, промити деталі в машиннім маслі або гасі з наступним змащенням деталей. Для видалення змащення, що консервує, з редуктора його заливають гасом на 2 год, а потім промивають машинним маслом. Осі балансірної підвіски й шарнірів повинні бути вийняті, промиті, змазані й установлені на місце.

Важке встаткування подають до місця монтажу в більшості випадків за допомогою баштового крана. Цей спосіб транспортування – самий раціональний і безпечний. Більш дрібні вузли ліфта доставляють до місця монтажу за допомогою лебідки. Укрупнення вузлів ліфтового встаткування проводиться на виробничій базі й входить в обов'язок комплектувальних керувань або ділянок, які доставляють на об'єкт устаткування укрупненими вузлами.

## ***2 Технологічні схеми монтажу ліфтів***

До початку робіт незалежно від технологічної схеми монтажу ліфтів необхідно визначити порядок виконання основних монтажних робіт і разом з генпідрядником (будівельниками) скласти сполучений графік будівельно-монтажних робіт, що дозволяє правильно організувати роботу.

Насьогодні застосовують три схеми монтажу ліфтів:

- 1) монтаж окремими вузлами;
- 2) монтаж укрупненими вузлами;
- 3) монтаж індустріальним методом.

Монтаж ліфтів окремими вузлами застосовується у випадках поставки ліфта заводами не укрупненими вузлами (вантажні ліфти вантажопідйомністю понад 1000 кг, мало вантажні ліфти), і у випадку, якщо монтажна організація не має власної бази для їхнього укрупнення, а також у випадках, коли до початку монтажних робіт повністю перекриті шахти й машинне приміщення. При цьому методі дотримується така послідовність основних монтажних операцій:

1. Підготовчі роботи. Перевірка будівельної готовності. Установка настилів, комплектація й переміщення встаткування до місця монтажу.

2. Установка й вивірка кронштейнів. Монтаж напрямних кабіни й противаги.

3. Монтаж і установка шахтних дверей ліфта з регулюванням.

4. Установка кабіни ліфта на підставки й посадка на уловлювачі.

5. Установка лебідки ліфта на плиту перекриття шахти й обмежника швидкості із приєднанням до системи уловлювачів.

6. Установка панелі керування, головного рубильника й етажерки із трансформатором. Прокладка труб електропроводки. Монтаж шин заземлення.

7. Установка й складання каркаса противаги в прямку. Укладання вантажів із закріпленням. Установка в прямку натяжного пристрою, установка буферів кабіни й противаги. Підвіска кабіни й противаги на канати, регулювання уловлювачів і випробування їх у роботі.

8. Установка датчиків, шунтів, викличних апаратів.

9. Монтаж усіх електропроводок по шахті й машинному приміщенню.

10. Підключення проводки, регулювання гальма, усіх апаратів по шахті, машиннім приміщенні. Прозвон всіх ланцюгів, завмер ізоляції й заземлення. Пробне переміщення кабіни від штурвала вручну.

11. Зовнішнє оформлення ліфта. Фарбування встаткування проводиться з даху кабіни переміщенням від штурвала вручну.

12. Здача ліфта замовникові.

Монтаж устаткування по шахті (напрямні, двері шахти, складання кабіни й противаги) виконується за допомогою монтажно́ї лебідки. Установлюють лебідки й панелі керування за допомогою талів і важільних лебідок. Монтажні роботи із шахти й у машинному приміщенні можуть виконуватися одночасно.

Різновидом монтажу ліфтів окремими вузлами є: монтаж ліфта з залізосітчастою шахтою, який проводиться в такій послідовності:

1. Підготовчі роботи. Перевірка будівельної готовності. Комплектація й переміщення встаткування до місця монтажу.

2. Монтаж каркаса шахти з порталами з одночасним укладанням риштовання на пояси шахти, з яких роблять усі роботи із шахти.

3. Вивірка каркаса й закріплення його до будівельних конструкцій будинку.

4. Приварку сітчастих рамок.

5. Монтаж напрямних кабіни й противаги.

6. Наступні операції роблять у такій же послідовності, як і при монтажі ліфта в глухій шахті.

7. Технологічна послідовність монтажу мало вантажного ліфта на 2 поверху в металевій шахті наступна:

8. Монтаж нижньої секції шахти.

9. Установка кабіни й противаги в нижній секції шахти.

10. Монтаж інших секцій і лебідки.

11. Установка й підключення електроапаратури.

12. Підвіска кабіни й противаги на канати.

13. Монтаж блоку керування, прокладка проводів і підключення апаратури.

14. Регулювання механізмів і налагодження електроапаратури.

15. Випробування ліфта на статичну й динамічну навантаження.

16. Фарбування встаткування (робота проводиться будівельною організацією).

17. Задача виконаних монтажних робіт замовникові.

18. При виробництві монтажу ліфтової установки необхідно враховувати технологічну послідовність зведення будинку й розробити сполучену технологічну послідовність монтажу.

19. Сполучена технологічна послідовність монтажу ліфтової установки, застосовувана в Главмосстрое:

20. Монтаж шахти ліфта, оброблення швів усередині шахти.

21. Обладнання приямка на проектній оцінці.

22. Завезення встаткування.

23. Перевірка комплектності встаткування, підготовчі роботи.

24. Транспортування встаткування баштовим краном до місця монтажу, перекриття шахти монтажним щитом.

25. Укладання інвентарних щитів.

26. Провіщування шахти й складання карти вимірів, приймання шахти під монтаж.

27. Установка напрямних кабіни й противаги.

28. Вивірка й приварку дверей шахти.

29. Установка обрамлень дверних прорізів і кабіни в шахту.

30. Монтаж об'ємного машинного приміщення.

31. Остаточна вивірка установки встаткування.

32. Заливання рами лебідки.

33. Обладнання в прямку тумб, заливання чистої підлоги, установка скоб.

34. Складання противаги, установка натяжного пристрою й буферів.

35. Підвіска кабіни й противаги на канати, підвіска канату обмежника швидкості.

36. Монтаж електропроводок по шахті й машинному приміщенню.

37. Установка викличних апаратів, шунтів і поверхових перемикачів, датчиків.

38. Подача електроенергії в машинне приміщення за постійною схемою.

39. Обладнання висвітлення машинного приміщення за постійною схемою.

40. Очищення шахти від будівельного сміття.

41. Зняття інвентарних щитів.

42. Регулювання апаратів, прозвон ланцюгів, переміщення кабіни вручну від штурвала, перевірка ізоляції, заземлення.

43. Задача ліфтів під фарбування по двосторонньому акту.

44. Очищення й продувка шахти перед фарбуванням.

45. Фарбування ліфтового встаткування в шахті й машиннім приміщенні, виконання відповідних написів.

46. Очищення викличних апаратів і пластику дверей шахти, пристрілювання ДСП для схем і правил користування на 1-м поверсі й у машиннім приміщенні.

47. Налагодження й обкатування ліфта.

48. Підготовка технічної документації.

49. Виміри шуму від роботи ліфта.

## 50. Здача ліфта замовникові.

Монтаж ліфтів укрупненими вузлами є більш прогресивним, тому що в цей час заводовиготовлювачі поставляють усі пасажирські ліфти й вантажні ( До 1000 кг укрупненими вузлами (лебідка з рамою й амортизаторами, кабіна в зборі із установленою й підключеною електроапаратурою, двері шахти із установленими стулками, каркас противаги в зібраному виді).

На виробничо-комплектувальній базі монтажної організації роблять додаткове укрупнення встаткування ліфтів: оброблення й підключення до кабіни підвісного кабелю, установку на напрямних стикових планок, очищення й підвіску на кабіну несучих канатів, заготовку джгутів електророзводки й інші роботи. Технологічна послідовність монтажу ліфтів при цьому методі наступна:

1. Підготовчі роботи. Перевірка будівельної готовності. Комплектація встаткування. Установка в шахті риштування.
2. Установка за допомогою кондуктора кронштейнів кріплення напрямних.
3. Монтаж напрямних "ниткою" за допомогою баштового крана.
4. Монтаж дверей шахти – "гірляндою".
5. Установка краном кабіни й противаги в шахту.
6. Після завершення перекриття шахти — установка краном лебідки й панелі керування.
7. Виконання робіт з перекриття машинного приміщення.

Далі послідовність монтажу аналогічна розглянутому сполучному графікуі.

Монтаж ліфта індустріальним методом значно підвищує продуктивність праці, є найбільш раціональним і передовим, тому що дозволяє почати монтаж ліфта ще в процесі будівництва будинку, тим самим виключає приймання будинку під монтаж, знижує обсяг опоряджувальних робіт, скорочує обсяг електрозварювальних робіт на будівельному майданчику за рахунок виконання багатьох монтажних операцій у стаціонарних умовах. При цьому методі з'являється можливість оснащення тюрінга ліфтовим устаткуванням незалежно від готовності будівельного об'єкта, а також здачі його в експлуатацію до закінчення будівельних робіт. Застосовується в тих монтажних організаціях, де він розроблений. Технологічна послідовність методу передбачає роботи у два етапи.

На першому етапі роботи виконуються на спеціально відведеній території підприємства, що виготовляє залізобетонні об'ємні елементи (тюбінги) або на виробничо-комплектувальній базі монтажно-ї організації. Робоче місце бригади обладнають краном. На плиті (рисунок 8.3) встановлюють тюбінг і за допомогою комбінованого кондуктора (рисунок 8.4) оснащують тюбінг деталями ліфтового встаткування. На висувних штоках кондуктора закріплюють двері шахти й кронштейни для кріплення напрямних. Краном опускають кондуктор усередину тюбінга й кріплять болтами. Рухливі штоки кондуктора із закріпленими на них деталями ліфтового встаткування висувають до контакту із закладними деталями на внутрішніх стінках тюбінга й закріплюють на ньому вузли ліфта в проектнім положенні, приварюючи їх.

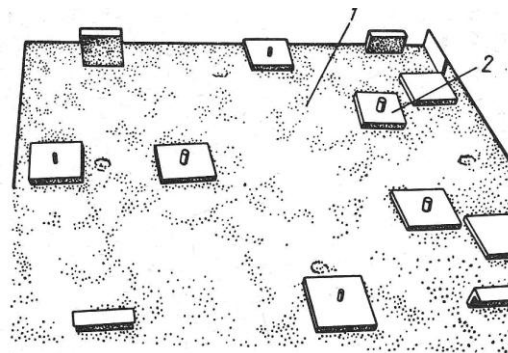


Рисунок 8.3 – Плита для установки тюбінга  
1 – плита для установки кондуктора; 2 – фіксатор

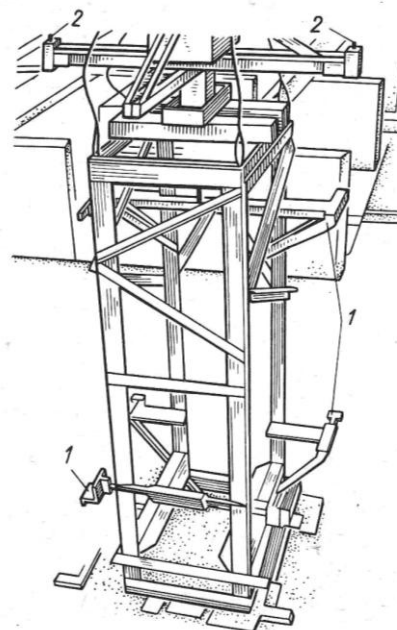


Рисунок 8.4 – Комбінований кондуктор  
1 – висувні штоки; 2 – затискні пристрої верхньої частини кондуктора



До торців закладних деталей приварюють фіксуєчі елементи, що забезпечують необхідну точність при складанні. Після цього кондуктор виймають із тюрбінга й переносять на майданчик для чергового навішення встаткування. Для остаточної підготовки тюрбінга до монтажу в ньому встановлюють інвентарні підмости, кнопки виклику й обрамлення прорізу дверей шахти. На об'єкт монтажу тюрбінг транспортується на спеціально обладнаній автоплатформі. Також на робочому майданчику оснащують устаткуванням плиту перекриття шахти або цілком підлога машинного приміщення, встановлюють бортики навколо отвору для проходу канатів і роблять заливання бетоном рами лебідки.

У прямику шахти встановлюють тумби з амортизаторами. У цей час виготовляють об'ємні прямики з тумбами й закладними деталями.

На другому етапі на будівельному майданчику одночасно з будівництвом будинку бригада монтажників за допомогою крана збирає з тюрбінгів шахту ліфта. Після установки останнього верхнього тюрбінга в шахті ліфта за допомогою крана встановлюють напрямні, кабінку й противага в зборі. Шахта перекривається плитою зі змонтованим на ній устаткуванням.

Робота з монтажу ліфтів індустриальним методом проводиться в такій послідовності:

1. Підготовка встаткування ліфта до монтажу. Усе встаткування, що надходить із заводуовиготовлювача на виробничо-комплектувальну базу монтажного керування, складають відповідно до номерів замовлень, розпаковують, перевіряють комплектність і доставляють на спеціально обладнані робочі місця.

2. Виробничо-комплектувальна база виконує більш третини монтажних операцій по заздалегідь розробленій технології (підготовка стикових планок, складання кронштейнів напрямних і вузла "лебідка — обмежник швидкості", заливання масла в редуктор, перевірка електророзводки по кабінці й підготовка кабінци до монтажу, складання противаги, підготовка несучих канатів і канатів обмежника швидкості, підготовка натяжного пристрою, виготовлення підставки під панель керування й трансформатори, установка станції керування й трансформаторів на підставку, підготовка підвісного кабелю й підключення його до кабінци, заготовка джгута електропроводки, підготовка кнопки виклику, зарядка

поверхових перемикачів, виготовлення обрамлень, навантаження й відправлення вузлів на об'єкт). Комплекс цих операцій дозволяє впроваджувати захід щодо наукової організації праці й знижувати витрати на виконання робіт.

3. Оснащення тьюбінгів ліфтовим устаткуванням.

4. Монтаж тьюбінгів. Ліфтову шахту з тьюбінгів збирає бригада монтажників по ліфтах, яка надалі виконує всі інші монтажні роботи. У міру зведення шахти ліфта стики тьюбінгів зачеканюють із внутрішньої сторони бетоном. Після установки тьюбінга верхнього поверху шахту ліфта перекривають тимчасовим інвентарним настилом для забезпечення безпеки роботи в шахті.

5. Монтаж устаткування ліфта в шахті. Перед монтажем останнього тьюбінга в шахту опускають і встановлюють напрямні кабіни й противаги, опускають на підставку у верхнього поверху повністю зібрану кабінку й на підставку в прямику противага в зборі. Після установки тимчасового перекриття шахти роблять електромонтажні роботи із шахти.

6. Монтаж устаткування в машиннім приміщенні. Після установки в шахті всього ліфтового устаткування шахту перекривають залізобетонною плитою, на якій змонтована лебідка, приварена до закладних деталей плити. Положення лебідки на плиті визначається сполученням схилів, перекинутих через канатоведучий шків лебідки, з осями кабіни й противаги.

7. Навішення кабіни й противаги на несучі канати. Установка блоку станції керування із трансформаторами на сполученій підставці; монтаж обмежника швидкості вступного обладнання; шини заземлення й електропроводка по машиннім приміщенню. Установка й закріплення металевих бортиків для пропуску канатів у шахту.

8. Будівельно-оздоблювальні роботи з машинного приміщення (установка ремонтного люка, балки для вантажопідйомного пристосування, малярські й інші роботи), крім заливання чистої підлоги, виконують будівельники до монтажу устаткування (якщо за умовами будівництва ці роботи роблять після монтажу устаткування, то їх тривалість не повинна перевищувати 3—5 днів).

9. Будівельно-оздоблювальні роботи усередині шахти виконують монтажники по ліфтах з інвентарних настилів одночасно з монтажем устаткування.

Після закінчення оздоблювальних робіт у шахті ліфта встановлюють поверхові перемикачі й шунти, закріплюють підвісний кабель, підключають викличні апарати. Коли всі роботи із шахти ліфта закінчені, бригада монтажників демонтує настипи й направляє їх на виробничу базу для ремонту й повторного використання.

10. Регулювання, налагодження й здача ліфта в експлуатацію. Проводять випробування ліфта після монтажу, перевірку взаємодії всіх механізмів ліфтової установки, світлової й звукової сигналізації, точності зупинки кабіни по поверхах. Після закінчення регулювальних і налагоджувальних робіт ліфтову установку попередньо ухвалює працівник ПТО.

### ***3 Монтаж електрообладнання та розведення проводів на ліфті***

Монтаж електроустаткування ліфтів роблять у відповідності зі схемами електричних з'єднань і кресленнями розведення проводів виготовлювача-виготовлювача-заводу-виготовлювача .

При виконанні електромонтажних робіт необхідно дотримувати вимог ПУЕ, "Правил обладнання й безпечної експлуатації ліфтів" (ПОБЕЛ), ГОСТ 22845 – 77, СНІП III–4–80, норм і правил по електробезпеці.

До початку електромонтажних робіт на ліфті прокладають необхідні труби в машинні приміщенні ліфта, встановлюють кронштейни й інші деталі для кріплення електроустаткування. Сталеві труби ретельно очищають зсередини від бруду, окалини й іржі й офарблюють асфальтовим або бітумінозним лаком. Кінці труб не повинні мати заусенців і гострих країв. При відкритій прокладці труб радіус вигину повинен бути рівний шести зовнішнім діаметрам труби, а при прокладці під заливання бетоном – не менш десяти. Між собою труби з'єднують сталевими манжетами. На верхньому поверсі до закладних деталей приварюють кронштейн кріплення електропроводки, з нього опускають схил упрямок. На нижньому поверсі до закладних деталей приварюють кронштейн по схилу, до якого потім прив'язують схил.

Труби в машинному приміщенні для силової проводки прокладають відповідно до креслення розведення проводів. Для цього розмічають місця прокладки труб і проводять виміри. По вимірах заготовляють труби. Потім

прокладають їх від вступного обладнання до панелі керування, від панелі керування до електродвигуна, трансформаторів, до кінцевого вимикача й до шахти. Труби, прокладені в підлозі машинного приміщення, з'єднують між собою за допомогою манжет. Розведення проводів може бути зроблена в каналах перекриття.

Після прокладки труб у машиннім приміщенні піл заливають бетоном на 50 мм.

Електромонтажні роботи починають із установки електроустаткування в машиннім приміщенні. Панель керування, вступне обладнання й трансформатори встановлюють одночасне монтажем лебідки в машиннім приміщенні.

Панель керування подають баштовим краном у машинне приміщення, відповідно до настановного креслення вертикально кріплять за допомогою болтів до підрамника або до закладних деталей плити перекриття й ізолюють від підлоги гумовими прокладками. Вступне обладнання встановлюють на чотирьох болтах, приварених до закладних деталей стіни машинного приміщення. Трансформатори згідно із кресленням кріплять на спеціальній етажерці й закріплюють болтами з гайками. Стояки етажерки приварюють до закладних деталей у підлозі машинного приміщення.

Після установки електроапаратуру й устаткування заземлюють відповідно до креслень розведень. Для цього по стіні машинного приміщення прокладають магістральну лінію зі сталеві шини перетином  $100 \text{ мм}^2$  (25x4) на висоті 150–200 мм від рівня чистої підлоги, яку приварюють через 1–1,5 м до закладних деталей, наявних у стіні, або кріплять на дюбелях. Усі елементи ліфта заземлюють по основній магістралі за допомогою відгалужень, прокладених паралельно. (Відгалуження – сталева шина, один кінець якої приварюють до магістралі, другої – до заставної конструкції). Таким чином, заземлюються ввідне обладнання й етажерка із трансформаторами.

Панель керування й лебідку заземлюють за допомогою гнучкої перемички (багатожильне мідне проведення, кабель або сталевий тросик). Попередньо на підрамнику, рамі лебідки й панелі керування приварюють болт М12. Викликані апарати заземлюють алюмінієвим проведенням перетином  $2,5 \text{ мм}^2$ , який

прокладають в одному металорукаві з струмопроводами, що водять. Один кінець проведення кріплять до спеціального гвинта заземлення, другий – до клемної коробки під гвинт кріплення рейки.

Електричне коло між уведенням заземлення й заземленими елементами повинна бути ретельно перевірена на безперервність. Результати перевірки заземлення оформляються актом.

Після цього прокладають проведення. Користуючись кресленнями розведення проводів і схемою зовнішніх з'єднань, заміряють загальну довжину електропроводки по машиннім приміщенню й шахті. Для виміру електропроводки по шахті від панелі керування в машиннім приміщенні до клемної коробки 1-го поверху шахти опускають проведення, натягають його й ізоляційною стрічкою відзначають центри клемних коробок на всіх поверхах.

У цей час прокладку проводів по шахті ведуть відкритим способом без труб з метою економії металу відповідно до креслень. На напрямних кабіни розмічають місця установки кронштейнів для кріплення клемних коробок і джгути проводів. У намічених місцях на напрямних установлюють кронштейни, до яких кріплять клемні коробки і джгути проводів. По встановлених клемних коробках за допомогою мірки роблять заготовку джгутів.

Джгути проводів звичайно приходять готові із заводу або заготовлюються на майданчиках монтажних організацій.

Монтаж джгута починають із верхнього поверху. Верхній кінець джгута за допомогою сталевого дроту простягають у трубу, покладену в підлозі машинного приміщення до шафи керування. Інший кінець джгута опускають у шахту, закріплюючи його на кронштейнах. Відводи джгута заводять у поверхові клемні коробки.

Після прокладки проводів і установки електроапаратури їх підключають до клемних затисків. Одножильні проведення перетином до 10 мм<sup>2</sup> заводять на клемники без наконечників і обслуговування кінців. Одножильні проводи перетином понад 10 мм<sup>2</sup> у місцях приєднання їх до клем окінцьовують наконечником. Кінці багатожильних проводів перетином до 2,5 мм<sup>2</sup> приєднують

до гвинта клеми без наконечників, попередньо загинаючи кільце й обслуговуючи його. Під голівку гвинта ставлять шайбу.

Приєднання алюмінієвих жил до клемних затисків проводиться з установкою шайби – зірочки й плоскої шайби. Довжина вільних кінців не повинна перевищувати 150–200 мм. Пучок проводів при підході до місця підключення обмотують кіперною стрічкою. Резервні проведення згортають "равликом" і перев'язують кіперною стрічкою. Для бандажа проводів застосовуються пряжки з поліетилену або полівінілові стрічки із кнопками.

Монтаж підвісного кабелю. Підвісний кабель для пасажирських ліфтів заводами поставляється мірними шматками з розробленими маркірованими жилами. Якщо підвісний кабель зробив на об'єкт необробленим у загальній бухті, його розріжуть на відрізки необхідної довжини.

Кожний кабель маркірують биркою, указуючи на ній тип ліфта (вантажопідйомність і швидкість), число зупинок, довжину й номер шматка.

Розрізаний на мірні шматки кабель обробляють, жили прозвонюють і маркірують, кінці кабелю підвішують за допомогою металевого троса, витягнутого із середини кабелю, на спеціальних кронштейнах, установлених під клемною коробкою і під кабіною (рисунок 8.5). Підвісний кабель по кабіні прокладають у спеціальному коробі й кріплять скобами.

Кабель буває двох типів: неекранований і екранований. При обробленні неекранованого кабелю (рисунок 8.6, а) шлангову оболонку із двох кінців кабелю розріжуть уздовж по кабелю на необхідну довжину й видаляють її.

Для витягу троса кріплення кабелю до підвіски кабіни відповідно до креслення вирізують шматок оболонки кабелю на довжині 500–600 мм, відокремлюють сталевий трос і на відстані 200 мм убік оброблення проводів його перерубують. Один перерубаний кінець троса (довжиною 100 мм) окінцьовують відрізком трубки з поліхлорвінілового пластику довжиною 50–60 мм і діаметром 5–6 мм і закріплюють її. Окінцьований тросик укладають між жилами кабелю, після чого ділянка відкритих жил обмотують крученим шнуром діаметром 1 мм. Крок укладання шнура 10–15 мм. З кожного кінця жили кабелю знімають ізоляцію

на довжину 25–30 мм і після зачищення кінців жив кабелю роблять виміри опору ізоляції (не менш 0,5 МОм).

На зачищені кінці жили кабелю, попередньо продзвонивши їх, надягають трубки з поліхлорвінілового пластикату з нанесеної на ній маркуванням згідно із кресленням. Потім виготовляють кільця на кінцях жив проводів із внутрішнім діаметром 5 мм під контактний гвинт. Загин кільця роблять за годинниковою стрілкою (рисунок 8.6, б). Після оброблення кабелю його кінці, щоб уникнути ушкодження й забруднення, ізолюються поліетиленовою плівкою.

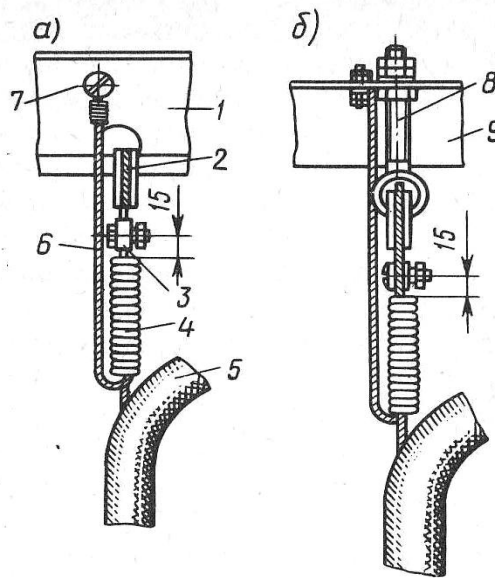


Рисунок 8.5 – Закріплення підвісного кабелю всередині шахти (а) та під кабіною (б)  
 1 – кронштейн, 2 – коуш, 3 – затискач, 4 – бандаж, 5 – підвісний кабель, 6 – трос, 7 – гвинт заземлення, 8 – болт, 9 – кутик

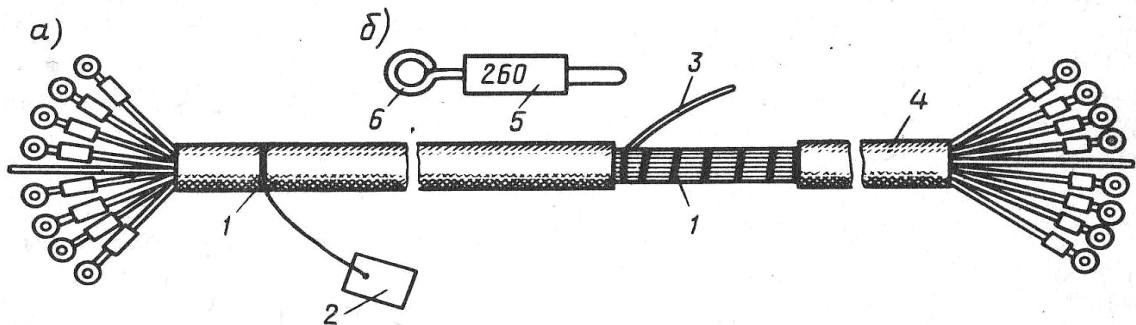


Рисунок 8.6 – Розробка неекранованого кабелю

А – розробка кабелю, б – окінцювання, 1 – шнур скручений, 2 – маркувальна бирка, 3 – кінець сталюго тросу для кріплення кабелю під кабіною, 4 – кабель підвісний, 5 – трубка полівінілхлорид на маркувальна, 6 – кільце під контактний гвинт

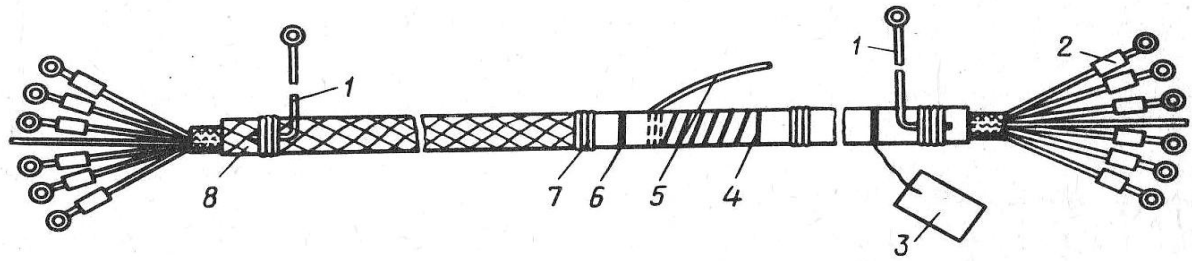


Рисунок 8.7 – Розробка екранованого кабелю

1 – заземлюючі провідники, 2 – трубка маркувальна, 3 – бирка маркувальна, 4 – шнур кручений, 5 – трос кріплення кабелю до підвіски кабіни, 6 – поясок з мідної фольги, 7 – бандаж з мідної проволочки, 8 – кабель підвісний

Відмінною рисою оброблення екранованого кабелю (рисунок 8.7) є наступне. З кінців кабелю, що підлягає обробленню, знімають металеву оплетення шляхом відрізання окремих пасом. Для заземлення металеві оболонки кабелю на відстані 5–10 мм від оброблення накладають бандаж з мідного дроту діаметром 1–1,5 мм і шириною 5–10 мм, попередньо заклавши під нього заземлюючий провідник із зачищеними кінцями.

Для витягу троса кріплення кабелю до підвіски кабіни відповідно до креслення накладають бандаж. На відстані 30 мм від нього у бік кінця кабелю металеву оболонку розріжуть шляхом відрізання окремих пасом і зрушують її у бік від бандажа на 500 мм. На цій довжині уздовж кабелю розріжуть шлангову оболонку й розвертають її, витягаючи сталевий трос, який перерубують. Довгий кінець залишають зовні, короткий заізолюють і укладають між жил кабелю. Після цього на всім шляху розрізу шлангову оболонку обмотують крученим шнуром діаметром 1 мм із кроком 10–15 мм. Раніше відсунутий шматок металеві оплетки зрушується на колишнє місце доти, поки відділений від кабелю сталевий трос повністю не ввійде в розрізаний шматок металеві оплетення.

Для забезпечення контуру заземлення й запобігання ушкодження шлангової оболонки гострими кінцями дротів металеві оплетення, на місці розрізу під оплетку надягають один пояс із мідної фольги, до якого в окремих місцях припаюють металеву оболонку із двох кінців. Після цього на стику двох кінців



поверх металевої оплетки надівається другий пасок з мідної фольги, який припаюється до металевої оплетки.

При монтажі спочатку роблять підвіску кабелю в клемної коробки (кінець кабелю із тросом, що виходять разом з жилами) (рисунок 8.8) і під кабіною (кінець кабелю із тросом, витягнутим в 4 м від кінця) (рисунок 8.9).

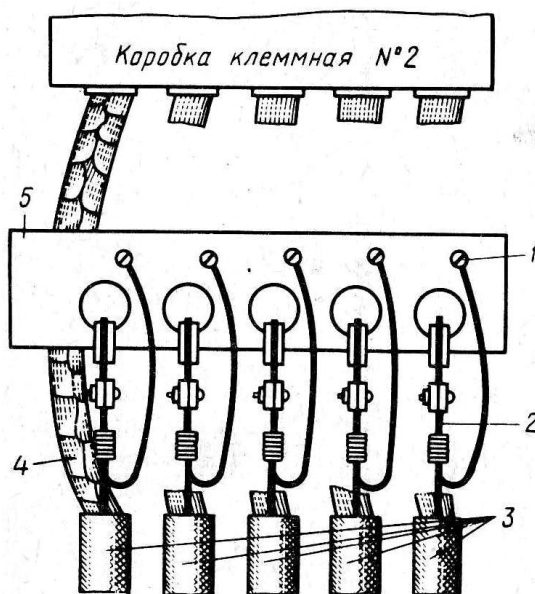


Рисунок 8.8 – Підвіска кабелю в шахті

1 – гвинт заземлення, 2 – трос, 3 – кабелі підвісні, 4 – шнур кручений, 5 – кронштейн для підвіски кабелю

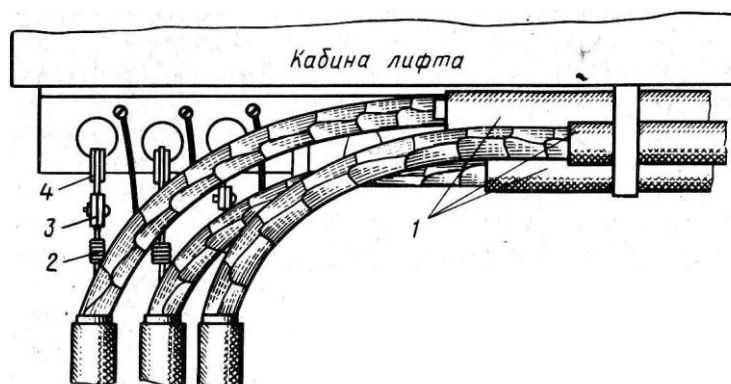


Рисунок 8.9 – Підвіска кабелю під кабіною

1 – підвісні кабелі, 2 – бандаж, 3 – прижим, 4 – коуш

Звільнені кінці троса заправляють коушами на підвіску й закріплюються притисками на відстані 15–20 мм від коуша. Потім на відрізьку 20–30 мм накладають бандаж з м'якого дроту діаметром 1,5 мм кінець, що залишився, троса закріплюють гвинтом заземлення. Зайвий шматок троса відрізають; шматок, що залишився заземлюють.

Підвісні кабелі повинні бути розмічені й укріплені таким чином, щоб при русі виключалася можливість їх зачеплення за них, що перебувають у шахті конструкції й, механічного ушкодження. Кабелі не повинні закручуватися навколо поздовжньої осі й повинні бути скріплені між собою.

Після повного закінчення електромонтажних робіт співробітник із числа, що має підготовку по електробезпечності не нижче IV групи, повинен зробити вимір опору ізоляції електричних кіл і за результатами вимірів скласти акт.

Будівельно-оздоблювальні роботи. По закінченню всіх монтажних робіт ліфт передають генпідрядній організації для виконання будівельно-оздоблювальних робіт по шахті й машинному приміщенню.

Будівельно-оздоблювальні роботи звичайно виконують із даху кабіни, на якому встановлюється робочий настил, що охороняє апарати й деталі кабіни від ушкоджень. При цьому кабіну переміщують вручну штурвалом лебідки.

Під час виконання будівельних робіт роблять закладення всіх отворів і ніш по шахті; очищення й фарбування всіх металоконструкцій і встаткування, підлог і стін приямка й машинного приміщення; нанесення необхідних при експлуатації написів і т.п.

Шини заземлення фарбують у чорний колір, а бічні поверхні обертових частин устаткування (канатоведучий шків, шків обмежника швидкості, відвідні блоки, зливальні пробки, масельнички й т.п.) – у червоний.

Після виконання всіх робіт генпідрядник передає ліфт по акту монтажної організації.

## Лекція №9

**Тема:** Загальні вимоги до електричних машин. Підготовчі роботи. Сушка електричних машин. Монтаж електричних машин і апаратів управління ними

**Мета:** Ознайомитися із загальними вимогами до електричних машин; з підготовчими роботами до монтажу електричних машин. Вивчити сушку електричних машин та монтаж апаратів управління ними

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Загальні вимоги до електричних машин та визначення.
- 2 Підготовчі роботи до монтажу електричних машин.
- 3 Монтаж електричних машин.
- 4 Сушка електричних машин.
- 5 Монтаж апаратів управління електричними машинами.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Загальні вимоги до електричних машин та визначення*

Проведення монтажу електричних машин залежить від їхньої потужності, габаритів, способів поставки і форми виконання. Електричні машини малої та середньої потужності поставляють заводи-виробники у зібраному вигляді; електричні машини великої потужності – в розібраному вигляді, а деякі машини з роз'ємним статором.

Установку електричних машин виконують так, щоб ширина проходів між їх фундаментами або корпусами, між машинами і частинами будівель або обладнання була не менше 1 м у проясненні; допускаються місцеві звуження проходів між виступаючими частинами машин і будівельними конструкціями до 0,6 м при довжині не більше 0,5 м. Відстань між торцями поруч стоячих машин при наявності проходу з другого боку машин повинно бути не менше 0,3 м при висоті машин до 1 м від рівня підлоги і не менше 0,6 м при висоті машин більше 1 м.

Ширина проходу обслуговування між машинами і лицьовою стороною обслуговування пульта управління або щита управління повинна бути не менше 2 м. Ця відстань відраховується від машини до зачинених дверей або стінки шафи. Ці вимоги не відносяться до постів місцевого управління приводами. Ширина проходу між корпусом машини і торцем повинна бути не менше 1 м. Прохід для обслуговування між рядом шаф з електрообладнанням напругою до 1000 В і частинами будівлі або обладнання повинен бути не менше 1 м, а при відкритих дверцятах шафи – не менше 0,6 м; при дворядному розташуванні шаф прохід між ними повинен бути не менше 1,2 м, а між відкритими протилежними дверцятами – не менше 0,6 м.

Машини потужністю до 10 кВт і малогабаритне обладнання можна встановлювати за розподільними щитами, стелажми, пультами і подібними елементами розподільних пристроїв напругою до 1000 В за рахунок місцевого звуження проходів у проясненні до значення не менше 0,6 м. При цьому відстань від корпусу машини або апарату до струмоведучих частин щита повинно бути, не менше: при напрузі нижче 660 В – 1,0 м при довжині щита до 7 м і 1,2 м при довжині щита більше 7 м; при напрузі 660 В і вище – 1,5 м. За довжину щита в

даному випадку приймається довжина проходу між двома рядами суцільного ряду панелей (шаф) або між одним рядом і стіною.

Відмітка верхньої поверхні фундаментних плит обертових машин, не пов'язаних з механічним обладнанням (перетворювальні, збудливі, зарядні агрегати і т. п.), встановлюється вище позначки чистої підлоги не менше ніж на 50 мм. Відмітка верхньої поверхні фундаментних плит обертових машин, пов'язаних з механічним обладнанням, визначається вимогами, що пред'являються до його встановлення.

Для виконання монтажних робіт в електромашинних приміщеннях (ЕМП) передбачають монтажні майданчики або використовують вільні майданчики між обладнанням, розташовані в зоні дії вантажопідіймальних пристроїв. Зовнішні контури підлоги монтажного майданчика позначають фарбою, яка відрізняється за кольором від інших частин будови.

Ділянки ЕМП, по яких транспортується обладнання, повинні бути розраховані на навантаження транспортуємого обладнання. Контури цих ділянок слід позначати фарбою. Розміри монтажних майданчиків визначають по габариту найбільшої деталі (в упаковці), для розміщення якої вони призначені, з запасом в 1 м на сторону. Місця встановлення стійок для розміщення якорів великих електричних машин на монтажних майданчиках повинні бути розраховані і мати відмінне забарвлення.

Синхронні електричні машини і машини постійного струму потужністю 1000 кВт і більше повинні мати електричну ізоляцію одного з підшипників від фундаментної плити для запобігання утворення замкнутого кола струму через вал і підшипники машини. Мастилопроводи цих електричних машин ізолюють від корпусів їх підшипників.

Електродвигуни напругою понад 1000 В встановлюють безпосередньо у виробничих приміщеннях, дотримуючись таких умов: електродвигуни, мають виводи під статором, які потребують спеціальних пристроїв для охолодження, встановлюють на фундаменті з фундаментною ямою; фундаментна яма для електродвигуна повинна задовольняти вимогам, що пред'являються до камер

закритих розподільчим пристроям (ЗРП) напругою понад 1000 В; розміри фундаментної ями повинні бути не менше допустимих для кабельних тунелів.

Кабелі та проводи, які приєднуються до електродвигунів, встановлених на віброосновах, на ділянці між рухомою і нерухомою частинами підстави, повинні мати гнучкі мідні жили. Приміщення для встановлення електричних машин та апаратів приймають від будівельних організацій під монтаж в стані, придатному для нормального ведення робіт, і з готовими фундаментами для машин. Приміщення повинні мати отвори в стінах і перекриттях для транспортування важкого і великогабаритного електрообладнання.

Якщо проектом передбачена закладка у фундаменти труб, призначених для прокладки в них проводів або кабелів, то електромонтажна організація укладає їх ще до бетонування фундаменту, одночасно з в'язкою арматури. Розміри приміщень, основні розміри фундаментів, розміщення і розміри колодязів під анкерні болти, отворів і ніш, розміщення осей фундаментів перевіряють за даними креслень проекту.

## ***2 Підготовчі роботи до монтажу електричних машин***

Перш ніж змонтувати електричну машину або апарат, слід переконатися в тому, що виконання відповідає умовам середовища, де їх встановлюють. Електричні машини та апарати монтують так, щоб вони були доступні для огляду і ремонту. Обертіві частини машин і місця сполучення їх з механізмами (муфти, шків, ремінна передача і т. п.) захищають від випадкових дотиків огороженнями; корпуси електричних машин і пускорегулювальних апаратів заземлюють. Апарати керування розташовують ближче до електричних машин, у місцях, зручних для обслуговування, там, де це доступно з точки зору умов навколишнього середовища та технології виробництва.

Електричні машини та апарати залежно від їх маси і габаритів надходять до монтажу від заводів-виготовлювачів в зібраному або розібраному вигляді у відповідній упаковці. Їх вивантажують з транспортних засобів кранами (рисунок 9.1) і у виняткових випадках на ковзанках по похилих настилах, зберігають у сухих вентильованих приміщеннях. Частини машин, піддані корозії,

покривають шаром технічного вазеліну або яким-небудь іншим мастилом; шийки валів покривають антикорозійним мастилом, обгортають вологонепроникним матеріалом і захищають від механічних пошкоджень. При прийманні електричних машин та апаратів під монтаж перевіряють їх цілісність, відповідність до заводських табличок вимог проекту і комплектність. Щоб уникнути пошкодження машин та апаратів їх розпаковують обережно в закритому, сухому і чистому приміщенні, недоступному для сторонніх осіб, і встановлюють на підкладках.

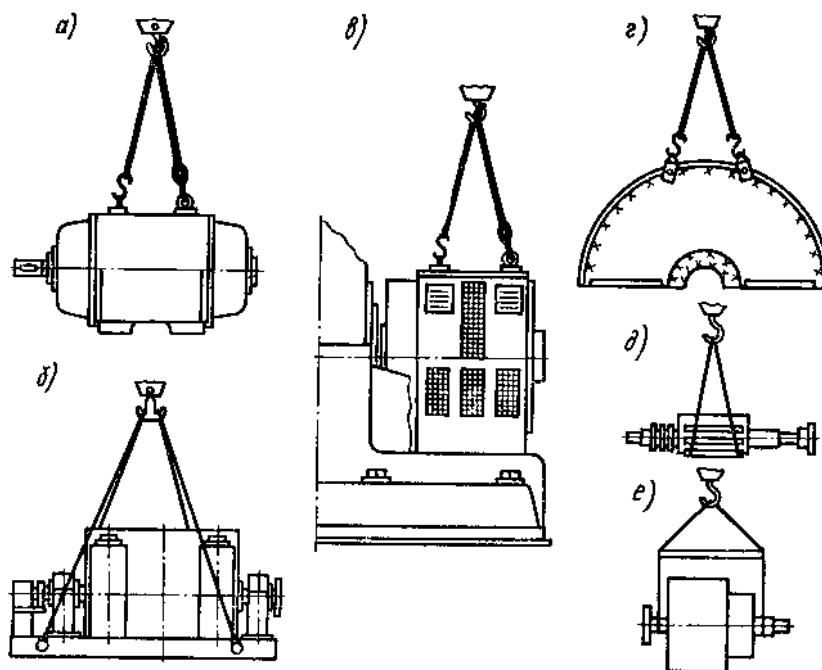


Рисунок 9.1 – Вивантаження електричних машин та їх окремих частин при переміщенні

а, б, в – зібраних машин; г – торцевого щита; д, е – ротора

Безпосередньо перед початком монтажу проводять ревізію і регулювання електричних машин і апаратів. При ревізії перевіряють кріплення обмоток, наявність дошки з вивідними затискачами, справність активної сталі, відсутність вм'ятин, іржі, стан виводів обмоток, колектора і щіткових пристроїв у машин постійного струму і контактних кілець у машин змінного струму, шийок валів, правильність з'єднань обмоток, величини зазорів, опір ізоляції обмоток. У електричних апаратів перевіряють і регулюють одночасність включення контактів, розчин контактів, роботу механізмів зачеплення і спрацьовування та ін. Виявлені

дрібні дефекти усувають власними силами. Для усунення серйозних дефектів апарати відправляють на завод-виробник або в спеціальні ремонтні майстерні.

Машини та апарати, які прибувають на монтаж в зібраному вигляді, розбирають тільки в тому випадку, якщо виникають сумніви в їх справності після транспортування і зберігання. Розбирання і наступну збірку машин та апаратів роблять так, як це зазначено в інструкції заводу-виготовлювача. На першій стадії монтажу низьковольтної пускорегулювальної апаратури, приладів контролю та захисту відповідно до загальних принципів організації електромонтажних робіт розмічають і пробивають гнізда і отвори в будівельних основах для кріплення і закладення в них опорних конструкцій або кріпильних деталей.

Розмітку ведуть за відмітками на підлозі, які наноситься на стінах або перегородках (представниками будівельної організації) чорною фарбою у вигляді смуг шириною 10 і довжиною 100-150 мм відповідно до даних креслень проекту або за розмірами, знятим з натури, користуючись шаблонами для прискорення цієї операції (останнє особливо доцільно при установці великої кількості однотипного обладнання). Розмітку починають з нанесення основних вертикальних і горизонтальних осей місць встановлення обладнання, а потім розмічають місця закладення опорних конструкцій або кріпильних деталей (болтів, шпильок, дюбелів і т. п.).

На металевих опорних поверхнях обладнання кріплять або безпосередньо гвинтами і болтами, або за допомогою конструкцій, приварюється електрозварюванням до металевих опорних поверхонь. Кріпильні деталі та опорні конструкції, якщо вони не випускаються заводами, виготовляють в майстерні за ескізами групи підготовки виробництва або кресленням проекту.

### ***3 Монтаж електричних машин***

Машини невеликої потужності. Електричні машини, що надходять на монтаж в комплекті з механізмом, монтують на другій стадії виробництва електромонтажних робіт, коли повністю підготовлені майданчики чи конструкції для їх установки. У електродвигунів з підшипниками ковзання підшипники промивають і заповнюють маслом. Заводське мастило підшипників кочення при



установці невеликих машин звичайно не замінюють. Перевіряють стан ізоляції обмоток електричних машин і, якщо виникає необхідність, сушать обмотки. Підготовлені таким чином машини доставляють на монтажний майданчик, де їх встановлюють, об'єднують у пару двигунів з робочими механізмами і генераторів з двигунами та підключають до мережі через пускорегулюючі апарати. Перед установкою електродвигунів за установочними розмірами виготовляють і встановлюють кріпильні конструкції і деталі.

Електродвигуни встановлюють на металевих конструкціях (рисунок 9.2, а), безпосередньо на підлозі (рисунок 9.2, б) або на фундаменті і кріплять за допомогою болтів. При з'єднанні електродвигуна з робочим механізмом через ремінну передачу його встановлюють на полозки, які дають можливість змінювати відстань між валами електродвигуна і робочої машини і тим самим регулювати натяг приводного ремня (рисунок 9.2, в). Електродвигуни піднімають на майданчик, де їх встановлюють за допомогою кранів, блоків чи талів.

Електродвигуни з'єднують з робочими механізмами за допомогою з'єднувальних муфт різних конструкцій, а також через зубчасту, ремінну (клиноремінну) або фрикційну передачу. При всіх способах сполучення положення електродвигуна перевіряють за рівнем схилу і регулюють за допомогою металевих прокладок. При ремінній передачі необхідною умовою правильного сполучення електродвигуна з механізмом є дотримання паралельності валів, а також розташування середніх ліній їх шківів на одній прямій лінії. Центрування з'єднуються муфтою валів електродвигуна і вони приводять в обертання робочого механізму роблять за допомогою двох скоб, закріплених на валах електродвигуна й робочого механізму (рисунок 9.3, г). Повертаючи одночасно вали електродвигуна і механізму на 90, 180, 270, 360 °, досягають, щоб відстані а не між центрувальними скобами були постійні. Биття муфт і співвісність валів допускаються в межах відповідно в залежності від типу муфти і числа обертів двигуна від 0,02 до 0,05 мм і від 0,04 до 0,15 мм. При зубчастій передачі домагаються паралельності валів електродвигуна і механізму і правильного зачеплення зубчастих шестерень, тобто однакового зазору між зубами сполучених шестерень по всій їх товщині. Невідповідність валів повинна бути не більше 0,5 мм.

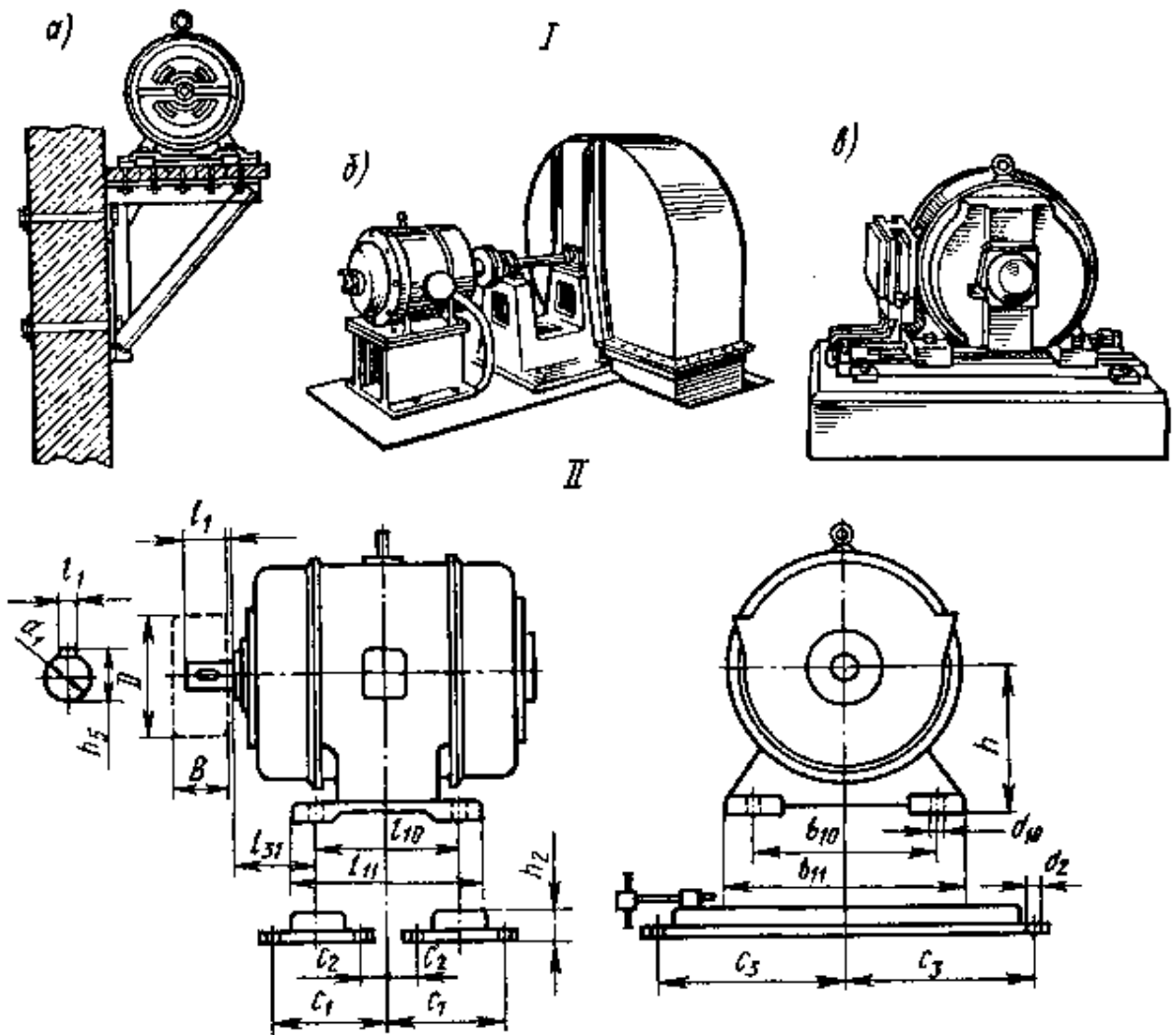


Рисунок 9.2 – Установка электродвигунів невеликої потужності (I) та позначення установлених розмірів (II)

$d_1, l_1$  – діаметр та довжина робочого кінця вала;  $b_1$  – ширина шпонки;  $l_{10}$ ,  $b_{10}$  – відстань між отворами в лапах в поперечній та повздожній вісях;  $b_{11}, l_{11}$  – найбільша відстань лап в поперечній та повздожніх вісях;  $h$  – висота осі обертання машини;  $d_{10}$  – діаметр отворів в лапах;  $l_{31}$  – відстань між отворами в лапах та початком робочого кінця вала;  $D, B$  – діаметр та ширина шківів;  $C_1, C_2, C_3$  – відстані від центральної лінії до отворів в ковзанах;  $h_2$  – висота ковзанів;  $d_2$  – діаметр отворів в ковзанах

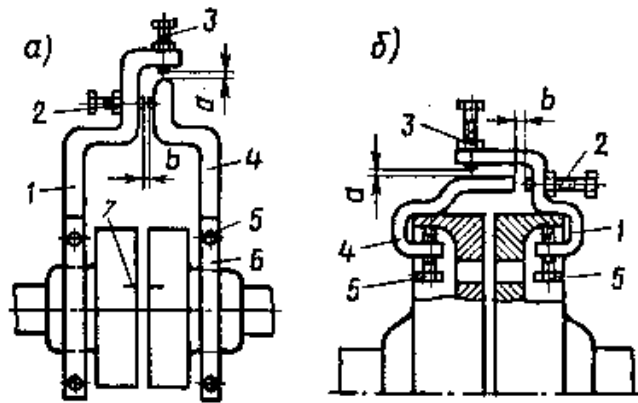


Рисунок 9.3 – Центрування валів

А – центрувальні скоби для центрування по втулках напівмуфт; б – для центрування по ободам напівмуфт; 1, 4 – скоби; 2,3 – болти для вимірювання зазорів; 5 – болти для кріплення; 6 – хомут; 7 – рейки

Електричні машини великої потужності. Електричні машини змінного і постійного струму, що надходять на місце установки в зібраному вигляді, встановлюють без розбирання, але з попередньою ревізією. Монтаж починають з установки фундаментної плити, рами або «санчат» на фундамент з металевими прокладками товщиною 10 мм і більше для грубої і 0,5–5 мм для точного вивірення горизонтального положення плити, рами або санчат. Прокладки встановлюють по всьому периметру опорних площин через кожні 400 мм так, щоб вони виступали за краї плити, рами і санчат на 25–50 мм. Одночасно в анкерні колодязі вставляють фундаментні болти. Близько фундаментних болтів з обох сторін мають прокладки. Горизонтальне положення фундаментних плит, рам і санчат перевіряють за рівнем, за допомогою перевірочних лінійок, покладених на опорні площини. Регулюють плити за допомогою прокладок.

Після того як фундаментні плити, рами й «санчата» вивірені, на них встановлюють електричну машину і вивіряють пару осей валів електричної машини і робочого механізму по центрувальні скобах.

Якщо монтують агрегат з двох і більше електричних машин (наприклад, двигун – генератор – збудник), то регулювання положення ліній валів починають з машини, що має два підшипники. Вал цієї машини встановлюють строго

горизонтально, а лінії валів у проміжних підшипників – по плавній кривій, що відповідає природному прогину валів від власної маси. При сполученні двох валів, що мають три підшипника, нахили шийок валу, що лежить на двох підшипниках, не повинні змінюватися при приєднанні другої валу. Це досягається регулюванням третього підшипника у вертикальній площині. Правильність сполучення перевіряють виміром величини биття кінця валу, має один підшипник, з допомогою індикатора.

Після остаточної перевірки положення електричної машини на фундаментній плиті, рами або полозку, поєднання її з робочими механізмами і здачі за актом фундамент разом з плитою, рамою або санчатами заливають цементним розчином. При цьому ретельно заповнюють отвори, в яких закладені фундаментні болти і зазори під плитою, рамою або санчатами. Якщо дозволяє конструкція плити або рами, то цементним розчином заповнюють всю їхню внутрішню частину, залишаючи вільними лише місця проходу болтів крізь плиту.

Потім мегомметром перевіряють стан ізоляції обмоток електричної машини, повітряні зазори в «міжметалевий» просторі по всьому колу (для різних машин вони різні в залежності від вимог заводських інструкцій), промивають і заливають чистим маслом підшипники ковзання. У машинах постійного струму перевіряють стан колектора, щіток, щіткового механізму.

Монтаж розібраних машин роблять у такій послідовності: розпакування та розміщення вузлів на монтажному майданчику; очищення, ревізія і продування їх стисненим повітрям, підготовка фундаменту; установка фундаментної плити; монтаж стояків підшипників; установка статора на плиту; монтаж ротора, центрування і сполучення валів; пригін вкладишів і ущільнення підшипників ковзання; вивірка повітряних зазорів і осьового розбігу ротора; регулювання колектора або контактних кілець; монтаж щіткового механізму, а також систем примусової мастила і примусової вентиляції; монтаж внутрішніх з'єднань машини і її зовнішніх ланцюгів; сушка ізоляції (при необхідності); пробний пуск і регулювання систем машини; балансування ротора машини (при необхідності); приймально-здавальні випробування машини; фіксація частин машини після

обкатки на фундаментній плиті за допомогою настановних штифтів; оформлення технічної документації і здачі машини в експлуатацію.

Встановлення та вивірка фундаментної плити або рами при монтажі електричних машин, що надходять на монтажну площадку в розібраному вигляді, виконується так само, як і монтаж машин, що прибувають в зібраному вигляді. Монтаж починають з установки підшипникових стояків за заводськими ризикам і контрольним шпильках. Підшипники розбирають, їх опорні поверхні звільняють від захисних покриттів, іржі і забоїн. Перед установкою підшипникових стояків під них на плиту укладають металеві прокладки загальною товщиною 4-5 мм, за допомогою яких в подальшому регулюють положення підшипників по висоті, а також ізолюючі прокладки під одним або двома стояками, щоб виключити роз'їдання шийок паразитними струмами.

Як ізолюючих прокладок застосовують пластинки з міцного ізоляційного матеріалу товщиною 2-5 мм. Болти і контрольні шпильки ізолюють бакелітовими або трубками з товщиною стінки 2 мм, а фланці маслопроводів – електрокартону. Опір ізоляції підшипникового стояка, виміряний мегомметром на 1000 В повинен бути не менше 0,5 МОм. Потім в підшипникові стоянки встановлюють нижні вкладиші підшипників і на них укладають ротор машини, попередньо змастивши шийки його валу чистим машинним маслом.

Щоб переконатися у відсутності перекосу вкладишів підшипників, ротор повертають на кілька оборотів. Далі вивіряють (попередньо) збігу валів електричної машини і робочого механізму з насадженими напівмуфтами за допомогою лінійки і щупа і встановлюють осьові зазори (розбіг) між торцями вкладишів підшипників та заточками (галтелями) валу. Ці зазори необхідні для вільного подовження валу при його нагріванні і для можливої самоустановки ротора під впливом магнітного поля електричної машини (збірка машини повинна забезпечити симетричне розташування сердечників статора і ротора, однак при складанні може бути допущена деяка похибка, що призводить до самоустановки ротора).

Осьові зазори по обидві сторони вкладишів підшипників регулюють з урахуванням того, що з боку зовнішніх підшипників, тобто підшипників з боку

розташування контактних кілець або колектора, вони повинні бути більше. У машин з діаметром шийки вала до 200 мм ці зазори у підшипника приймають рівними 2–4 мм, а при діаметрах більше 200 мм – 2% діаметра валу.

Вал ротора перевіряють індикатором на відсутність радіального биття в шийках, місцях установки ущільнень підшипників і щитів статора, а також поблизу ротора. Для валів з діаметром шийки вала до 200 мм допустима величина биття 0,02 мм. Переконавшись у правильності установки ротора в підшипниках, ще до установки статора роблять регулювання суміщення валів.

Після цього ротор піднімають краном, відводять убік і на місце встановлюють статор електричної машини, керуючись заводськими ризиками на окремих його частинах і контрольними шпильками (рисунок 9.4).

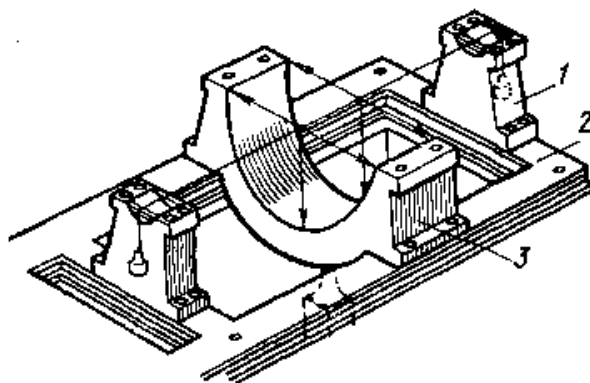


Рисунок 9.4 – Вивіска підшипникових стійок та станин електричних машин  
1 – стійка підшипники; 2 – рама; 3 – станина машини

Правильність установки статора вивіряють по струні, натягнутої уздовж осі підшипникових стояків, і по штихмасу, за допомогою сталевих прокладень, підкладаючи в них під опорні лапай статора. Потім знімають один з підшипникових стояків, ротор заводять в статор, переміщують його усередині статора до виходу на півметра за межі статора і укладають на дерев'яні прокладки для того, щоб переставити стропи на роторі повністю ввести його в статор. Знятий підшипниковий стояк встановлюють на певне місце; ротор укладають в підшипники (рисунок 9.5) і ще раз перевіряють осьові проміжки.

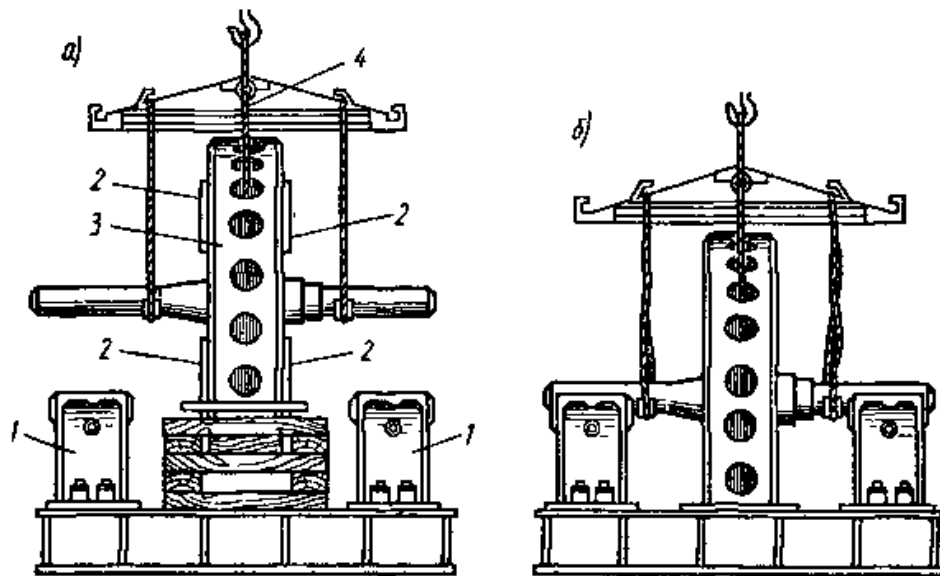


Рисунок 9.5 – Ввід ротора в статор

а – стропування та підняття статора та ротора; б – установка вала в підшипник та опорні лапи на плиту; 1 – підшипниковий стояк; 2 – пакет електрокартону; 3 – станина статора; 4 – середній строп

Після того, як положення ротора в підшипниках вивірене, остаточно регулюють положення статора так, щоб осі симетрії сердечників статора і ротора співпадали, і регулюють проміжок між статором і ротором. Проміжки вимірюють щупом в чотирьох діаметрально протилежних точках. У машинах постійного струму проміжки вимірюють під серединою кожного полюса. Перед закриттям підшипників перевіряють проміжки між верхнім вкладишем підшипника і шийкою валу і між вкладишем і кришкою підшипника (рисунок 9.6).

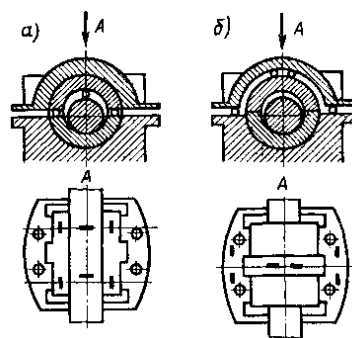


Рисунок 9.6 – Зазори в підшипниках (контрольні точки)

А – між вкладишем та валом; б – між вкладишем та кришкою

Проміжок визначають по товщині сплюснутих при затягуванні болтів поперечно закладених в підшипник дротів. Потім виконують внутрішні з'єднання обмоток, регулюють щітковий механізм, монтують масляну або повітря системи охолодження, вимірюють вібрацію підшипникових опор. Потім визначають середньоквадратичне значення вібраційної швидкості, яке має бути не понад 4,5 мм/з, і приступають до сушки машини (якщо це потрібно). Остаточні результати регулювань і вимірів заносять в монтажний паспорт електричної машини.

#### ***4 Сушка електричних машин***

Електричні машини сушать при незадовільних ізоляційних характеристиках, що вказують на зволоженість ізоляції. Сушку проводять до встановлення електричних машин в тому випадку, якщо вони довгий час зберігалися в приміщенні і виміри показують на зволоженість ізоляції. Обмотки електричних машин перед сушінням очищають від забруднень і осілого пилу, продуваючи сухим і чистим повітрям. У випадку тривалого безпосереднього попадання води на обмотки вимірювання і випробування, пов'язані з подачею напруги, слід виконувати після контрольного прогріву і підсушування шляхом зовнішнього нагріву. Сушку шляхом пропускання струму по обмотках електричних машин можна виконувати, якщо опір ізоляції обмоток статора машин змінного струму і обмотки якоря машин постійного струму не менше 50 кОм, а опір ізоляції обмоток ротора машин змінного струму і обмоток збудження машин постійного струму не менше 20 кОм.

Корпус машини, підготовлений для сушіння, повинен бути надійно заземлений. Сушку машин в залежності від місцевих умов виконують зовнішнім нагрівом, інфрачервоними променями, індукційними втратами в сердечнику, втратами в провідниках обмоток, струмом к. з. і т. п. (рисунки 9.7).

Під час сушіння в найбільш нагріваються частинах обмоток електричних машин, на поверхні сталевого ротора і статора систематично вимірюють температуру ртутними термометрами, температурними детекторами (термометри опору або термопари) або розраховують температуру обмоток по вимірах опору обмоток.



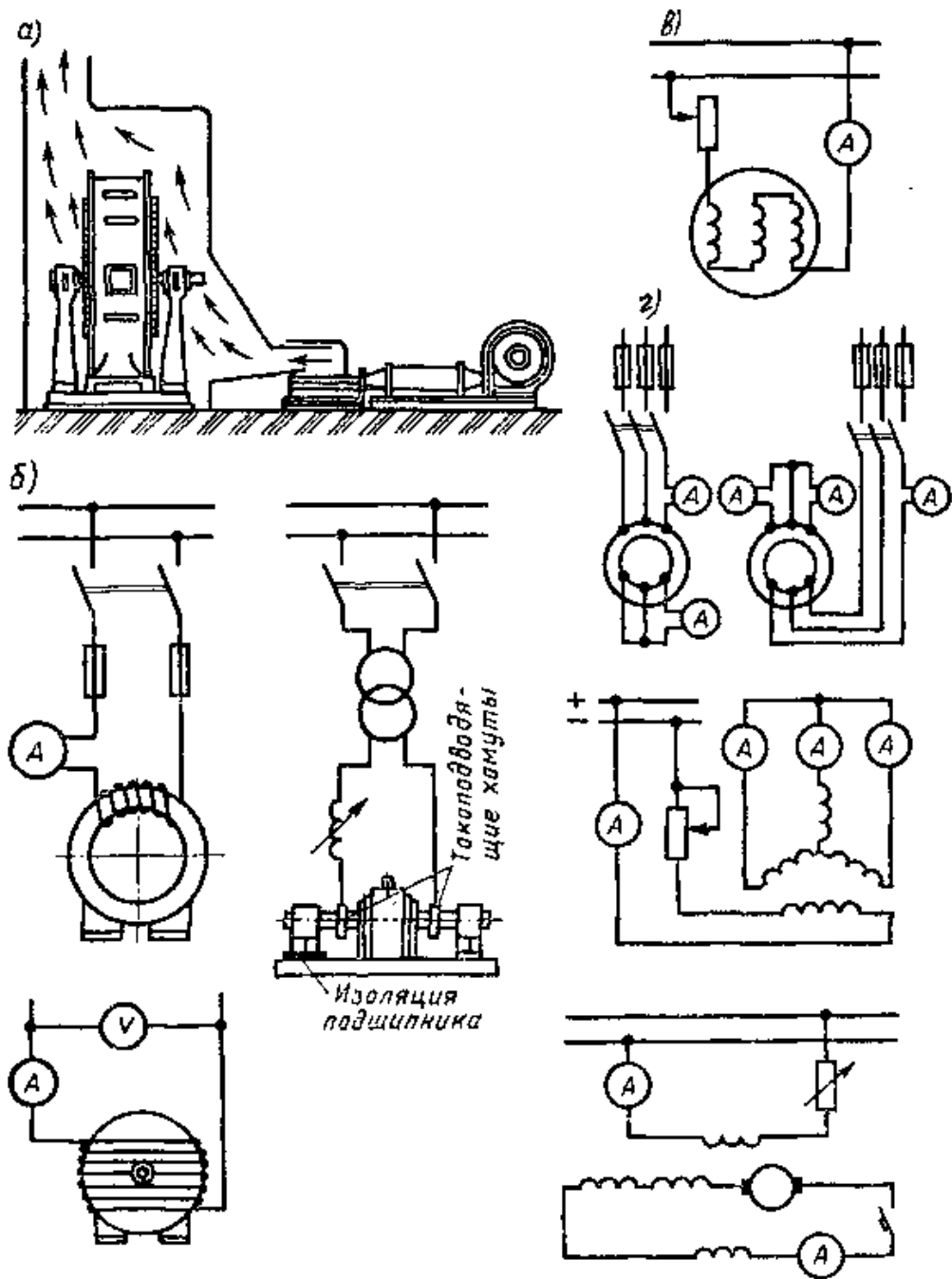


Рисунок 9.7 – Способи сушки машини

а – безпосереднім нагрівом теплим повітрям; б – методом індукційних втрат; в – методом втрат в обмотках; г – методом короткого замикання обмоток

У процесі сушіння ведуть журнал, в який крім заводських характеристик, місця установки машин, методу сушіння та іншого заносять електричні параметри і температуру в усіх контрольованих точках машин, а також викреслюють криві зміни температури і опору ізоляції обмоток в часі.

Здачу-приймання змонтованих електричних машин проводять відповідно до вимог СНІП. Після пред'явлення необхідної здавальної документації персонал замовника за участю представників монтажної і налагоджувальної організацій проводить комплексні випробування на холостому ході і оформляє акт здачі-приймання електричних машин.

### ***5 Монтаж апаратів управління електричними машинами***

Панелі розподільчих щитів, щитів керування та захисту, що відносяться до апаратів управління, встановлюють в щитовому приміщенні або безпосередньо в цеху на заздалегідь підготовленій основі (зазвичай на напрямних з швелерного сталі). Установку починають з середньою в ряду панелі. Конфіденційність вивіряють за рівнем і схилу і з'єднують між собою і з напрямними допомогою болтів або електрозварюванням. Після цього розпаковують прилади і апарати (перед відправкою щитів на монтаж з майстерні прилади захисту й вимірювальні прилади знімають і упаковують окремо), чистять їх, ще раз перевіряють справність рухомого та контактної систем, відсутність обривів і комплектність, встановлюють на панелі і підключають до них дроти вторинної комутації.

Під корпусом реле ставлять прокладки з електрокартону, а кріпильні болти забезпечують гумовими шайбами. Потім зняті для зручності транспортування збірні шини встановлюють на місце і налагоджують прилади та апарати. Всі прилади і апарати мають строго вертикально, за винятком тих, які за умов нормальної роботи повинні знаходитися в горизонтальному або похилому положенні (тут повинна бути дотримана сувора горизонтальність установки або прилад повинен бути укріплений точно під потрібним кутом нахилу).

Станції управління в майстерні збирають у щити (ЩСУ), монтуючи на сталевому каркасі, потім перевозять на майданчик і встановлюють у спеціальні приміщення або на майданчиках у цехах, поблизу від обслуговуваних ними

електродвигунів. При установці на каркасі станцій управління між ними залишають невеликі зазори. Конфіденційність кріплять до каркаса болтами. Іноді панелі магнітних станцій (зазвичай одиночні) монтують в шафах і в такому вигляді відправляють у цех.

Магнітні пускачі, контактори, пускові ящики та інші апарати встановлюють у комплекті з кнопками управління. Магнітний пускач разом з кнопковою станцією, а часто і ціла група магнітних пускачів, які встановлюються в одному місці, одночасно з опорною конструкцією є монтажні вузли і блоки, що виготовляються централізовано в майстернях. Такі готові вузли встановлюють на заготовлені заздалегідь кріпильні пристрої. Магнітні пускачі та контактори встановлюють у строго вертикальному положенні; нормальна висота їх установки від статі 1500–1700 мм. Металеві конструкції, на яких кріплять пускові пристрої, а також металеві кожухи магнітних пускачів, кнопок управління і контакторів надійно заземлюють, підключаючи до них відгалуження від заземлювальної шини або будь-якого іншого заземлюючого провідника.

Пускові реостати з масляним охолодженням встановлюють на металевій або залізобетонній конструкції (у вигляді стільця) і кріплять до неї чотирма болтами. Висоту конструкції для установки реостата вибирають з таким розрахунком, щоб маховичок реостата знаходився на висоті 700–800 мм від підлоги. Реостати з повітряним охолодженням встановлюють на металевих конструкціях, укріплених на стіні, з зазором між опорною поверхнею та секціями реостата 50–100 мм для кращого їх охолодження.

Кулачкові контролери та командоапарати монтують подібно пусковим реостатів з масляним охолодженням. Контролер або командоапарат встановлюють безпосередньо на опорній поверхні або через додаткову конструкцію по схилу і рівню так, щоб висота штурвала над підлогою була не більше 1100 мм. При їх установці слід забезпечити хороший огляд робочого місця і зручність керування.

## **Лекція №10**

**Тема:** Управління енергетичним господарством, завдання експлуатації.  
Зміст планово-попереджувальних ремонтів

**Мета:** Ознайомитися із завданнями експлуатації електроустаткування, зі змістом планово-попереджувальних ремонтів.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1 Завдання експлуатації.
- 2 Управління енергетичним господарством.
- 3 Організація і зміст планово-попереджувального ремонту.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промислових підприємств и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Завдання експлуатації*

Енергетична служба зобов'язана забезпечувати надійне та безперебійне й безпечне постачання виробництва всіма видами енергії та енергоносіїв. Вона покликана забезпечувати виконання виробничої програми підприємства, не беручи безпосередню участь у випуску продукції. У той же час без енергетичної служби не може здійснюватися виробнича діяльність підприємства, неможливий випуск продукції. На відміну від інших видів обладнання (наприклад, верстатного) вихід з ладу або аварія енергетичного обладнання (трансформатора, електродвигуна, котла, компресора тощо), а також ділянки енергетичної мережі має не тільки самостійне значення, але й може викликати простої виробничих ділянок, цехів.

Стан енергетичного обладнання та мереж багато в чому визначає умови праці працюючих на підприємствах (ступінь освітленості, рівень шуму, забезпечення мікроклімату), отже, активно впливає на продуктивність праці. Від справності енергетичного обладнання та мереж залежить економічність режимів роботи електричного і технологічного устаткування. Тому повинна бути ретельно продумана система профілактичного контролю і ремонтів енергетичного обладнання та мереж в поєднанні з їх резервуванням.

Так як енергетична служба не створює безпосередньо матеріальних цінностей, що входять в товарну продукцію підприємства, і її діяльність пов'язана зі збільшенням накладних витрат, то виконання покладених на неї завдань має здійснюватися з мінімальними витратами.

Важливий фактор у роботі промислових підприємств – економія паливно-енергетичних ресурсів. Майже на кожному підприємстві є непродуктивні витрати палива та електроенергії, наприклад, витрата електроенергії на холостий хід обладнання; втрати електроенергії, пов'язані із застосуванням недовантаженого електрообладнання; невиправдане використання електричного світла в денні години та ін. Боротьба з непродуктивними витратами електроенергії має велике народногосподарське значення.

## ***2 Управління енергетичним господарством.***

Керівництво енергетичним господарством підприємства, його безперебійне та раціональне постачання всіма видами енергії, експлуатація та ремонт енергетичного обладнання та енергетичних мереж здійснюється відділом головного енергетика. Відділ головного енергетика очолюється головним енергетиком, який адміністративно і технічно підпорядковується безпосередньо головному інженеру підприємства. Конкретна структура відділу головного енергетика (ВГЕ) визначається завданнями, покладеними на ВГЕ в конкретних умовах даного підприємства. Незважаючи на різноманітність задач і функцій енергетичної служби на різних підприємствах, організаційна структура і масштаби ВГЕ залежать від обсягу та складності енергетичного господарства з урахуванням відповідальності енергетичних об'єктів за забезпечення безперебійної роботи підприємств та особливих вимог до експлуатації з боку техніки безпеки.

На рисунку 10.1 наведена схема організаційної структури ВГЕ для енергетичного господарства середньої складності. На схемі показані всі служби, які відносяться до ВГЕ. Електрогосподарство є складовою частиною енергетичного господарства підприємства. Пунктирною лінією обведені підрозділи, що відносяться до електрогосподарства або займаються всіма питаннями ВГЕ, включаючи питання електрогосподарства.

Проектно-конструкторське електробюро має своїм основним завданням технічне забезпечення експлуатації, ремонтних і монтажних робіт, що ведуться енергетичними цехами. При необхідності організуються спеціалізовані бюро з обслуговування електropечей, мереж та інших установок, потреба в яких може виникнути на тому чи іншому підприємстві, які несуть практично ті ж функції, що і проектно-конструкторське бюро, але для більш вузької номенклатури обладнання та мереж.

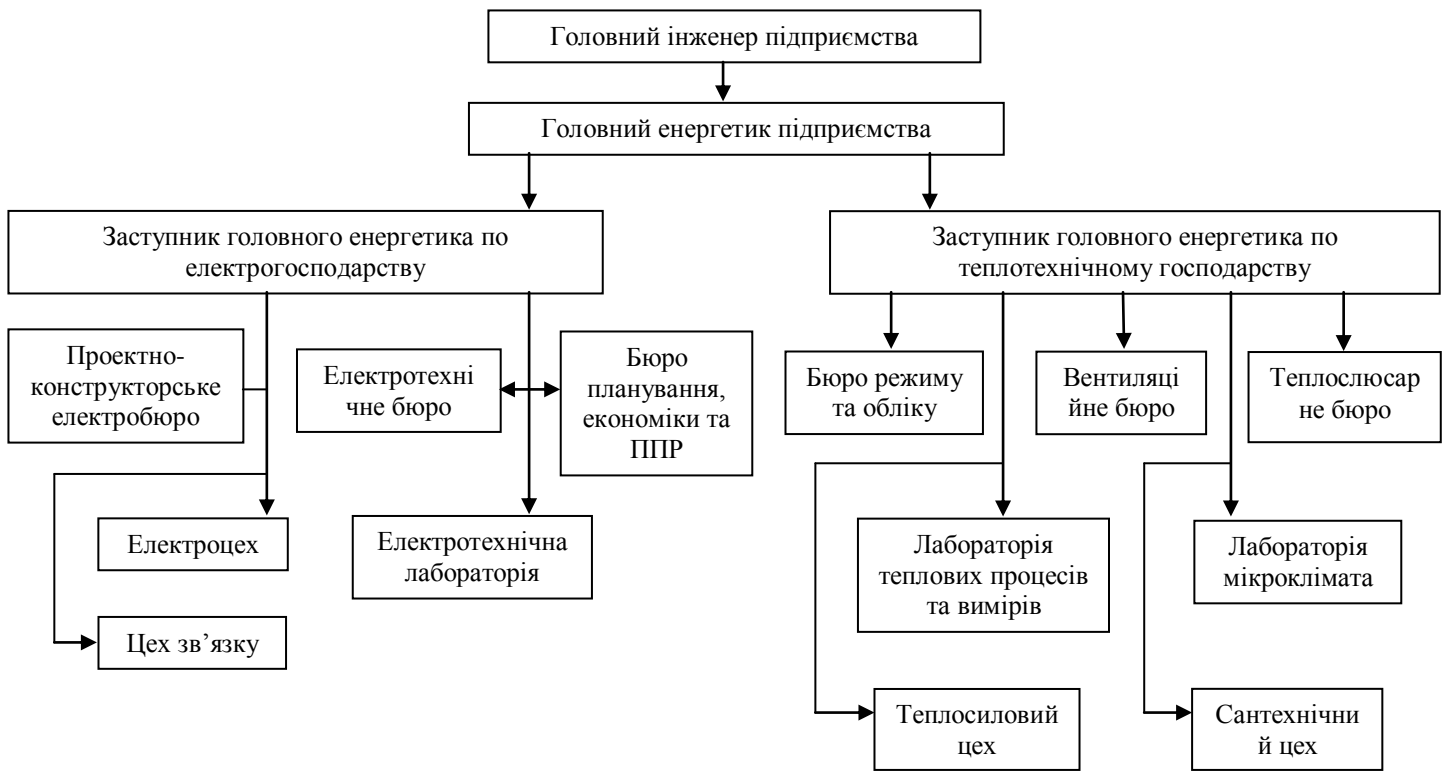


Рисунок 10.1 – Схема організаційної структури відділу головного енергетика для енергетичного господарства середньої складності

Бюро планування, економіки та планово-попереджувального ремонту (ППР) здійснює планування роботи всіх підрозділів енергетичного господарства; веде перевірку виконання поточних планів всіма підрозділами; аналізує економічну діяльність енергетичної служби; розробляє заходи щодо вдосконалення ППР. Бюро режиму та обліку веде облік витрати енергії і палива; проводить необхідну роботу з економії. Електротехнічна лабораторія виконує різні налагодження, перевірки, приймання обладнання; здійснює технічний нагляд за монтажними, ремонтними та налагоджувальними роботами; приймає участь у перевірці знань і т. п.

Електроцех здійснює експлуатацію підстанцій та високовольтних мереж, обслуговує найбільш складне електроустаткування (високовольтне, електричні печі, вантажопідйомні машини і т. п.), встановлене в цехах, ремонтує електрообладнання.

Експлуатація енергетичного господарства в цехах здійснюється групою електриків. Невеликі цехи та окремі ділянки групують за територіальною ознакою і підпорядковують обслуговування електрогосподарства одній групі електриків.

Цехові електрики виконують технічне обслуговування цехових електроустановок та деяких видів поточного ремонту.

Для здійснення експлуатації та ремонту електроустаткування підприємство має оперативний, експлуатаційний, ремонтний і ремонтно-експлуатаційний персонал.

Оперативний персонал енергетичної служби забезпечує вироблення, розподіл, перетворення і облік усіх видів енергії та енергоносіїв; контроль і необхідне регулювання їх параметрів; контроль за режимами роботи енергетичних установок. До них відноситься черговий персонал електропідстанцій, машиністи котельних, компресорних, насосних, кисневих і т. п. Оперативний персонал у випадках, коли це не відволікає його від виконання основних функцій і не заборонено правилами безпеки обслуговування відповідних установок, може повністю або частково виконувати роботи з технічного обслуговування.

Експлуатаційний персонал енергетичної служби забезпечує виконання робіт з технічного обслуговування закріпленого за ним обладнання та мереж.

Ремонтний персонал енергетичної служби забезпечує виконання робіт по ремонту енергетичного обладнання та мереж.

Ремонтно-експлуатаційний персонал - персонал, що входить до складу комплексних ремонтно-експлуатаційних бригад, що забезпечують виконання робіт з технічного обслуговування та з виконання ремонтів енергетичного обладнання та енергетичних мереж. Як правило, капітальні ремонти виконуються ремонтним персоналом.

Вимоги, що пред'являються до експлуатаційного персоналу. До персоналу, який обслуговує електрогосподарство промислового підприємства, пред'являється ряд вимог, з яких найважливішими є технічні знання і практичні навички, необхідні для виконання доручених обов'язків; вміння надати першу допомогу потерпілому при нещасних випадках; мати загальне поняття про технологію обслуговується підприємства.

Всі хто надходить на роботу піддаються медичному огляду (перелік хвороб, що перешкоджають виконанню обов'язків на тій чи іншій ділянці електрогосподарства промислових підприємств, наведено в ПТЕ. Там же дано



вказівки про терміни, після закінчення яких обслуговуючий персонал піддається повторним медичним оглядам). Потім проходять попередню підготовку: знайомляться з обладнанням та апаратурою, які їм доведеться обслуговувати; вивчають у необхідному обсязі ПТЕ і місцеві експлуатаційні та посадові інструкції, правила з техніки безпеки.

Навчання супроводжується показом практичних навичок на робочому місці працівником, який обслуговує електрогосподарство даного підприємства. Після навчання кваліфікаційна комісія (склад якої залежить від категорії працівника і визначається ПТЕ) перевіряє на робочому місці знання працівника.

Правила технічної експлуатації передбачають розподіл персоналу, що обслуговує електроустановки, за знаннями техніки безпеки на п'ять груп. На підставі зробленої перевірки кваліфікаційна комісія надає перевіреним відповідну групу. Результати перевірки знань реєструють у спеціальному журналі. При незадовільній оцінці перевірка повторюється через деякий час. Якщо електротехнічний персонал в процесі роботи порушив ПТЕ або діючі місцеві інструкції, то його піддають позачерговій повторній перевірці знань. Повторну перевірку знань призначають також у разі, якщо змінюється характер виконуваної роботи.

Підвищенню технічних знань персоналу сприяє визначення причин аварій і нещасних випадків. При цьому виявляються причини і обставини події випадку, встановлюються його винуватці та вживаються заходи для запобігання подібних випадків. Аварії та нещасні випадки обговорюють на технічних нарадах при широкому залученні експлуатаційного персоналу.

### ***3 Організація і зміст планово-попереджувального ремонту.***

Планово-попереджувальний ремонт (ППР) є сукупністю організаційно-технічних заходів щодо планування, підготовки, організації проведення, контролю та обліку різного виду робіт з технічного догляду та ремонту енергетичного обладнання та мереж. ППР проводиться за заздалегідь складеним планом і забезпечує безвідмовну, безпечну і економічну роботу енергетичних пристроїв підприємства при мінімальних ремонтних та експлуатаційних витратах.

Профілактична сутність ППР полягає в тому, що після заздалегідь визначеного напрацювання устаткування або ділянки мережі проводяться планові огляди, перевірки, випробування і ремонт, які забезпечують подальшу нормальну роботу обладнання та мережі.

ППР передбачає такі види робіт: технічне обслуговування, огляди, перевірки (випробування), поточний і капітальний ремонт. В останні роки промисловість перейшла на дворівневу структуру ремонту, яка не передбачає середнього ремонту, а роботи, які проводяться при середньому ремонті, відносять до поточного або до капітального ремонту.

Основою системи ППР, що визначає трудові та матеріальні витрати на ремонт, є ремонтний цикл та його структура. Ремонтний цикл – це тривалість роботи обладнання в роках між двома капітальними ремонтами. Для нового обладнання ремонтний цикл обчислюється з моменту введення його в експлуатацію до першого капітального ремонту.

Структурою ремонтного циклу називають порядок розташування і чергування різних видів ремонтів і ТО в межах одного ремонтного циклу. Час роботи обладнання, виражений в місяцях календарного часу між двома плановими ремонтами, називається міжремонтним періодом. Розробляючи ППР для конкретного електрообладнання, величину ремонтного циклу і його структуру призначають такими, щоб була забезпечена надійна робота обладнання при заданих умовах. Склад і обсяг робіт, здійснюваних при технічному обслуговуванні і ремонтах конкретного обладнання, наводиться у відповідних розділах. Загальні вимоги до цих робіт наступні.

Технічне обслуговування – комплекс робіт для підтримання в справності обладнання і мереж. Воно передбачає догляд за обладнанням та мережами, проведення оглядів; систематичне спостереження за їх справним станом; контроль режимів роботи; дотримання правил експлуатації та експлуатаційних інструкцій; усунення дрібних несправностей, що не вимагає відключення обладнання та мереж; регулювання, чистку, продувку і змащення.

У завдання технічного обслуговування входить також швидке, яке не потребує поточного ремонту, відновлення працездатності вимкненого обладнання

або ділянки мережі. Технічне обслуговування проводиться в процесі роботи обладнання і мереж з використанням перерв, неробочих днів і змін. Допускається короткочасна зупинка устаткування і відключення мереж відповідно до місцевих інструкцій, ПТЕ і ПТБ для запобігання аварійних ситуацій.

Технічне обслуговування є одним з найважливіших профілактичних заходів системи ППР і виконується силами експлуатаційного або експлуатаційно-ремонтного персоналу. Правильно організоване технічне обслуговування - гарантія безвідмовної та економічної роботи енергетичного обладнання та мереж.

Огляди плануються як самостійні операції лише для деяких видів енергетичного обладнання та мереж з відносно великою трудомісткістю ремонту. Під час огляду перевіряють стан обладнання; проводять чистку, промивання, продування, добавку або зміну ізоляційних, змазуючи мастил; виявляють дефекти експлуатації і порушення правил безпеки, уточнюють склад і обсяг робіт, що підлягають виконанню при черговому капітальному ремонті.

Перевірки (випробування) як самостійні операції планують лише для особливо відповідального енергетичного устаткування. Вони забезпечують контроль за експлуатаційною надійністю і безпекою обслуговування устаткування і мереж в період між двома плановими ремонтами; дозволяють своєчасно виявити і попередити виникнення аварійної ситуації. В перевірку входять, наприклад, випробування електричної міцності та вимірювання опору електричної ізоляції.

Профілактичні випробування попереджають серйозні аварії і зменшують витрати на аварійні ремонти. Профілактичні випробування не виключають можливості ушкоджень в процесі їх проведення (кабель може бути пробитий при випробуванні підвищеною напругою), але вони попереджають можливість несподіваного виходу з ладу енергетичного обладнання або мережі в процесі експлуатації. Навіть якщо при цьому не буде економії в часі простою енергетичного устаткування і витрати на його ремонт, його плановий простій на час, погоджений з умовами виробництва, не викличе вимушеного, непередбаченого простою технологічного обладнання.

При проведенні профілактичних випробувань ремонтна служба готується до можливих ремонтних робіт. Таким чином, своєчасні перевірки та випробування

різко скорочують простої та можливості отримання браку продукції, що виникають при перервах в електропостачанні.

Поточний ремонт – вид ремонту обладнання та мереж, при якому шляхом чистки, перевірки, заміни швидкозношуваних частин і покупних виробів, а в необхідних випадках налагодженням забезпечується підтримка устаткування або мереж в працездатному стані. Поточний ремонт вимагає зупинки устаткування і відключення мереж. З урахуванням того, що він для більшої частини обладнання проводиться без повного розбирання основних вузлів і без розтину підземних і прихованих мереж, його виконують з використанням неробочих днів і змін.

Поточний ремонт є основним профілактичним видом ремонту, які забезпечують довговічність і безвідмовність роботи енергетичного обладнання та мереж.

Капітальний ремонт – найбільш складний і повний за обсягом вид ППР. При ньому робиться повне розбирання обладнання або розтин мережі; відновлення або заміна зношених деталей, вузлів елементів або ділянок; ремонт базових деталей, обмоток, комунікаційних пристроїв (траншей, каналів, естакад, опор і т. п.). Крім того, проводиться регулювання, налагодження і повна програма випробувань згідно ПТЕ і ПТБ з доведенням всіх характеристик і параметрів устаткування або мереж до номінальних паспортних даних із забезпеченням працездатності на період до чергового капітального ремонту. Капітальний ремонт вимагає зупинки устаткування і відключення мереж.

При капітальному ремонті в економічно обгрунтованих випадках може проводитися модернізація обладнання та мереж. При модернізації енергетичне обладнання та мережі приводяться у відповідність до сучасних вимог і покращують їх характеристики – потужність, продуктивність, надійність, довговічність, ремонтпридатність, умови обслуговування і безпека та інші показники шляхом впровадження часткових змін і удосконалень в їх схемах і конструкціях, а для мереж також способу прокладки.

Капітальний ремонт може проводитися на спеціалізованих ремонтних підприємствах (УРП) централізовано або на підприємствах, які експлуатують обладнання, власними силами децентралізовано. Обидва принципи організації

ремонті енергетичного обладнання – централізований і децентралізований – не виключають, а доповнюють один одного, мають широке поширення, свої області застосування.

За останні роки кількість УРП і їх потужність значно зросли; підвищилися технічний рівень технології та рівень організації централізованого ремонту; знизилася собівартість ремонту, покращилася його якість. Основні економічні показники при централізованому ремонті – собівартість, продуктивність праці, фондівіддача з одиниці виробничої площі – значно кращі, ніж при децентралізованому. Тому кожне підприємство повинно максимально використовувати можливість передачі ремонту, випробувань і налагодження енергетичного обладнання та мереж спеціалізованою ремонтно-налагоджувальною організацією. Ремонт силами ремонтної служби підприємства слід проводити лише для тих видів енергетичного обладнання та мереж, які нині централізовано не ремонтуються або які в конкретних умовах ремонтувати централізовано економічно недоцільно.

Спеціалізовані підприємства проводять, як правило, лише капітальний ремонт електрообладнання, а він по своїй трудомісткості становить залежно від виду обладнання 7–18%. Решта 82–93% складають витрати на профілактичні види ремонту та технічного обслуговування. Тому розвиток централізованого ремонту не виключає в даний час вдосконалення організації профілактичних ремонтів енергетичного обладнання та мереж безпосередньо на кожному підприємстві силами ремонтних служб підприємств. При подальшому розвитку УРП, коли вони зможуть взяти на себе проведення всіх видів ремонту для всіх видів енергоустаткування і мереж, підприємства отримають можливість повністю ліквідувати свої ремонтні бази (цехи, дільниці, майстерні). Можливість централізації в таких масштабах підтверджується практикою низки виробничих і будівельних об'єднань.

На підприємствах капітальний ремонт проводиться, як правило, в електроремонтних цехах, а інші види ремонту можуть проводитися централізовано, децентралізовано або мати змішану організацію ремонту. На невеликих підприємствах з невеликою кількістю електрообладнання всі види ремонту

централізовані; на великих підприємствах і середніх використовують децентралізовану чи змішану форму.

Планово-попереджувальний ремонт електрообладнання і мереж здійснюється відповідно до річного плану – графіку, який узгоджується з головним механіком підприємства, зацікавленими службами і затверджується головним енергетиком підприємства. Річний план ППР є основним документом, на основі якого визначають термін ремонту, потреба в ремонтно-експлуатаційному персоналі, в матеріалах, запасних частинах, у купівельних комплектуючих виробках. Ремонт електрообладнання та мереж, що працюють з сезонним навантаженням (котельні, бойлерні, холодильні, насосні установки, системи кондиціонування повітря і т. п.), передбачається в період їх найменшого завантаження для виключення або зведення до мінімуму виробничих втрат, пов'язаних з простоєм обладнання через ремонт.

Норми трудомісткості поточного та капітального ремонту встановлюють з досвіду роботи ряду електроремонтних цехів і заводів різних міністерств.

## Лекція №11

**Тема:** Експлуатація внутрішньо-цехових електричних мереж. Експлуатація освітлювальних установок

**Мета:** ознайомитися з правилами приймання в експлуатацію внутрішньо-цехових електричних мереж та з експлуатацією освітлювальних установок.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Приймання в експлуатацію внутрішньо-цехових електричних мереж.
- 2 Експлуатація внутрішньо-цехових електричних мереж.
- 3 Експлуатація освітлювальних установок.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручники.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Приймання в експлуатацію внутрішньо-цехових електричних мереж.***

При огляді знову змонтованих електромереж і освітлювальних установок приймальна комісія перевіряє й підтверджує, що:

а) кабелі й проводи мають захист у тих місцях, де вони можуть піддаватися механічним пошкодженням; а в місцях дотику з гарячими трубопроводами мають тепловий захист або мають теплостійку ізоляцію;

б) електропроводка добре закріплена й не має провисань;

в) при прокладці кабелів у каналах виробничих приміщень вони не мають покриву з небезпечної (в пожежному відношенні) кабельної оболонки;

г) труби не мають вм'ятин або інших ушкоджень, що можуть утруднити протягання через них проводів і кабелів;

д) проходи через стіни незахищених проводів, де зазвичай накопичуються волога й пил, виконані в ізоляційних трубах;

е) світильники аварійного освітлення мають фарбування або які-небудь інші розпізнавальні знаки, що відрізняють їх від інших світильників;

ж) висота підвісу світильників повинна бути не менше передбаченої нормами, щоб уникнути сліпучого дії;

з) станції керування, автомати, пускачі й рубильники мають написи, що точно визначають їх призначення;

и) переносні світильники ремонтного висвітлення отримують живлення від мережі напругою 36 В;

к) кінцеві кабельні муфти й заробки міцно закріплені й заземлені до оболонки (екрану) і броні кабелю і до заземлюючого болта металевого корпусу муфти (вільний кінець проводу заземлення окінцьований; він служить для приєднання до заземлюючого болта опорної конструкції муфти або закладення);

л) розділові ущільнення проводів і кабелів, прокладених у трубах у вибухонебезпечних зонах, виконані в коробках КПЛ, що передбачають можливість випробування надійності виконання розділового ущільнення.

При прийманні в експлуатацію знову змонтованих силових і освітлювальних електропроводок напругою до 1000 В перевіряють опір їх ізоляції за допомогою мегаомметра. Вимір проводять на ділянці між двома суміжними



автоматами (запобіжниками) або за останніми автоматами (запобіжниками) між будь-яким проводом і землею, а також між двома будь-якими проводами. Опір ізоляції в силових ланцюгах вимірюють при відключених струмоприймачах, апаратах і приладах. В освітлювальних колах лампи викручують, а штепсельні розетки, вимикачі, автомати й групові щитки залишають приєднаними до мережі. Ізоляція силових і освітлювальних електропроводок є задовільною, якщо її опір становить не менш 0,5 МОм.

Труби, які застосовуються для електропроводок у вибухонебезпечних зонах для відкритої прокладки, офарблюють усередині й зовні. При схованій прокладці труби офарблюють тільки усередині. Фарбування електротехнічних трубопроводів, що відкрито прокладаються, відрізняється від фарбування технологічних трубопроводів. Труби для відкритої прокладки в приміщеннях з хімічно активним середовищем також мають зовні й усередині антикорозійне покриття, передбачене проектом.

Розділові ущільнення в коробках типу КПЛ, установлені на трубопроводах у вибухонебезпечних зонах класів В-I, В-Ia, В-II, випробують тиском 250 кПа протягом 3 хв; допускається падіння тиску в розділовому ущільненні не більш ніж до 200 кПа.

При установці на трубопроводі для розділового ущільнення однієї коробки КПЛ випробовується весь трубопровід, розташований у вибухонебезпечній зоні після розділового ущільнення. При цьому трубопроводи після монтажу проводів і кабелів випробовують на щільність, включаючи й розділове ущільнення, стисненим повітрям з тиском: 250 кПа у зонах класу В-I; 50 кПа у зонах класів В-Ia й В-II. При цьому протягом 3 хв тиск не повинний зменшуватися більш ніж на 50 % від допустимого.

При випробуванні трубопроводів тиском клемні коробки ущільнюють гумовими прокладками, які по закінченню випробування знімають.

## ***2 Експлуатація внутрішньо-цехових електричних мереж***

При експлуатації внутрішньо-цехових електромереж стан електроізоляційних матеріалів, які застосовуються в електропроводах, має велике

значення. Адже, при запиленні й забрудненні знижуються електроізоляційні властивості ізоляції. Перегрів ізоляції одночасно зі зниженням електроізоляційних властивостей робить її механічно менш міцною. Як наслідок цього виникають електричні пробої, що приводять до передчасного виходу з ладу електропроводок.

Іншим елементом внутрішньо-цехових електромереж, що забезпечують надійну їхню експлуатацію, є електричні контакти, які при експлуатації поступово окисляються й слабшають. У результаті цього перехідний опір контактів збільшується, що викликає їхній неприпустимий перегрів і зниження якості. Щоб забезпечити безперебійну роботу внутрішньо-цехових мереж і нормальний термін їх служби, у процесі експлуатації проводять нагляд і необхідну перевірку і, якщо після потрібно, проводять своєчасний ремонт.

Необхідна частота оглядів внутрішньо-цехових електромереж залежить в основному від умов експлуатації й навколишнього середовища. У вологих цехах (та інших цехах з небезпечним середовищем), що є шкідливим для ізоляції електричних мереж, огляд проводять частіше, ніж у цехах з нормальним середовищем. Терміни й зміст оглядів електромереж затверджує головний енергетик підприємства відповідно до чинних правил технічної експлуатації (ПТЕ) з урахуванням специфічних особливостей кожного підприємства.

У приміщеннях з нормальним середовищем огляд внутрішньо-цехових електромереж зазвичай проводять один раз у шість місяців, а в приміщеннях з несприятливим середовищем (сирі з їдкими парами та ін.) – один раз у три місяці. Ремонт внутрішньо-цехових електромереж проводять по мірі необхідності, на основі результатів оглядів і перевірок.

Огляд внутрішньо-цехових електромереж дозволяють проводити персоналу відповідної кваліфікації з обов'язковим дотриманням обережності. При оглядах забороняється, зокрема, знімати електротехнічні попереджувальні плакати й огороження, а також наближатися до частин електроустановок, що перебувають під напругою. Якщо при огляді електромереж виявлені несправності, то про це доводять до відома безпосереднього начальника й одночасно роблять відповідний запис в експлуатаційному журналі.

При огляді внутрішньо-цехових електромереж перевіряють загальний стан зовнішньої частини електричної ізоляції й відсутність у ній видимих ушкоджень: міцність закріплення електропроводки й конструкцій, що підтримують кабелі й інші елементи електромережі, відсутність натягу проводки в місцях відгалужень.

При **огляді автоматів, станцій керування й запобіжників** перевіряють їх справність і відповідність навантаженню й перетину проводів. У місцях, небезпечних відносно ураження електричним струмом, перевіряють наявність попереджуючих плакатів, написів і загороджень, а також стан кабельних лійок, відсутність у них течі, наявність бирок, щільність контактів у місцях приєднання жив кабелів.

При огляді електромереж необхідно також перевіряти стан заземлюючих обладнань і надійність контактних з'єднань у них.

Під час огляду внутрішньо-цехових електромереж черговому електромонтерові дозволяється робити включення автоматів, заміну трубчастих і пробійних запобіжників без зняття напруги. Заміну плавких вставок відкритого типу й дрібний ремонт освітлювальної електропроводки можна робити лише при відключеній напрузі.

Крім зазначених оглядів необхідно вести контроль над станом внутрішньо-цехових електромереж за допомогою періодичних вимірів величин опору їх електричної ізоляції, навантажень і електричної напруги мережі в різних точках. Періодичність зазначених вимірів, а також вибір точок для вимірів залежать від місцевих умов; вони наведені в інструкціях підприємств. Зазвичай величину опору ізоляції електромереж перевіряють у сирих приміщеннях два рази в рік, а в приміщеннях з нормальним середовищем – один раз.

Ухвалюючи внутрішньо-цехових електромережі після капітального ремонту, їх ізоляцію випробовують напругою 1000 В промислової частоти протягом 1 хв. Якщо опір ізоляції, виміряний мегомметром на напругу 1000 В, становить не менш 0,5 МОм, то випробування підвищеною напругою промислової частоти можна замінити випробуванням ізоляції за допомогою мегомметра на 2500 В. При величині опору ізоляції менш 0,5 МОм випробування підвищеною напругою промислової частоти є обов'язковим.

Розглядаючи стан ізоляції електромережі, слід мати на увазі, що навіть при самих сприятливих умовах експлуатації електромереж їх ізоляція під впливом різних причин поступово погіршується (старіє) і періодично електропроводку доводиться замінювати новою.

Під час експлуатації внутрішньо-цехових електромереж контролюють електричні навантаження, які можуть змінюватися. Перевантаження електричних мереж протягом тривалого часу приводять до погіршення їх ізоляції й скороченню тривалості роботи. Якщо зроблені перевірки покажуть, що перевантаження електричних мереж є систематичними, то необхідно вжити заходів до розвантаження мереж або до їхньої реконструкції. При посиленні електромережі треба стежити за тим, щоб струми в нових проводах і кабелях не перевищували значень, установлених для них нормами ПУЕ.

Важливе значення для правильної експлуатації електроустаткування має напруга, підведена до електроприймачів, тому що воно не залишається постійним протягом доби. У години максимального споживання електроенергії напруга в електромережах знижується, а в години мінімального споживання підвищується. Коливання напруги в мережі можуть викликатися й іншими причинами. Електроприймачі нормально працюють доти, поки коливання напруги не виходять за певні межі. Припустимими для внутрішньо-цехових електромереж вважаються коливання: для електродвигунів у межах  $+5\%$  від номінальної напруги ( в окремих випадках допускаються відхилення від номінального від  $-5$  до  $+10\%$ ); для ламп робочого висвітлення в промислових підприємствах – від  $-2,5$  до  $+5\%$ . Якщо перевірки встановлено, що коливання напруги перевищують зазначені значення, то необхідно вжити заходів, наприклад застосувати трансформатори, що допускають регулювання напруги.

Якщо під час експлуатації яка-небудь лінія понад місяць перебуває без напруги, то перед її включенням уважно оглядають і перевіряють стан її ізоляції.

Дрібний ремонт внутрішньо-цехових електромереж включає наступні роботи: заміну несправних ізоляторів, вимикачів і штепсельних розеток; закріплення повислої електропроводки; відновлення електромережі в місцях її обривів; зміну автоматів і запобіжників і т.п.

В обсяг поточного ремонту входять: ремонт несправних ділянок внутрішньо-цехових електромережі, у тому числі заміна електропроводки з ушкодженою ізоляцією, включаючи й у трубопроводах; перетяжка проводів, що мають неприпустимо великий прогин; ремонт муфт і лійок з доливкою якщо буде потреба епоксиду.

Змістом капітального ремонту є повне переустаткування внутрішньо-цехових електромереж, включаючи відновлення всіх зношених елементів.

### ***3 Експлуатація освітлювальних установок***

При недостатній освітленості виробничих цехів промислових підприємств у працюючих погіршується зір, знижується продуктивність праці й знижується якість продукції, що випускається. Тому для промислових підприємств розроблені і є обов'язковими норми мінімальної освітленості (передбачені СНІП і ПУЕ). Величини освітленості по цих нормах залежать від характеру виробництва й вони тем вище, чим більша точність потрібно при виконанні технологічних процесів і виробничих операцій.

При проектуванні й світлотехнічних розрахунках освітленість ухвалюють трохи більшу, ніж потрібно по нормах. Прийнятий запас обумовлюється тим, що під час експлуатації рівень первісної (проектної) освітленості із часом неминуче знижується. Це відбувається за рахунок поступового зменшення світлового потоку, який дають нові світильники й лампи, частково за рахунок поступового забруднення арматури й деяких інших причин.

Однак прийнятий при проектуванні й розрахунках запас освітленості є достатнім при нормальній експлуатації електроосвітлювальних установок; регулярному очищенню світильників, своєчасній зміні ламп і т.п. При незадовільній експлуатації прийнятий запас освітленості не може компенсувати понижувального рівня освітленості, і вона стає недостатньою.

При експлуатації освітлювальної електроустановки велика увага приділяється підтримці її стану на рівні, що забезпечує безперебійну роботу підприємства. Для цього освітлювальну електроустановку регулярно оглядають, ремонтують, очищають від пилу світильники, світловоди й арматури, а також

вчасно замінюють перегорілі або відпрацьовані лампи, світильники, джерела світла для світловодів. Слід мати у виді, що на освітленість приміщень великий вплив виявляє колір фарбування стін і стель і їх стан. Фарбування у світлі тони й регулярне очищення від забруднення сприяють забезпеченню необхідних норм освітленості.

Періодичність оглядів освітлювальних електроустановок залежить від характеру приміщень, навколишнього середовища й установлюється головним енергетиком підприємства. Орієнтовно для приміщень сирих, з їдкими парами й газами – можна прийняти необхідну періодичність оглядів робочого освітлення один раз у два місяці, а в приміщеннях з нормальним середовищем – один раз у чотири місяці. Для установок аварійного освітлення терміни оглядів скорочують у два рази.

При оглядах освітлювальних електроустановок перевіряють стан електропроводки, щитків, освітлювальних приладів, автоматів, вимикачів, штепсельних розеток і інших елементів установки. Перевіряють також надійність наявних в установці контактів.

При експлуатації електроосвітлювальних установок ухвалюються заходи для своєчасного включення й відключення освітлення у виробничих і допоміжних приміщеннях і цехах. У виробничих цехах промислових підприємств існують два способи зміни світильників, ламп: індивідуальний і груповий. При індивідуальному способі світильники й лампи замінюють у міру їх виходу з ладу; при груповому способі їх замінюють групами (після того як вони відслужили покладену кількість годин). Другий спосіб – груповий – економічно вигідніше, тому що може бути сполучений з очищенням світильників, але пов'язаний з більшою витратою ламп. При заміні ламп не слід включати лампи більшої потужності. Завищена потужність ламп приводить до неприпустимого перегріву світильників і патронів і погіршує стан ізоляції проводів.

Світильники й арматуру очищають від пилу й кіптяви в цехах з невеликим виділенням забруднюючих речовин (цехи механічні, металоконструкції, інструментальні, машинні зали, шкіряні заводи й т.п.) два рази на місяць; при великому виділенні забруднюючих речовин ковальські цехи, операційні відділення

суперфосфатних заводів, відділення дроблення гірничозбагачувальних комбінатів, прядильні фабрики, цементні заводи, млини й т.п.) – чотири рази на місяць.

Очищають усі елементи світильників – відбивачі, розсіювачі, лампи й зовнішні поверхні арматур. Очищення світлоприймачів природного світла проводять у міру їх забруднення. Робоче й аварійне освітлення у виробничих цехах включають і виключають за графіком, у якому передбачають включення їх лише в той час, коли природне освітлення недостатнє для провадження робіт.

Електроосвітлювальні установки при експлуатації піддають ряду перевірок та випробувань. Справність системи аварійного освітлення перевіряють, відключаючи робоче висвітлення, не рідше одного разу у квартал. Автомат або блок аварійного перемикання освітлення перевіряють один раз у тиждень вдень.

У стаціонарних трансформаторів на напругу 12-36 В ізоляція випробується один раз у рік, а в переносних трансформаторів і ламп на 12-36 В кожні три місяці. Фотометричні виміри освітленості в основних виробничих і технологічних цехах і приміщеннях з контролем відповідності потужності ламп проекту й розрахункам проводять один раз у рік. Мережа аварійного освітлення перевіряють на справність і готовність її до нормальної роботи. При цьому перевіряють, щоб у всіх світильниках і світловодах були придатні джерела світла й лампи. Автомат аварійного освітлення перевіряють на чіткість перемикання при відключенні рубильника від лінії змінного струму.

У переносних трансформаторів перевіряють справність кожуха, а також надійність заземлення корпусу й обмотки нижчої напруги. Освітленість перевіряють за допомогою люксметра у всіх виробничих цехах і на основних робочих місцях. Отримані значення освітленості повинні відповідати розрахунковим і проектним. Перед тим як приступити до перевірки освітленості, необхідно визначити ті місця, на яких доцільно виміряти освітленість. Результати оглядів і перевірок оформляють актами, затвердженими головним енергетиком підприємства.

## Лекція №12

**Тема:** Приймання кабельних ліній в експлуатацію. Документація. Огляди. Ремонт кабелів

**Мета:** ознайомитися з документацією на приймання кабельних ліній в експлуатацію; засвоїти терміни оглядів та випадки ремонтів кабельних ліній

**Методи:** словесні, наочні

### План:

1 Документація на приймання КЛ в експлуатацію.

2 Експлуатація КЛ.

3 Огляди та ремонт КЛ.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промислових підприємств и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.



## *1 Документація на приймання КЛ в експлуатацію*

Надійна і економічна робота кабельних ліній забезпечується за умови дотримання правил технічної експлуатації. Промислові підприємства, для яких прокладаються кабельні лінії, здійснюють технагляд за якістю прокладки приховано прокладених кабелів, правильністю монтажу кабельних муфт в процесі виробництва робіт. Працівники, які здійснюють технагляд, проходять спецпідготовку і мають на це спеціальні права. Вони перевіряють, щоб всі підземні споруди, пов'язані з кабельними лініями, а також перетину кабелів з іншими підземними спорудами відповідали проекту і були виконані технічно грамотно; особливо ретельно вони перевіряють монтаж кабельних муфт. За участю представника технагляду проводять зовнішній огляд кабелів, коли вони знаходяться на барабанах. Якщо при огляді виникають сумніви щодо придатності кабелю, його піддають спеціальним випробуванням з залученням електролабораторії.

Відповідність виконаних робіт чинним правилам та іншим директивним документам підтверджується актами, підписаними представником технагляду. Цей представник входить до складу комісії з приймання кабелів.

У технічну документацію, подану приймальній комісії, повинні входити виконавче креслення траси, узгоджений із зацікавленими організаціями (власниками підземних комунікацій, що знаходяться поблизу кабелів), акти зовнішнього огляду кабелів на барабанах, акти прихованих робіт (огляд прокладених кабелів перед засипанням траншей), а також протоколи випробувань кабелів після прокладення кабельної лінії.

При огляді прийнятої в експлуатацію кабельної лінії приймальна комісія переконується, що місця, де можливі пошкодження кабелів (перевозяться вантажами або від будь-яких інших причин), на висоті 2 м від рівня землі захищені трубами, коробами та ін.; кабелі надійно закріплені в кінцевих пунктах, в місцях вигинів, у сполучних муфт, воронках і т. п.; кабелі, прокладені в трубах, тунелях, колекторах, каналах і виробничих приміщеннях, не мають зовнішнього покриття з кабельної пряжі, небезпечної в пожежному відношенні; на опорних поверхнях з горючих матеріалів кабелі прокладені на кронштейнах, причому із збереженням

відстані між кабелями і опорною поверхнею не менше 50 мм; прокладені кабелі забезпечені бирками, на яких вказані марки, напруги, перерізу і довжина кабелів. На бирках муфт і заробок, крім того, вказані дата і прізвище працівника, що проводить роботи. Перед прийманням кабелів в експлуатацію вони проходять випробування у відповідності з ПУЕ та нормами.

## ***2 Експлуатація КЛ***

При експлуатації кабельних ліній (кабелів) необхідно вести спостереження за їх трасами і контроль за їх навантаженням. В процесі експлуатації кабелів важливо регулярно вести їх паспортизацію. Паспорт лінії, крім технічної характеристики кабелів та умов їх прокладки, містить відомості про результати попередніх випробувань, про ремонти, що допомагає встановити правильний режим для ліній і своєчасно виводити їх на ремонт.

Всі змонтовані кабелі повинні мати маркування (бирки). Встановлена стандартна форма бирок: кругла – для силових кабелів високої напруги; прямокутна – для силових кабелів напругою до 1000 В, трикутна – для контрольних кабелів. Для кабелів, прокладених в землі і в спорудах, застосовують бирки з пластмаси, які прив'язуються до кабелю оцинкованого дротом. На бирках написи виконують незмивними фарбами; на металевих бирках написи набивають за допомогою металевих літер і цифр. Бирки на кабелях, прокладених в землі, встановлюють через кожні 100 м траси – на всіх поворотах, у кожній муфти і при входах у споруди. Бирки в землі обмотують двома-трьома шарами смоляної стрічки.

Жили контрольних кабелів маркують спеціальними пластмасовими бирками, що надягають на кожну жилу, або відрізками полівінілхлоридної трубки, на які наносять незмивним чорнилом маркувальні написи.

Кабельні траси маркують розпізнавальними знаками (пікетами), що встановлюються у вигляді стовпчиків з бетону. Допускаються розпізнавальні знаки у вигляді написів на стінах постійних споруд. Пікетні стовпчики (або написи на стінах) роблять через кожні 100-150 м траси, на всіх поворотах і біля місць встановлення з'єднувальних муфт.

При огляді кабельної лінії (траси) стежать за тим, щоб траса знаходилася в чистоті; поблизу неї не перебували непотрібні предмети, що заважають робіт ліквідації аварій та ремонту кабелів, прокладених у землі; поверхневий шар землі на трасі не повинен мати провалів, розмивів та інших нерівностей, Що можуть викликати пошкодження кабелів. Необхідно звертати увагу на забезпечення схованості кабелів при виконанні земляних робіт поблизу кабельних трас. Земляні роботи поблизу кабельних трас можна проводити тільки за попереднім погодженням з головним енергетиком підприємства. У необхідних випадках він встановлює технагляд за проведеними роботами, з тим щоб забезпечити збереження прокладених кабелів; технагляд ведеться до повного закінчення земляних робіт.

Велику небезпеку для прокладених в землі кабелів представляють земляні роботи, що виконуються механізованими методами. Межі, в яких допускаються такі роботи, залежать від типу і марки механізму. Однак у всіх випадках працювати механізмами не дозволяється на відстані від траси кабелю менше 1 м. На цій ділянці роботи виконують тільки вручну.

При експлуатації кабелів стежать за їх правильним навантаженням. Перевантаження кабелів, які носять систематичний характер, тягнуть за собою швидке погіршення їх ізоляції і скорочують тривалість роботи. Тому при експлуатації кабельних ліній періодично перевіряють, щоб навантаження відповідало встановленому при вводі лінії в експлуатацію. Максимально допустимі навантаження для кабелів дають на основі таблиць, наведених в ПУЕ, по ділянці траси кабелю, що має найгірші теплові умови, якщо довжина цієї ділянки становить не менше 10 м.

Навантаження на кабелі при введенні в експлуатацію визначають окремо для кожного сезону року, так як температура навколишнього середовища в різні сезони року змінюється і дозволяє в холодні місяці навантаження на кабелі підвищити. Навантаження кабелів контролюють в терміни, що визначаються головним енергетиком підприємства, але не менше двох разів на рік. Один раз зазначений контроль проводять в період осінньо-зимового максимуму навантаження. Контроль здійснюють шляхом спостереження за показаннями

амперметрів на живильній ПС, а при їх відсутності – за допомогою струмовимірювальних кліщів. Аналіз проведених вимірювань навантажень дозволяє переглянути режим роботи кабелів, встановлюючи режим, який забезпечить одночасно економічну і надійну роботу.

В умовах експлуатації іноді потрібно визначення фактичної температури струмоведучих жил кабелю. Так як температуру жили кабелю визначити безпосереднім виміром не представляється можливим, надають перевагу вимірюванню температури металевої оболонки кабелю. Після цього її перераховують з урахуванням перепаду температури між жилою і оболонкою кабелю. Перепад температури кабелю:  $\Delta T_{\text{каб}} = I^2 n_{\text{ж}} q S_{\text{к}} / (100q)$ , де  $I$  – тривале максимальне навантаження в момент вимірювання, А;  $n_{\text{ж}}$  – число жил кабелю,  $q$  – питомий електричний опір матеріалу жили при температурі, близької до температури жили, Ом\*мм<sup>2</sup>/м;  $S_{\text{к}}$  – сума теплових опорів ізоляції та захисних покривів кабелю, град\* см/Вт, визначена за таблицею;  $q$  – перетин жили кабелю, мм<sup>2</sup>.

Температура жили:  $t_{\text{ж}} = t_{\text{об}} + \Delta T_{\text{каб}}$ , де  $t_{\text{об}}$  – температура на оболонці або броні кабелю в момент вимірювання, °С.

Обчислені значення температури струмоведучих жил для кабелів: з просоченою паперовою ізоляцією напругою до 3 кВ не перевищують 80 °С; напругою до 6 кВ – 65 °С; напругою до 10 кВ – 60 °С; з гумовою ізоляцією – 65 °С. Кабелі з пластмасовою ізоляцією напругою 1,3,6 кВ тривало допускають температурний нагрів жил 70 °С.

У тому випадку, коли струмопровідні жили кабелів нагріваються понад допустимі межі, вживають заходів для усунення причини цього явища. Температуру жил кабелів знижують наступними заходами: зменшуючи навантаження на кабелі, покращуючи вентиляцію в тунелях, колодязях і каналах; застосовуючи вставки кабелів більшого перерізу на ділянках, де спостерігається перегрів кабелів, збільшуючи відстані між ними.

При виході з ладу кабельної лінії доводиться частину працюючого обладнання переводити на живлення від інших (сусідніх) кабелів. Це може привести до того, що навантаження кабелів опиняться в години максимуму вище

допустимої межі. Для кабелів напругою до 10 кВ допускаються перевантаження 15-30% тільки на час ліквідації аварій, але не більше 5 діб. Ця перевантаження допускається в тому випадку, якщо в період, що передує аварії, максимальне навантаження кабелю не перевищує 80% допустимої. Для кабелів напругою 20-35 кВ перевантаження більше номінальних значень не дозволяється.

При прокладці кабелів в ґрунті з агресивним середовищем по відношенню до їх металевих оболонок (болота, солончаки, насипний ґрунт зі шлаком і будівельним матеріалом), з'являється ґрунтова корозія свинцевих оболонок, що призводить до їх руйнування. У цих випадках перевіряють корозійну активність ґрунту по відношенню до свинцевої оболонки кабелів. Перевірку здійснюють, порівнюючи фактичний питомий електричний опір і дані аналізу проб ґрунту та води з відповідними допустимими значеннями, наведеними в «Правилах захисту підземних металевих споруд від корозії» Держбуду. Якщо перевіркою встановлено, що ступінь ґрунтової корозії загрожує цілості кабелів, то вживають відповідних заходів – заміну ґрунту на нейтральний, перекладку кабелів у нейтральний ґрунт, а також боротьбу із забрудненням ґрунту викидами, що руйнівні впливають на металеві оболонки кабелів.

### ***3 Огляди та ремонт КЛ***

Періодично кабельні траси оглядають. Періодичність оглядів встановлює головний енергетик підприємства, керуючись досвідом та місцевими умовами (у місцях, де кабелі перетинаються з іншими комунікаціями або можуть піддаватися механічним пошкодженням, огляди проводять частіше). Необхідно враховувати, що відповідно до ПТЕ проводити огляди кабельних трас необхідно не рідше таких термінів: кабелів прокладених в траншеях, колекторах і тунелях – 1 раз на 3 місяці; кабелів у колодязях і кінцеві муфти на лініях напругою 1000 В – 1 раз в 6 місяців; кінцеві муфти кабелів напругою до 1000 В – 1 раз на 12 місяців; кабельні муфти в трансформаторних приміщеннях, розподільних пунктах і ПС – одночасно з оглядом іншого обладнання.

У періоди паводків, під час дощів і злив, коли відбувається розм'якшення ґрунту і небезпека пошкодження кабелів, прокладених в землі, зростає, проводять

позачергові огляди кабельних трас. Для обліку несправностей, виявлених при оглядах кабельних трас, та контролю за своєчасним їх усуненням на підприємствах ведеться спеціальний журнал, що заповнюється персоналом, який проводить огляди кабельних трас. При виявленні дефектів, що вимагають негайного усунення, особа, яка здійснює огляд, невідкладно повідомляє про це свого керівника. Кабельні лінії напругою 110-220 кВ підлягають огляду: прокладені у землі – 2 рази на місяць; прокладені в колекторах і тунелях, а також кабельні колодязі з муфтами – 1 раз на місяць; живильні пункти, обладнані сигналізацією тиску масла, – 1 раз на місяць ; пункти, що не мають сигналізації, – відповідно до інструкції.

Кабельні траси уважно оглядають по всій їх довжині і особливо в місцях перетину трасами канав, кюветів і переходів кабелів з землі в (на) стіни або опори. При оглядах тунелів, колекторів та аналогічних кабельних споруд звертають увагу на утримання їх в чистоті (відсутність залишків матеріалів тощо). Ці споруди зазвичай оглядають дві особи; перед оглядом необхідно перевірити за допомогою газоаналізатора відсутність у цих спорудах газу.

В колекторах, тунелях і подібних їм кабельних спорудах перевіряють стан освітлення та вентиляції; вимірюють внутрішню температуру, яка не повинна перевищувати температуру зовнішнього повітря більш ніж на 10 °С; оглядають антикорозійні покриття кабелів; зовнішній стан муфт; стежать за тим, щоб не було натягу, зсувів, прогинів кабелів і т. п.

Особливу увагу звертають на кабелі, прокладені в районах проходження електрифікованого транспорту. Протягом першого року експлуатації такої кабельної лінії необхідно не менше 2 разів вимірювати рівні потенціалів і блукаючих струмів. Для своєчасного виявлення дефектів ізоляції кабелів, муфт і заробок в початковій стадії і попередження раптового виходу кабелів з ладу проводять профілактичні випробування кабельних ліній.

При прокладці кабелів напругою 20-35 кВ по круто-похилим трасам можуть відбуватися стікання просочувального складу та посилення процесів іонізації, що призводять до електричного пробоя ізоляції. Для своєчасного виявлення небезпечного ступеня осушення ізоляції відповідно до ПТЕ потрібно періодично, в

терміни, встановлені відповідальним за експлуатацію електрогосподарства особою, проводити контроль осушення вертикальних ділянок шляхом вимірювань різниці температури в нагріванні верхніх і нижніх точок, яка повинна становити не більше 2-3 °С.

## **Лекція №13**

**Тема:** Приймання в експлуатацію ПЛ, огляди ПЛ, захист ПЛ

**Мета:** ознайомитися з правилами приймання ПЛ в експлуатацію, з термінами їх оглядів та засобами захисту

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

**1** Приймання ПЛ в експлуатацію.

**2** Огляди ПЛ.

**3** Захист ПЛ.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручники.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

**2** Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.



## ***1 Приймання ПЛ в експлуатацію***

Нову споруджену повітряну лінію (ПЛ) в експлуатацію приймає комісія, яка перевіряє загальний стан траси лінії електропередачі (ЛЕП), частоту і висоту заростей, наявність окремих дерев на краю траси, що загрожують падінням на проводи. При цьому ретельно оглядають кожну опору лінії і перевіряють, чи немає відхилення опор та просідання ґрунту в фундаментах опор; ступінь затяжки гайок болтів, наявність корозії металевих опор і металевих деталей залізобетонних і дерев'яних опор; наявність, кількість і ширину розкриття тріщин залізобетонних опор; відсутність пошкоджень окремих елементів опор. Крім того, оглядають загальний стан арматури і ізоляторів (відсутність перекосів і відхилень гірлянд і окремих ізоляторів, наявність перекриттів ізоляторів); правильність положення гасителів вібрації та іншої захисної арматури; наявність на опорах необхідних написів і плакатів (на кінцевих опорах вказується рік спорудження ЛЕП). При цьому опори повинні бути огорожені залізобетонними відбійними тумбами, що захищають опори від пошкодження транспортом; відстані від проводів повітряних ліній до землі і до різних об'єктів, з якими перетинається лінія, повинні відповідати вимогам, встановленим ПУЕ.

При прийманні ЛЕП в експлуатацію перевіряють також стрілу провисання проводів і тросів, яка не повинна відрізнятись від проектної більш ніж на  $\pm 5\%$ . Вимірюють відстані від проводів ліній до землі, різних об'єктів. Ці відстані не повинні бути менше встановлених ПУЕ.

Опорні й підвісні ізолятори, а також апарати, вимірювальні трансформатори, ізолятори і вводи перевіряють протягом 1 хв напругою промислової частоти.

Верхню частину опор, гірлянди ізоляторів та арматуру оглядаються в бінокль, який необхідний при огляді. Зовнішнім оглядом контролюють з'єднання проводів і вимірюють падіння напруги в з'єднувачах. З'єднання бракують, якщо на поверхні з'єднувача або затискача є тріщини, сліди значної корозії і механічних пошкоджень; падіння напруги на ділянці з'єднання більш ніж в 1,2 рази перевищує падіння напруги на ділянці дроту тієї ж довжини, марки і перетину (рисунок 13.1).

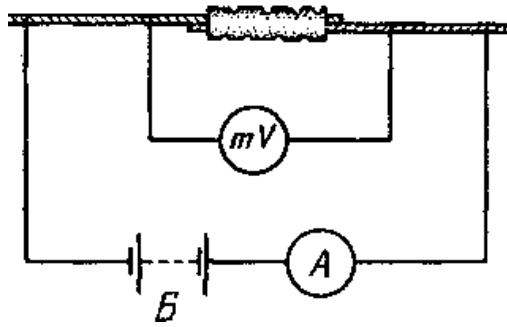


Рисунок 13.1 – Схема виміру опору за допомогою акумуляторної батареї на відключеній лінії

Вимірювання опору заземлення опор проводиться після закінчення будівництва, перебудови або капітального ремонту заземлювачів, при виявленні на опорах ЛЕП напруги 110 кВ і більше, слідів перекриттів або руйнувань ізоляторів електричною дугою. Опір заземлюючих пристроїв напругою понад 1000 В, вимірний в літній час, не повинен перевищувати значень, наведених нижче:

|   |           |                   |                    |                   |       |
|---|-----------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|
| Питомий електричний опір ґрунта, Ом*см: | до $10^4$ | до $5 \cdot 10^4$ | до $10 \cdot 10^4$ | $> 10 \cdot 10^4$ |       |
| Опір заземлюючого пристрою, Ом          | :         | до 10             | до 15              | до 20             | до 30 |

## 2 Огляди ПЛ

Періодичні огляди (обходи) ЛЕП виконують для того, щоб перевірити стан лінії і виявити можливі її несправності. Проміжки часу, через які слід проводити ці огляди, залежно від місцевих умов, їх призначення встановлює головний інженер (а для ЛЕП промислових підприємств-головний енергетик підприємства), проте вони не повинні бути більше трьох місяців для ЛЕП понад 1000 В і двох місяців для ЛЕП до 1000 В. Нижче наведені основні несправності ЛЕП, які виявляють при оглядах і надалі усувають.

*Для металевих опор* – нахил їх поперек або вздовж лінії і деформація траверс; осідання землі навколо фундаменту; осідання фундаменту; тріщини та пошкодження в наземній його частині; відсутність гайок в анкерних болтах; іржавіння тріщин (особливо у вузлах і хустинках) і викривлення деталей опори; поганий стан зварних швів (тріщини), клепаних і болтових з'єднань.

*Для дерев'яних опор* – нахил опор поперек і вздовж лінії; перекис їх частин (траверс та інших деталей); погане обкопування опори; відсутність в кріпленнях

болтів і гайок, недостатня довжина нарізки болтів; обрив або ослаблення дротяних бандажів; відсутність шпонок і клинів; загнивання деталей опор; їх обгорання і розщеплення.

Дерев'яні опори ЛЕП працюють в умовах змінної вологості повітря і верхніх шарів ґрунту, що в сильному ступені сприяє їх загнивання. Перевірка опор на загнивання складається із зовнішнього огляду і простукування дерев'яних деталей, вимірювання глибини їх загнивання. У місцях загнивання опори зазвичай чутно глухий стук. Дерев'яні опори з соснової деревини один раз на три роки перевіряють на загнивання. Для опор з деревини інших порід зазначений термін може змінюватися і його встановлює головний інженер електромережі енергосистеми або головний енергетик підприємства.

До загнивання найбільш схильні ділянки дерев'яних опор, розташовані в землі та поблизу рівня землі, а також місця, в яких окремі деталі опор з'єднуються. Перевірку дерев'яних опор на загнивання починають з ретельного огляду та простукування опори по всій її довжині. Ділянка, в якому почалося загнивання деревини, виявляють щодо зменшення зусилля, потрібного для укручування пустотілого бурава (свердла або щупа). Місце, де прикладене зусилля для заглиблення бурава потрібно збільшити, є ознакою початку здорової деревини. Для перевірки дерев'яної опори на загнивання в ділянках, розташованих поблизу рівня землі, проводять відкопування опори на глибину 30-40 см.

*Для проводів і тросів* – накиди; обірвані жили; сильний натяг або провисання проводів; неправильно витримана відстань їх до землі, до пересічних ліній та інших об'єктів; корозія проводів і тросів; наявність вібрації; утворення ожеледі.

*Для кріплень та з'єднань проводів і тросів* – несправність затискачів і з'єднувачів; утворення тріщин в корпусі, відсутність болтів, шайб, шплінтів; ослаблення затяжки гайок; сліди перегріву затискача (з'єднувача); прослизання проводів із затискача; зрив троса, несправність петель проводу на анкерних опорах (петля близька до основи опори або вигнута); ослаблення кріплення проводу до ізолятора.

*Для ізоляторів* – механічні пошкодження порцеляни; опіки і оплавлення покриття; сліди оплавлення на армування ізоляторів і арматури гірлянд; забрудненість ізоляторів; відхилення підвісних гірлянд від вертикального положення, відсутність замків або шплінтів в гірлянді; вихід стрижня з головки ізолятора; вигнуті штирі; іржавіння арматури, сильне коронування.

*Для заземлюючих пристроїв* – пошкодження або обриви заземлюючих спусків на опорі у землі; відсутність скоб, прикріплених до опори, і з'єднувальних затискачів нагорі.

*Для розрядників* – підгоряння і пошкодження захисних рогів і кілець; незадовільний стан показчиків спрацьовування; оплавлення на електродах зовнішнього іскрового проміжку; відхилення по величині іскрового проміжку.

Крім того, під час оглядів перевіряють стан охоронної зони. У її межах не повинно знаходитися стогів сіна, штабелів торфу і лісоматеріалів; дерева, які при падінні можуть пошкодити дроти, зрубують. Трасу необхідно обходити, коли в охоронній зоні та поблизу неї проводять посадку дерев, кущів; виконують земляні, будівельні, планувальні та інші роботи; прокладають кабелі і трубопроводи; споруджують ЛЕП та лінії зв'язку, дороги і розвантажувальні майданчики і т. п. Всі виявлені під час періодичних оглядів недоліки заносять в оглядовий листок дефектів. Дефекти, що вимагають термінового усунення, заносять в журнал, який систематично переглядає керівний персонал і вказує терміни ліквідації виявлених пошкоджень та несправностей.

Не рідше одного разу на рік лінію оглядає інженерно-технічний персонал, який визначає технічний стан ЛЕП і в разі необхідності ремонту встановлює обсяг і терміни його виконання. Позачергові огляди проводять під час ожеледі, туману, ураганів, бур і в інших випадках, при яких може відбуватися порушення нормальної роботи ЛЕП, а також і в нічні години, коли виявляються розряди, які супроводжують перекриття ізоляторів. Позачергові огляди ПЛ призначає головний інженер електромереж або головний енергетик підприємства.

При огляді з землі не всі дефекти можуть бути виявлені. Тому на лініях напругою 35 кВ та вище один раз на шість років проводять верхової огляд проводів, тросів, гірлянд ізоляторів на кожній опорі лінії. При цьому більш

ретельно перевіряють стан проводів, тросів, ізоляторів, арматури, деталей кріплення проводів і тросів до опори, наявність шплінтів та замків в арматурі. Верхові огляди ліній напругою нижче 35 кВ проводять в міру необхідності.

Передбачають також проведення один раз на шість років перевірки стану антикорозійного покриття металевих опор і траверс залізобетонних опор, металевих опор підніжжя і анкерів відтяжок з метою визначення необхідності повторного захисту їх від корозії. Для цього підніжжя і анкери відтяжок вибірково розкривають на ділянках, де очікується найбільша корозія (сирі місця, місця, з агресивними водами і т. п.). Якщо в процесі експлуатації відбуваються повторні автоматичні відключення ЛЕП, то проводять її позачергової верхової огляд. Не рідше одного разу на шість років здійснюють вибірково виїмку проводів з затискачів. Мета цих перевірок – виявлення пошкоджень, які без виїмки проводів з затискачів залишаються непоміченими.

### ***3 Захист ПЛ***

Щоб запобігти пошкодженню ЛЕП від ожеледі (в осінньо-зимовий період) і «танцю» проводів, необхідно вжити заходи по видаленню з проводів ожеледі або попереджати її появи. Засобом виявлення і сигналізації про величину ожеледі на проводах ліній є дистанційні сигналізатори ожеледиці.

Однак область ефективного застосування сигналізаторів ожеледі обмежена. Вони пристосовані для роботи на ЛЕП напругою не понад 220 кВ. Крім того, датчик ожеледі реагує тільки на досить великі за масою відкладення ожеледі. У той же час «танці» проводів зазвичай викликаються досить невеликими за величиною односторонніми і нерівномірними відкладеннями ожеледі. Тому сигналізатори ожеледі не застосовуються як засіб сигналізації про появу умов, що можуть викликати «танці» проводів.

Захист від ожеледиці проводять кількома способами. Лід і сніг можна розплавити теплотою електричного струму, для чого потрібно збільшити електричне навантаження на проводи. Необхідний ефект можна отримати швидше, якщо включити ЛЕП на коротке замикання. При великій протяжності лінії і великому індуктивному опорі плавлення ожеледі змінним струмом необхідне

застосування дуже високих напруг джерела плавлення і дуже великих реактивних потужностей.

Для плавки ожеледі постійним струмом розроблені спеціальні випрямні агрегати. Ці агрегати підключають до джерела змінного струму напругою до 10 кВ і дають випрямлений струм напругою до 14 кВ. Два таких агрегати, з'єднаних паралельно, можуть забезпечити плавку ожеледі ПЛ 220 кВ протяжністю близько 100-120 км. При послідовному з'єднанні декількох агрегатів, які живляться від окремих трансформаторів або розділених систем шин, можна отримати більш високу напругу постійного струму, тобто збільшити довжину ділянки плавки. До недоліків таких агрегатів відноситься досить висока вартість самого агрегату і додаткового устаткування, необхідного для його експлуатації.

Ожеледь з проводів можна видаляти також механічним шляхом. Найпростіший спосіб механічного видалення ожеледі – збивання, яке проводиться з землі за допомогою довгих жердин або з кошика автовишки. Практикують також зрізання ожеледі за допомогою сталевого троса і видалення ожеледі за допомогою спеціальних роликів-льодорізів. Ці методи вимагають багато часу і застосовуються тільки на коротких ділянках ліній.

Одним із заходів щодо попередження «танців» є збільшення відстаней між проводами і між проводами і тросами, при яких імовірність замикання при «танці» дуже мала. Ці відстані вибирають відповідно до ПУЕ. Інший захід – це застосування раціональних конструкцій лінійної арматури, гірлянд ізоляторів і вузлів кріплення їх до опор, що забезпечує необхідну шарнірно сполучення всіх елементів і знижують їх знос при «танці».

При експлуатації ЛЕП виникає також вібрація проводів і тросів; вона з'являється при вітрах. Ймовірність вібрацій зростає разом зі збільшенням висоти підвісу проводів і тросів. Так як вібрація супроводжується зазвичай перегинами проводів і тросів у місцях закріплень, вони тягнуть за собою значні перенапруги в металі. Зрештою вібрації призводять до руйнування проводів і їх відриву. Знизити небезпеку, пов'язану з вібрацією проводів, можливо установкою на кожному проводі або тросі по обидві сторони від місця їх підвісу спеціальних пристроїв – віброгасителів (демпферів), які мають чавунні вантажі; їх маса призводить до

зменшення вібрації, і застосування їх підвищує термін служби проводів і тросів. Систематичні огляди проводів і своєчасний ремонт їх багато в чому сприяють тому, щоб уникнути пошкодження проводів в результаті вібрації.

## Лекція №14

**Тема:** Приймання в експлуатацію і обслуговування ТП і розподільчих пунктів (РП).

**Мета:** ознайомитися з правилами приймання в експлуатацію ТП та РП і з термінами оглядів обладнання підстанцій.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Приймання в експлуатацію ТП.
- 2 Обслуговування підстанцій та РП.
- 3 Терміни оглядів обладнання підстанцій та РП.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промислових підприємств и установок: Учеб. для учащихся електротехнічних спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промислових підприємств и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.



## ***1 Приймання в експлуатацію ТП***

При огляді трансформаторної підстанції, що вводиться в експлуатацію, приймальна комісія контролює і перевіряє:

- наявність на дверях трансформаторних камер попереджувальних плакатів, що нагадують про небезпеку, яку становить для людини наближення до трансформатора;

- на дверях камер і на баках силових трансформаторів є нумерація, що дозволяє знижувати ймовірність помилок при експлуатації;

- кришка трансформатора, обладнаного газовим захистом, має підйом у напрямку до газового реле, що полегшує проходження газів до реле, а маслопровід від трансформатора має підйом у напрямку до розширювача;

- газове реле встановлено горизонтально і знаходиться з боку, зручного для нагляду;

- в трансформаторних приміщеннях передбачена необхідна освітленість;

- всі трансформатори забезпечені термометрами для вимірювання температури масла і амперметрами для контролю за навантаженням (трансформатори потужністю понад 1000 кВА);

- рівень масла в розширювачі знаходиться не нижче контрольних відміток;

- всі кнопки, рукоятки і ключі управління мають написи, що вказують операцію, для якої вони призначені (включити, відключити, додати, відняти і т. п.), а сигнальні лампи – мають написи, що вказують характер сигналу;

- жили проводів та кабелів, що приєднуються до затискачів, мають запас по довжині, що дозволяє при обриві жили знову приєднати її до затискача;

- на щиті управління знаходиться запас ходових запобіжників і сигнальних ламп, комплект захисних засобів; набір інструментів, аптечки, вогнегасники, ручні ліхтарі, мегомметри і ключі від усіх приміщень;

- стаціонарні акумуляторні батареї розміщуються в спеціальних приміщеннях з тамбурами, які обладнані протяжно-витяжною вентиляцією;

- на дверях акумуляторних приміщень знаходяться попереджувальні плакати: «Акумуляторна», «З вогнем не входити», «Курити забороняється»;

- джерела освітлення в приміщенні акумуляторної вибухозахищені;

- заводські паспорти статичних конденсаторів для підвищення коефіцієнта потужності звернені у бік проходу, з якого обслуговують конденсатори;
- кожному конденсатору присвоєно інвентарний номер, нанесений маслостійкою фарбою на стінці бака, яка звернена до проходу обслуговування;
- на ПС є експлуатаційні схеми електричних з'єднань, затверджені особами, відповідальними за електрогосподарство підприємства;
- аварійний запас електроустаткування, частин і деталей для РУ і ПС (масляні вимикачі, трансформатори струму, вимикають котушки для масляних вимикачів, ізолятори, роз'єднувачі тощо) знаходиться в розпорядженні у чергового;
- у комплектному розподільчому пристрої (КРУ) перевіряють після чотирьох-п'яти пробних вкочувань і викочування візка стан викотних частин, роботу блокувань, відсутність перекосів і заїдань в механічній частині.

При прийнятті в експлуатацію силових трансформаторів необхідно встановити можливість їх включення під напругою без сушіння. Для цього вимірюють опір ізоляції обмоток трансформатора і визначають ступінь її зволоження.

Опір ізоляції і коефіцієнт абсорбції визначають мегомметром М-1101 на напругу 1000 В і МС-01 на 2500 В. Номінальна напруга для мегомметра забезпечується обертанням рукоятки приладу з частотою обертання 120 об/хв. На рисунку 14.1 а, б показані схеми включення мегомметра при вимірюванні опору ізоляції силового трансформатора. Якщо результат випробування спотворений струмами поверхневого витоку (обумовленого стрілкою приладу), то використовують затискач Е (екран) мегомметра (рисунок 14.1, б), при цьому точність вимірювань значно підвищується.

Крім вимірювань та випробувань електричної ізоляції трансформаторів вимірюють також опір обмоток постійному струму для перевірки якості контактних з'єднань і відсутність обриву в проводах. Для вимірів використовують мегомметр М-246 з подвійним містком та МД-6, універсальними містками, а при їх відсутності користуються методом амперметра-вольтметра (рисунок 14.2). Силу струму при вимірюванні встановлюють в межах 10–15% от номінального значення, щоб нагрів

обмоток не впливав на результати вимірювання. Необхідно мати на увазі, що із-за великої індуктивності обмоток трансформатора струм зазвичай досягає устанавленого значення не одразу, а лише через 40-50 с.

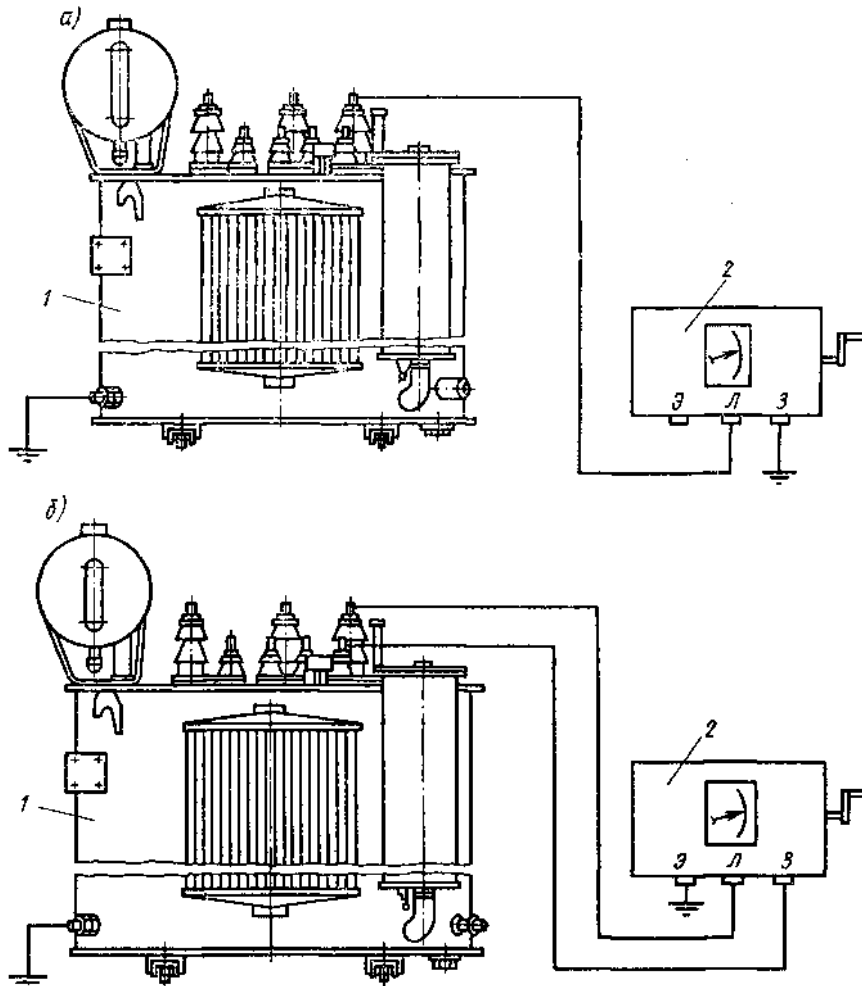


Рисунок 14.1 – Схема ввімкнення мегомметра при вимірі опору ізоляції силового трансформатора

А – відносно землі, б – між обмотками вищої та нижчої напруги, ізольованими від землі; 1 – силовий ТР, 2 – мегомметр, Е Л З – затискачі мегомметра (Е – екран, Л – лінія, З – земля)

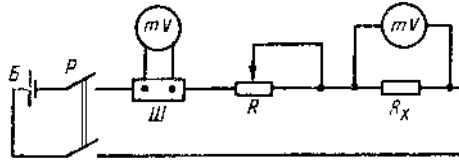


Рисунок 14.2 – Схема виміру опору обмоток трансформатора постійному струму методом амперметра-вольтметра

$R$  – регулювальний реостат,  $R_x$  – вимірюваний опір, Ш – шунт,  $P$  – рубильник,  $Б$  – акумуляторна батарея,  $mV$  – мілівольтметр

Опір обмоток постійному струму визначають при сталому значенні струму. Для порівняння вимірних значень з отриманими в попередніх вимірюваннях показники приводять до однієї температури. При вимірах визначають опір постійному струму всіх обмоток і при всіх положеннях перемикача відгалужень. Опори обмоток різних фаз вважаються задовільними, якщо вони не відрізняються один від одного і від отриманих при попередніх вимірюваннях, а також від заводських значень більше ніж на  $\pm 2\%$  при однаковій температурі.

При введенні в експлуатацію на паралельну роботу заново змонтованих трансформаторів перевіряють фазування, групи з'єднань обмоток. Фазування полягає в тому, щоб у трансформаторів, приєднаних з боку високої напруги до однієї мережі, були знайдені з вторинною боку фази, які підлягають з'єднанню, тобто не мають різниці напруги (однойменні). Після того як зазначені фази знайдені, їх попарно розташовують одна проти одного. Вольтметр, приєднаний до однойменних фаз, дає нульове показання.

На рисунку 14.3 показана схема фазування двох трансформаторів. У тому випадку, коли фазуючі трансформатори не мають заземлених нейтралей, тобто не мають між собою електричного зв'язку, фазуючі кола необхідно попередньо з'єднати у будь-якій точці, інакше вольтметр показань не дає.

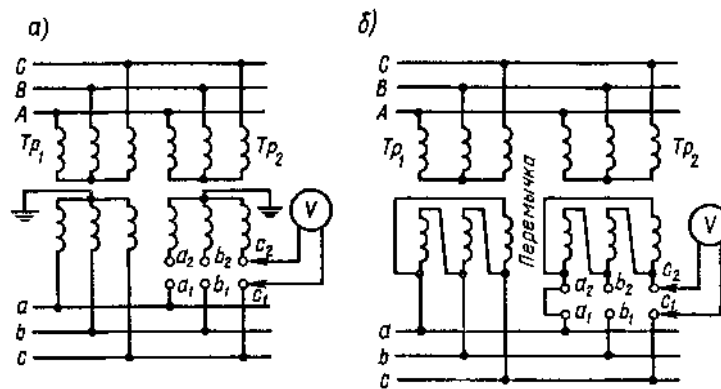


Рисунок 14.3 – Схема фазування силових трансформаторів  
 а – із заземленими нейтраллями, б – при з'єднанні в трикутник

Очевидно, при фазуванні трансформаторів, які не мають заземлених нейтралей, досить отримати два нульових показання вольтметра. Фазування трансформаторів з напругою, що перевищує 380 В, проводять вольтметром через вимірювальні трансформатори напруги.

При прийнятті в експлуатацію трансформатори перевіряють трьох-п'ятикратним включенням без навантаження на номінальну напругу. При вмиканні трансформатора, на слух перевіряють його роботу – чи немає в ньому будь-яких несправностей, наприклад нерівномірного гудіння або тріску. В перелік перевірки також входять: робота газового реле, реле рівня масла, манометричних термометрів та їх вторинних кіл; справність кіл, вбудованих трансформаторів струму, причому їх вторинні обмотки повинні бути замкнені або закорочені; робота маслопоказчика і відсічного клапана, якщо вони передбачені конструкцією.

Масляні вимикачі навантаження піддають випробуванням, коли вони повністю зібрані і відрегульовані. У вимикачів опір вимірюють пофазно у кожній парі робочих контактів. Вимірювання швидкості і часу включення і відключення рухомих частин вимикача характеризує якість регулювання вимикача і його приводу. Швидкісні характеристики визначають на заповненому маслом вимикачі при температурі навколишнього середовища 10-20 ° С і номінальній напрузі оперативного струму. Швидкість включення і відключення вимірюють за допомогою вібрографа, встановленого на вимикачі (рисунок 14.4). Віброграф

складається з вібратора й записуючого пристрою. До обмотки вібратора підводять напругу частотою 50 Гц. При цьому платівка 7 з графітовим стержнем 5 здійснює 100 коливань в секунду.

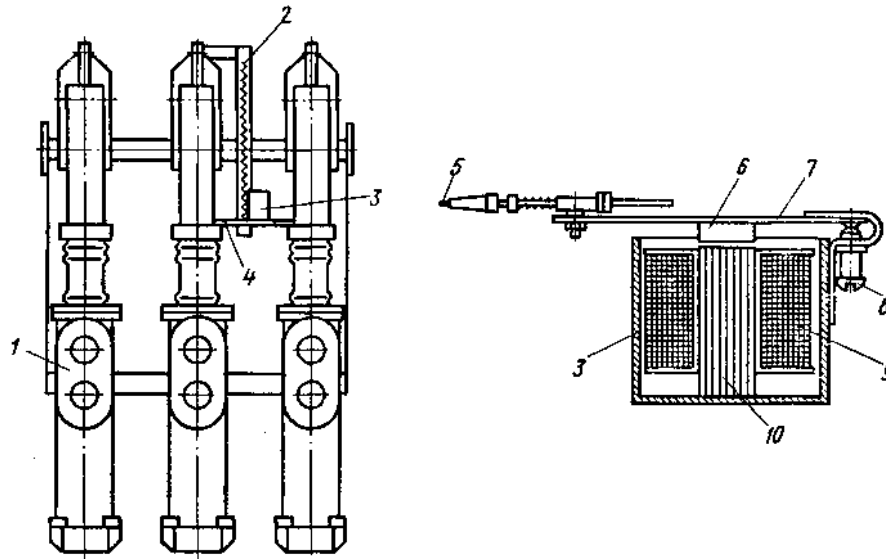


Рисунок 14.4 – Схема вимірювання швидкості вмикання та вимикання контактів масляного вимикача

1 – вимикач ВМГ-10, 2 – планка з паперовою стрічкою, 3 – віброграф, 4 – планка для встановлення вібрографа, 5 – графітовий стержень, 6 – якір, 7 – пружинна пластинка, 8 – регулювальний гвинт, 9 – обмотка, 10 – осердя

Для вимірів до рухомої частини вимикача прикріплюють планку 2 з паперовою стрічкою. Вібрографи встановлюють так, щоб графітовий стержень прилягав до поверхні паперової стрічки і здійснював коливання в площині, перпендикулярної руху стрічки. Живлення на вібрографи подається одночасно з імпульсом на включення або відключення вимикача. При русі рухомої частини вимикача разом з паперовою стрічкою графітовий стержень викреслює на ній синусоїдальну криву, так звану віброграму, за якою можна визначити хід, час і швидкість руху рухомих частин вимикача.

Опір ізоляції рухомих і направляючих частин вимикачів, виконаних з органічних матеріалів, виміряних мегомметром напругою 2500 В, вважається

задовільним, якщо при номінальній напрузі вимикача 3-10 кВ становить не менше 1000 МОм, а при номінальній напрузі вимикача 15-150 кВ – не менше 3000 МОм.

Опір ізоляції вводів з паперово-масляною ізоляцією, вимірний мегомметром на напругу 1000-2500 В, має становити не менше 1000 МОм. Вимірювання проводять між останніми обмотками вводів з прохідними ізоляторами і сполучної втулкою.

Вимикач навантаження на напругу 6 кВ перевіряють підвищеною напругою 29 кВ, а на номінальну напругу 10 кВ – підвищеною напругою 36 кВ протягом 1 хв. Виміряне при температурі 4-20 ° С значення тангенса діелектричних втрат вводів і прохідних ізоляторів з бакелітовою ізоляцією для вимикачів з номінальною напругою 3-15 кВ зазвичай при гарному її стані становить не більше 3% відносної величини, а при номінальній напрузі вимикача 20-35 кВ – не більше 2,5%.

Напруга спрацьовування котушок відключення приводів масляних вимикачів і вимикачів навантаження повинно бути не менше 35% від номінального, а напруга надійної їх роботи – не більше 65% від номінального. Масляні вимикачі та вимикачі навантаження перевіряють на включення і відключення при напрузі в момент включення на затискачах приводу 110, 100, 90 і 80% від номінального. Кількість операцій для кожного режиму випробування становить 3-5.

Контакти масляного вимикача перевіряють на одночасність включення за схемою (рисунок 14.5). При включенні контактів контрольні лампи повинні загорятися одночасно. Хід рухомої частини вимикача, втискаючи (хід) контакти при включенні, одночасність та швидкість замикання і розмикання контактів вважаються задовільними, якщо вони відповідають рекомендаціям заводів виробників. Механізм вільного розчіплювання масляних вимикачів перевіряють в роботі при включеному положенні приводу, у двох-трьох проміжних його положеннях і на межі зони дії вільного розчеплення. Вимикачі навантаження перевіряють так само, як масляні вимикачі.

Роз'єднувачі перевіряють, коли вони повністю зібрані і відрегульовані. Опір ізоляції тяг, виконаних з органічного матеріалу, вимірний мегомметром на напругу 2500 В, при номінальній напрузі роз'єднувача 3-10 кВ повинна становити

не менше 1000 МОм, а при 15-150 кВ – не менше 300 МОм. Ізоляцію роз'єднувачів перевіряють підвищеною напругою промислової частоти.

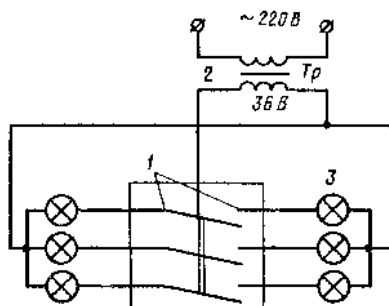


Рисунок 14.5 – Перевірка одночасності ввімкнення контактів масляного вимикача

1 – контакти вимикача, 2 – понижуючий трансформатор, 3 – контрольні лампи

При оцінці опору ізоляції вторинних обмоток можна керуватися наступними величинами: для трансформаторів струму, вбудованих у втулки масляного вимикача, нормальним вважається опір ізоляції, рівний 10-20 МОм, а для виносних трансформаторів струму – 50-100 МОм.

Ізоляцію вимірювальних трансформаторів також перевіряти підвищеною напругою промислової частоти. Тривалість випробування для первинних обмоток трансформаторів струму дорівнює 1 хв, якщо основна ізоляція керамічна, і 5 хв, якщо вона виконана з органічних твердих матеріалів або кабельних мас.

Тривалість випробування ізоляції вторинних обмоток трансформаторів струму, так само як і для обох обмоток трансформаторів напруги, дорівнює 1 хв. У трансформаторів напруги вимірюється струм холостого ходу, значення якого не нормується. У трансформаторів струму знімають характеристику намагнічування сердечників, яку порівнюють з характеристикою справного аналогічного трансформатора. У вбудованих трансформаторів струму, трансформаторів, призначених для роботи в ланцюгах обліку енергії, і трансформаторів з перемикаючими пристроями вимірюють коефіцієнт трансформації (на всіх



відгалуженнях). Відхилення виміряного коефіцієнта трансформації від паспортного не нормується.

## ***2 Обслуговування підстанцій та РП***

Форми обслуговування підстанцій (ПС) і розподільних пристроїв (РП) визначаються їх розташуванням і значенням в енергосистемі, в промисловому підприємстві, ступенем автоматизації та телемеханізації. У промислових підприємствах і мережевих районах є ПС і РП з постійним чергуванням персоналу і без нього. У першому випадку черговий персонал знаходиться постійно на обслуговуваному об'єкті, у другому випадку персонал не прикріплюють до одного об'єкту, він виконує одночасне обслуговування декількох ПС і РП. На автоматизованих і телемеханізованих ПС і РП обслуговування централізоване; на них відсутній постійний черговий персонал промислового підприємства або мережевого району, за яким закріплено кілька ПС і РП.

Оглядати обладнання на ПС і РП можна при наявності напруги і при знятій нарузі одночасно з їх ремонтом. При огляді без зняття напруги дотримуються необхідних запобіжних заходів, наприклад забороняється проникати за огорожі чи заходити в камери РУ і ПС. При оглядах експлуатованих ПС і РУ стежать за тим, щоб температура повітря всередині приміщень не перевищувала  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  і не відрізнялася від температури зовнішнього повітря більш ніж на  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Необхідність цього контролю обумовлюється тим, що для обладнання та апаратури ПС та РУ небезпечний нагрів вище меж, що допускаються ГОСТом. Найважливіше значення має ретельний догляд за обладнанням і виробничими приміщеннями; суворе виконання вказівок виробничих і заводських інструкцій. Необхідно підтримувати чистоту в приміщенні, так як запилення ізоляції призводить до її прискореного зносу; пил, потрапляючи в обертові механізми, погіршує умови їх роботи. Дуже важливо стежити за станом систем охолодження трансформаторів, електродвигунів і вимикачів. Для зниження температури або знижують навантаження на обладнання і апаратуру ПС і РУ, або посилюють вентиляцію, з тим щоб відвести надлишок теплоти назовні. Вентиляція повинна забезпечувати відповідний

температурний режим в приміщенні при різних коливаннях температури навколишнього повітря.

Перевищення допустимих температур нагріву сильно впливає на ізоляцію устаткування і апаратів, викликаючи її прискорене старіння, а при значному перегріві може відбутися руйнування і пробій ізоляції. Підвищення температури роз'ємних контактних з'єднань веде до посиленого окислення контактних поверхонь, збільшення їх перехідного опору і до ще більшого нагрівання.

Підвищені нагриви можуть виникати не тільки в тому випадку, коли погіршується охолодження, але і при перевантаженнях відповідних апаратів та обладнання. Підтримка надійного і економічного режиму роботи всього устаткування входить в обов'язки оперативного чергового персоналу.

На економічність роботи установки впливає правильний розподіл навантаження між паралельно працюючими агрегатами та їх число, схема мережі і ряд інших чинників. Якщо навантаження зменшується, то є доцільним, щоб працювала менша кількість агрегатів, адже при цьому скорочуються втрати енергії.

При оглядах маслонаповнених апаратів стежать за тим, щоб вони містили необхідну кількість масла. Ця обставина має особливо важливе значення в тих випадках, коли масло є дугогасящим середовищем; відключення короткого замикання при нестачі масла в апараті призводить до аварії. Відповідальне місце в масляних вимикачах – це контактна система, чіткість роботи якої може порушитися при відключеннях коротких замикань. Тому після розриву вимикачем струму КЗ великої потужності проводять огляд вимикача і перевіряють якість контактної системи як щодо чіткості роботи, так і одночасності включення контактів. Якість стану контактів є задовільним, якщо їх перехідний опір відповідає даним заводу-виробника.

Перед вимірюванням, кілька разів включають і відключають апарат для того, щоб викликати самоочистку контактів. У правильно відрегульованих контактів різночасність їх включення складає не більше 0,5-3% ходу їх траверси. Для нормальної роботи повітряних вимикачів необхідно, щоб подане до них стиснене повітря було вільне від механічних домішок і не мало підвищеної відносної вологості (більш 50%). Домішки в повітрі знижують чіткість роботи

вимикача, а наявність підвищеної вологості викликає конденсацію вологи та перекриття ізоляції всередині вимикача. Обслуговуючий персонал систематично стежить за справністю фільтрів, що очищають повітря, і станом водо-поглиначів (адсорбентів), своєчасно замінюючи їх заповнювачем. Магістральні повітропроводи РУ і ПС продувають не рідше одного разу на рік.

При огляді звертають увагу на те, щоб плити, що закривають кабельні канали, для запобігання розповсюдження вогню при пожежах в каналах були з вогнетривких матеріалів. При оглядах перевіряють справність вентиляції загального призначення та аварійної, призначеної для швидкого виведення при аваріях з ПС та РУ продуктів згоряння органічної ізоляції, а також справність опалення та мережі освітлення. Покрівля приміщень повинна бути завжди в справності, так як попадання всередину приміщень вологи приводить до зволоження ізоляції електрообладнання та апаратів. Всі отвори в зовнішніх стінах закривають сітками. Під'їзні дороги для транспорту до ПС і РУ за умовами пожежної безпеки повинні завжди перебувати в справному стані і нічим не захищатися.

При оглядах РУ напругою до 1000 В дозволяється проводити без наряду наступні роботи: прибирання приміщення, зміну ламп, ремонт замків і дверей, заміну плавких вставок при знятій напрузі, ремонт або заміну вимикачів освітлення. Терміни оглядів РП без їх відключення залежать від виду обслуговування, прийнятого для них: на об'єктах з постійним чергуванням – один раз на добу (для виявлення наявності електричних розрядів – не рідше одного разу на місяць); на об'єктах без постійного чергування персоналу – не рідше одного разу на місяць.

Графік планових оглядів РУ і ПС встановлює головний енергетик підприємства. Крім планових оглядів всі РУ і ПС підлягають позачерговим оглядам після ліквідації короткого замикання. Позачергові огляди відкритих РУ і ПС проводять також при несприятливій погоді. Під час оглядів у журналах записують показання приладів (вольтметрів, амперметрів тощо) і фіксують виявлені при оглядах несправності, з тим щоб вони могли бути усунені в найкоротший термін. Для контролю виявлених несправностей в журналі є

спеціальна графа, в якій зазначається час ліквідації несправності. При експлуатації РУ і ПС необхідно оглядати стан резервного електрообладнання. Воно має бути готове до включення в будь-який момент без попередньої підготовки. Таку перевірку здійснюють періодично, включаючи резервне обладнання під напругу. Терміни перевірки резервного електрообладнання встановлюються місцевими інструкціями.

Періодичні огляди шаф КРУ і вмонтованих в них апаратів проводять також в залежності від місцевих умов. При оглядах КРУ перевіряють стан електричної ізоляції пристроїв, вимикачів, проводів, механізмів доведення і блокування роз'єднуючих контактів первинного та вторинного ланцюгів та наявність змащення на тертьових частинах механізмів. Періодично контролюють стан резервних елементів КРУ (трансформаторів, кабельних муфт, шин), з тим щоб вони завжди знаходилися в стані, що допускає їх негайне включення в експлуатацію.

Велику роль у підвищенні надійності і економічності режиму роботи електроустановок та поліпшенні якості електроенергії грають пристрої автоматики, телемеханіки та диспетчеризації. Тому вони завжди повинні бути включені в роботу. Їх роль особливо зростає при аваріях та інших раптових змінах режиму роботи електроустановок.

Найбільш складними і відповідальними є дії чергового персоналу при ліквідації порушень режиму роботи установки, викликаних пошкодженням або аварією обладнання. Такі порушення режиму зазвичай відбуваються несподівано і вимагають від чергового персоналу негайних дій.

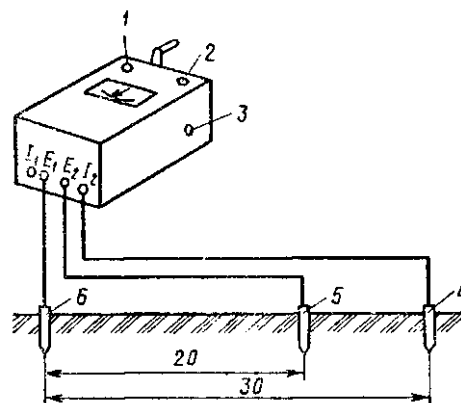


Рисунок 12.6 – Схема включення вимірювача заземлення МС-7

При обслуговуванні ПС періодично перевіряють стан заземлювального пристрою і, якщо необхідно, вимірюють його опір спеціальним приладом - вимірником заземлення МС-07 або МС-08. Для вимірювання (рисунок 12.6) використовують допоміжний 4 і потенційний 5 заземлювачі – сталеві стержні діаметром не менше 5 мм, що забиваються в ґрунт на глибину 0,5 м. Потенційний заземлювач називається зондом. Вимірник заземлення 1 розташовують у безпосередній близькості до випробувального заземлювача 6; допоміжний заземлювач і зонд – відповідно на відстанях 30 і 20 м від вимірюваного заземлення. При вимірах затиски  $I_1$  і  $E_1$ , замкнуті перемичкою, приєднують до випробувального заземлювача. До затискача  $I_2$  приєднують допоміжний заземлювач, а до затискача  $E_2$  – зонд. Перед вимірюванням проводять компенсацію опору зонда, для чого перемикачу 3 ставлять в положення *Регулювання* і, обертаючи рукоятку генератора з частотою обертання 135 об/хв, поворотом головки перемикача меж вимірювання 2 встановлюють стрілку приладу на червону позначку шкали. Якщо це не виходить, необхідно зменшити опір зонда. Потім вимірюють опір заземлюючого пристрою, відраховуючи його за шкалою (в омах) з урахуванням обраного коефіцієнта вимірювання.

### ***3 Терміни оглядів обладнання підстанцій та РП***

При експлуатації проводять огляд, чищення, ремонт і профілактичні випробування обладнання підстанцій і розподільних пристроїв.

Поточний ремонт включає роботи, які не потребують відкриття обладнання: чистку електрообладнання від пилу; перевірку дії рухомих частин апаратури; контроль стану ізоляції; підтяжку кріпильних болтів у міру потреби у терміни, встановлені головним енергетиком підприємства.

Відключення для ремонту будь-якого РУ і ПС викликає порушення нормальної схеми електропостачання споживачів, тому ремонт має починатися зі збірних шин і лінійних приєднань, тобто з транзитної частини РУ. Такий порядок дозволяє при необхідності, не закінчивши весь обсяг ремонтних робіт, включити збірні шини і створити нормальну схему для інших ПС.

При перевірці контактів шин зтяжку виконують гайковими ключами. Якість контакту при ремонті перевіряють щупом товщиною 0,05 мм і шириною 10 мм, який не повинен проходити на глибину більше 5 мм, а в процесі експлуатації з допомогою термоіндуктора. Як стаціонарний індикатор застосовують спеціальну плівку, яку наклеюють поблизу контактів. При температурі 60-70 °С термоплівка має червоний колір, при подальшому нагріванні – темніє, що вказує на поганий контакт зтягування шин. Масляні вимикачі та їх приводи, роз'єднувачі з приводами та заземлюючі ножі ремонтують не рідше одного разу на три роки, а повітряні вимикачі з їх приводом – не рідше одного разу на два-три роки; всі інші апарати РУ – за результатами оглядів та профілактичних випробувань. Крім зазначеного вимикачі ремонтують після того, як виконано відключення трьох-чотирьох коротких замикань.

Капітальний ремонт електрообладнання ПС і РУ проводять з розкриттям обладнання. Масляні вимикачі та їх приводи піддають капітального ремонту не рідше одного разу на три роки, а повітряні вимикачі з їх приводом – не рідше одного разу на два-три роки. Крім зазначеного масляні і повітряні вимикачі піддають позачерговому капітальному ремонту після того, як зроблено відключення трьох-чотирьох коротких замикань. Роз'єднувачі та їх приводи дистанційного управління, а також заземлювальні ножі піддають ремонту не рідше одного разу на три роки, всі інші апарати ПС і РУ – за результатами оглядів та профілактичних випробувань.

Наведені терміни роботи електрообладнання РУ без капітального ремонту є максимальними і відповідають нормальним умовам експлуатації цього електрообладнання. При важких умовах експлуатації, наприклад підвищеній частоті відключень КЗ, капітальний ремонт вимикачів роблять частіше – у терміни, встановлені головним енергетиком підприємства стосовно до місцевих умов.

Профілактичні випробування масляних і повітряних вимикачів, їх приводів, а також приводів дистанційного управління роз'єднувачів виконують, як правило, одночасно з капітальним ремонтом. Статичні конденсатори, маслонаповнені вимірювальні трансформатори, контакти з'єднань шин і приєднань до апаратів

піддають профілактичним випробуванням не рідше одного разу на три роки, інші апарати РУ – не рідше одного разу на шість років.

Обсяг і порядок профілактичних випробувань і норми для них наводяться в ПТЕ і ПТБ. Обсяг і терміни профілактичних випробувань силових трансформаторів визначаються місцевими інструкціями, в яких враховуються умови роботи трансформаторів та їх технічний стан.

## Лекція №15

**Тема:** Експлуатація трансформаторного масла.

**Мета:** ознайомитися з показниками, які характеризують якість трансформаторного масла; з вимогами до трансформаторного масла та з методами його очищення.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Показники, які характеризують якість масла.
- 2 Вимоги, які висуваються до трансформаторного масла.
- 3 Методи очищення трансформаторного масла.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.



## *1 Показники, які характеризують якість масла*

Особливе значення в експлуатації електроустановок має якість трансформаторного масла й правильна його експлуатація, яка відіграє істотну роль в економіці енергогосподарства промислових підприємств, тому що при цьому заощаджуються засоби, що витрачаються на масло, і скорочується необхідність у ремонті трансформаторів і інших масло наповнених апаратів.

Про стан і якість трансформаторного масла судять по його хімічним, механічним і електротехнічним властивостям: кислотності, вмісту води, механічних домішок і зваженого вугілля, в'язкості, температурі спалаху й пробивній напрузі. Великий вплив на якість масла має його окиснення киснем атмосфери, з якою масло перебуває в постійній взаємодії. Цьому процесу сприяють сонячне світло, висока температура й деякі інші фактори. Підвищення кислотності масла негативно впливає на ізоляцію обмоток трансформатора; приводить до її хімічного руйнування; знижує електричну міцність масла, що є однією з найважливіших характеристик трансформаторного масла.

Показниками, що характеризують ступінь окиснення масла, є кислотне число й реакція водної витяжки. Реакція водної витяжки характеризує наявність у маслі низькомолекулярних (нерозчинних) кислот. У придатному для експлуатації маслі реакція водної витяжки повинна бути нейтральною. Важливе значення в нормальній роботі ізоляційного масла має його в'язкість і температура спалаху, тобто температура, при якій пара масла, що нагрівається в закритій посудині, утворюють суміш, що спалахує, коли до неї підносять полум'я. Для того щоб трансформаторне масло краще відводило теплоту від нагрітих елементів, воно повинне добре циркулювати, тобто мати невелику в'язкість. Температура спалаху масла не повинна бути нижче встановлених значень щоб уникнути загоряння масла при підвищенні температури, викликаному перевантаженням трансформатора або масляного вимикача.

Вміст у маслі механічних домішок також визначає його якість. Домішки можуть з'явитися при експлуатації масла в результаті розчинення фарб, лаків і ізоляції, у вигляді вугілля, яке утворюється при електричній дузі, і також у вигляді осаду (шламу), що представляє собою продукти розпаду масла. Механічні домішки

в маслі впливають на роботу трансформаторів і масляних вимикачів – викликають перекриття між ізольованими один від одного елементами, знижують електричну міцність масла. Необхідно зазначити, що забруднення й старіння масла в процесі його експлуатації веде до підвищення діелектричних втрат у маслі. Колір масла в процесі експлуатації змінюється й тому може також характеризувати його якість. Свіже масло має зазвичай світло-жовтий колір. У процесі експлуатації масло темніє й здобуває темно-коричневе забарвлення. Зміна кольору масла відбувається під впливом його нагрівання й забруднення смолами й осадами.

## ***2 Вимоги, які висуваються до трансформаторного масла***

Внаслідок того що характеристика масла в процесі експлуатації погіршується, його якість доводиться періодично перевіряти. Такі перевірки здійснюють один раз у три роки, роблячи скорочений аналіз масла. Масло, придатне для експлуатації, повинне задовольняти наступним вимогам: кислотне число 1 – не більш 0,05 мг на 1 кг масла; реакція водної витяжки – нейтральна; механічні домішки – візуальна відсутність; спад температури спалаху – не більш 5 °С від первісної; зважене вугілля в маслі із трансформатора – відсутність, а з вимикачів – незначна кількість. Електрична міцність для апаратів напругою до 15 кВ включно не нижче 20 кВ/мм; щільність при 20 °С рівна 0,84–0,89 г/см<sup>3</sup>; питомий об'ємний опір рівний  $10^{14}$ – $10^{15}$  Ом·см при 20 °С; tg  $\delta$  масла трансформаторів при 20 °С – не більш 2% і при 70 °С – не більш 7%; зольність – не більш 0,005%.

Після капітальних ремонтів трансформаторів і інших масло-наповнених апаратів роблять скорочений аналіз масла. Масло багатооб'ємних масляних вимикачів додатково перевіряють на вміст зваженого вугілля після відключення короткого замикання (якщо струми к. з. перевищують половину паспортного значення). Термін періодичних випробувань при несприятливих для ізоляційного масла умовах експлуатації скорочують. До таких умов відносять, наприклад, високу робочу температуру, вологий клімат. Ізоляційне масло, яке в експлуатації не задовольняє зазначеним вимогам, відновлюють.

---

При експлуатації рівень масла в трансформаторах і вимикачах поступово знижується внаслідок його випаровування й періодичних відборів для випробувань; тому час від часу масло доливають.

В окремих випадках змішання масел приводить до погіршення їх якості; тому змішувати масла можна лише в тому випадку, якщо це підтверджується лабораторними випробуваннями.

При застосуванні масла в умовах низької температури особливе значення набуває температура застигання масла. При низькій температурі навколишнього середовища підвищується в'язкість масла, а це приводить до зниження швидкості руху траверси вимикача й погіршує циркуляцію масла в масло-наповнених апаратах. По нормах температура застигання масла для масляних вимикачів, що перебувають у неопалюваних приміщеннях або на відкритих РУ й ПС, у районах, де температура повітря не буває нижче  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , повинна бути не більше  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  для масляних вимикачів  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  для трансформаторів. Температура з застигання масла для інших районів повинна бути не понад  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При відборі проби масла для аналізу й випробуванні дотримують обережності, тому що від цього значною мірою залежать результати перевірок. З основних правил, якими керуються при відборі проб масла для його аналізу, необхідно відзначити наступне: перед відбором проби масла слід ретельно протерти кран або пробку, через які відбирається проба; для відбору проби необхідно промити маслопровідний отвір шляхом випуску деякої кількості масла; у якості посуду для відбору масла користуються добре промитими скляними банками ємністю 0,5–1 л із протертими пробками (миють і підготовляють банки в лабораторії, у якій випробовується масло); перед заповненням банок маслом для аналізу їх впливає два рази сполоснути маслом, призначеним для аналізу, лише після цього банки заповнюють маслом доверху й ретельно закривають; проби масла з апаратури відкритих ПС необхідно брати лише в суху погоду, для того щоб у масло не могло потрапити сире повітря; проби масла щоб уникнути можливих у ньому змін повинні доставлятися в лабораторію для аналізу не пізніше чому через сім днів після відбору масла; проби масла постачають ярликами, у яких указують, звідки й коли воно взяте.

При роботі персоналу з маслом спецодяг (бавовняні костюми влітку й ватяні тілогрійки взимку) просочуються маслом і він може при зіткненні з вогнем спалахнути, тому поверх спецодягу надягають куртку й штани з капронового пластикату, що захищає її від масла.

У зв'язку з тим що капрон від нагрівання плавиться й загоряється, бавовняний спецодяг додатково обробляють спеціальним вогнезахисним складом, який захищає її від запалення, горіння й тління при короткочасному зіткненні з вогнем, розпеченими предметами, іскрами й т.п.

Якщо не вживати профілактичних заходів, трансформаторне масло порівняно швидко погіршує свої якості. При цьому його доводиться часто перевіряти, піддавати очищенню й зміні. Усе це значною мірою здорожує витрати по його експлуатації. У цей час ухвалюються заходи, спрямовані на вповільнення процесів старіння ізоляційного масла. Наприклад, широко застосовується спосіб циркуляції масла через термосифонний фільтр, у якому перебуває силікагель, що поглинає продукти старіння масла, завдяки чому якість масла відновлюються. Термосифонна регенерація масла проводиться без відключення трансформаторів, що особливо важливо при роботі трансформаторів, що не мають резерву трансформаторної потужності.

Застосування трансформаторних масел із присадкою до них антиокислювачів ВТИ-1 підвищує стабільність масла, тому що при цьому затримується процес його окиснення. Один з видів захисту масла від окиснення – азотний. При цьому способі зіткненню масла з повітрям перешкоджають створювані в баку трансформатора азотні подушки, що запобігають також можливому його окиснення.

### ***3 Методи очищення трансформаторного масла.***

Якщо масло не задовольняє вимогам які до нього висуваються, то вживають заходів щодо відновлення його властивостей. Метод відновлення масла, що перебував в експлуатації, вибирають залежно від характеру погіршення якості масла. Якщо погіршення якості масла не пов'язане зі зміною його хімічних властивостей, а обумовлюється наявністю в ньому нерозчинних механічних

домішок, часток вугілля й води, відновити масло можна простим відстоюванням, фільтруванням і очищенням у центрифугах.

При фільтруванні масло продавлюється через фільтрувальний картон, що поглинає воду з масла. При очищенні масла центрифугою застосовують два способи: кларифікація і пурифікація (різняться складанням тарілок барабана). При кларифікації масло очищається головним чином від механічних домішок, шламу й вугілля, що осідають у грязьовику барабана. Після такого очищення масло освітлюється. У випадку якщо масло містить воду в значній кількості, знаходить застосування спосіб пурифікації, при якому вода безупинно виділяється із центрифуги.

Ізоляційне масло, яке піддалося окисненню, зазначеними способами покращити не можна, і доводиться прибігати до регенерації масла. Регенерація масла здійснюється шляхом його обробки лугом, сірчаною кислотою й відбілюючими засобами. Обробка масла відбілюючими засобами приводить до нейтралізації залишкових кислот у маслі після його кислотного очищення.

## **Лекція №16**

**Тема:** Експлуатація релейного захисту, електроавтоматики ТП.

**Мета:** ознайомитися з призначенням релейного захисту та електроавтоматики, з правилами їх експлуатації і вимогами, які до них висуваються.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Призначення пристроїв релейного захисту та електроавтоматики.
- 2** Правила експлуатації релейного захисту та електроавтоматики.
- 3** Вимоги до релейного захисту ТП.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## ***1 Призначення пристроїв релейного захисту та електроавтоматики***

Всі електроустановки обладнаються пристроями релейного захисту, призначеними для відключення захищеної ділянки ланцюга або елемента у випадку його ушкодження, якщо це ушкодження спричиняє вихід з ладу елемента або електроустановки в цілому. Релейний захист спрацьовує і тоді, коли виникають умови, що загрожують порушенню нормального режиму роботи електроустановки.

У релейному захисті електроустановок захисні функції покладені на реле, що служать для подачі імпульсу на автоматичне відключення елементів електроустановки або сигналу про порушення нормального режиму роботи устаткування, ділянки електроустановки, лінії і т.д.

Реле являє собою апарат, що реагує на зміну якої-небудь фізичної величини, наприклад струму, напруги, тиску, температури. Коли відхилення цієї величини виявляється вище припустимого, реле спрацьовує і його контакти, замикаючи або розмикаючи, роблять необхідні переключення за допомогою подачі або відключення напруги в ланцюгах керування електроустановкою.

Технічне обслуговування пристроїв РЗАіТ та їх вторинних кіл повинен здійснювати, як правило, персонал служб релейного захисту, автоматики і вимірів або електролабораторії споживача. У тих випадках, коли в обслуговуванні окремих видів пристроїв РЗАіТ беруть участь інші служби, то між ними відповідно до місцевих інструкцій повинні бути розмежовані зони обслуговування та обов'язки. Для обслуговування пристроїв РЗАіТ, установлених у споживача, можливе залучення спеціалізованих організацій. Обсяг і терміни технічного обслуговування пристроїв РЗАіТ та їх вторинних кіл, що перебувають у керуванні (віданні) оперативного персоналу електропередавальної організації, повинні бути узгоджені з останньою.

Під час проведення налагоджувальних робіт спеціалізованою налагоджувальною організацією у пристроях РЗАіТ їх приймання здійснює персонал споживача, який обслуговує ці пристрої. Дозвіл на введення пристрою в роботу оформлюють записом у журналі РЗАіТ за підписами відповідальних представників споживача (або організації вищого рівня) і

налагоджувальної організації, якщо остання здійснювала налагодження цього пристрою.

## ***2 Правила експлуатації релейного захисту та електроавтоматики***

Під час здавання в експлуатацію пристроїв РЗАіТ і вторинних кіл повинна бути надана така технічна документація:

- проектна документація, що скоригована під час монтажу (креслення, пояснювальні записки, кабельний журнал тощо), монтажною організацією;
- заводська документація (інструкції з експлуатації, паспорти електрообладнання і апаратури тощо) монтажною організацією;
- протоколи налагодження і випробувань, виконавчі принципово-монтажні (або принципові та монтажні) схеми налагоджувальною організацією чи лабораторією споживача;
- програмне забезпечення для керування та обслуговування мікропроцесорних пристроїв РЗАіТ у вигляді програм на відповідних носіях інформації налагоджувальною організацією.

У споживача на кожне приєднання або пристрій РЗАіТ, що є в експлуатації, повинна бути, крім указаної в пункті, така технічна документація:

- паспорт-протокол пристрою;
- методичні вказівки, інструкції або програми з технічного обслуговування, налагодження і перевірки (для складних пристроїв для кожного типу пристрою чи його елементів);
- технічні дані про пристрої у вигляді карт або таблиць уставок і характеристик.

Результати періодичних перевірок повинні бути занесені до паспорта-протоколу пристрою (докладні записи про складні пристрої РЗАіТ здійснюють за потреби в журналі релейного захисту).

Виконавчі схеми РЗАіТ необхідно приводити у відповідність після зміни реальної схеми. Зміни у схемах повинні бути підтверджені записами, які вказують причину й дату внесення змін та хто вніс зміни. Виконавчі схеми пристроїв РЗАіТ (у тому числі пристроїв АЧР та спеціальної автоматики



вимкнення навантаження) погоджують з тією організацією, у керуванні (віданні) оперативного персоналу якого перебувають ці пристрої.

Обсяг засобів телемеханіки – телекерування, телесигналізації, телевимірювання, кількість самописних приладів з автоматичним прискоренням запису в аварійних режимах, автоматичних осцилографів чи мікропроцесорних реєстраторів, фіксувальних амперметрів, вольтметрів і омметрів та інших приладів, що використовуються для аналізу роботи пристроїв РЗАіТ, повинен відповідати вимогам ПУЕ.

Уставки пристроїв РЗАіТ ліній споживача, що живляться від мережі електропередавальної організації, а також трансформаторів (автотрансформаторів), які є в оперативному керуванні або віданні оперативного персоналу електропередавальної організації, повинні бути погоджені з нею; зміну уставок дозволяється здійснювати лише за вказівкою служби релейного захисту цієї організації.

Під час вибору уставок електрообладнання споживача повинна бути забезпечена селективність дії з урахуванням наявності пристроїв АВР і АПВ. При цьому також необхідно враховувати роботу пристроїв технологічної автоматики і блокування цехових агрегатів і механізмів.

Усі уставки захистів перевіряють на чутливість в умовах мінімального навантаження підприємства та в електропередавальній організації за існуючої схеми електропостачання.

Гранично допустимі навантаження живильних елементів електричної мережі згідно з умовами налаштування РЗАіТ і з урахуванням можливих експлуатаційних режимів повинні бути узгоджені споживачем з диспетчерською службою електропередавальної організації і їх необхідно періодично переглядати.

У колах оперативного струму повинна бути забезпечена селективність дії апаратів захисту (запобіжників і автоматичних вимикачів).

Автоматичні вимикачі, колодки запобіжників повинні мати маркування із зазначенням найменування приєднання і номінального струму. Персонал повинен мати запас каліброваних плавких вставок для заміни перегорілих.

В експлуатації повинні бути забезпечені умови для нормальної роботи електровимірювальних приладів, вторинних кіл і апаратури пристроїв РЗАіТ (допустима температура, вологість, вібрація, відхилення робочих параметрів від номінальних тощо).

Пристрої РЗАіТ, що перебувають в експлуатації, повинні бути завжди в роботі, за винятком тих пристроїв, що повинні виводитись з роботи відповідно до призначення і принципу дії, режимів роботи або за умовами селективності.

Уведення в роботу і виведення з роботи пристроїв РЗАіТ, що перебувають у віданні оперативного персоналу вищого рівня, здійснюють тільки з його дозволу (за диспетчерською заявкою).

У разі загрози неправильного спрацювання пристрою РЗАіТ він повинен бути виведений з роботи без дозволу оперативного персоналу вищого рівня, але з наступним його повідомленням (відповідно до інструкції з експлуатації). Пристрої, що залишилися в роботі, повинні забезпечувати повноцінний захист електрообладнання і ліній електропередавання від усіх видів пошкоджень та порушень нормального режиму. Якщо така умова не може бути виконана, то повинен бути введений тимчасовий захист або приєднання повинно бути вимкнене з повідомленням оперативного персоналу вищого рівня.

Зміна уставок мікропроцесорних пристроїв РЗАіТ оперативним і обслуговувальним персоналом дозволяється здійснювати за санкціонованим доступом з фіксацією точного часу, дати і даних особи, яка виконала зміну, а також змісту зміни.

Знімання інформації з пристрою РЗАіТ на мікропроцесорній базі за допомогою переносної електронно-обчислювальної техніки або вбудованого дисплею дозволено виконувати персоналу служби релейного захисту (електролабораторії), який обслуговує ці пристрої, або спеціально навченому оперативному персоналу згідно з інструкцією з експлуатації без звернення за дозволом до вищого оперативного персоналу.

Аварійна і попереджувальна сигналізація повинні бути завжди готовими до дії, її необхідно періодично опробувати. Особливу увагу необхідно звертати на контроль наявності оперативного струму, справність запобіжників і

автоматичних вимикачів у вторинних колах, а також на контроль справності кіл керування вимикачами.

Уперше змонтовані пристрої РЗАіТ і вторинні кола перед уведенням у роботу підлягають налагодженню і приймальним випробуванням із записом до паспорта обладнання чи спеціальної відомості.

Реле і допоміжні пристрої РЗАіТ повинні бути опломбовані персоналом, який обслуговує ці пристрої, за винятком тих, уставки яких змінює оперативний персонал залежно від режиму роботи і схеми первинних з'єднань, або тих, у яких немає спеціальних пристосувань для зміни параметрів їх настроювання.

Реле, апарати і допоміжні пристрої РЗАіТ (за винятком тих, уставки яких змінює оперативний персонал) дозволено відкривати лише персоналу, який обслуговує пристрої РЗАіТ, чи за його вказівкою оперативному персоналу з подальшим записом в оперативному журналі.

На лицьовому й зворотному боках панелей і шаф пристроїв РЗАіТ, сигналізації, а також панелей і пультів керування повинні бути написи, що вказують на їх призначення відповідно до диспетчерських найменувань, а на встановлених у них апаратах – написи або маркування згідно зі схемами. На панелі з апаратами, що належать до різних приєднань чи різних пристроїв РЗАіТ одного приєднання, які можуть перевірятися окремо, повинні бути нанесені або встановлені чіткі розмежувальні лінії. Під час таких перевірок необхідно вживати заходів щодо запобігання помилковому доступу до апаратури, яка залишилася в роботі.

На проводах, приєднаних до збірок (рядів) затискачів, повинне бути маркування, що відповідає схемам. На контрольних кабелях повинно бути маркування на кінцях, у місцях розгалуження і перетину потоків кабелів у разі проходження їх через стіни, стелі тощо. Кінці вільних жил контрольних кабелів повинні бути ізольовані, і на них повинне бути маркування.

Опір ізоляції електрично з'єднаних вторинних кіл пристроїв РЗАіТ відносно землі, а також між колами різного призначення, електрично не з'єднаних (вимірні кола, кола оперативного струму, сигналізації), необхідно

підтримувати у межах кожного приєднання відповідно до норм. Під час перевірки ізоляції вторинних кіл пристроїв РЗАіТ, що мають напівпровідникові і мікроелектронні елементи, повинні бути вжиті заходи із запобігання пошкодженню цих елементів (наприклад, закорочування окремих елементів, ділянок схеми або "плюса" і "мінуса" схеми живлення).

Перед увімкненням після монтажу і першого профілактичного випробування пристроїв РЗАіТ ізоляція відносно землі електрично пов'язаних кіл РЗАіТ і всіх інших вторинних кіл кожного приєднання, а також ізоляція між електрично не пов'язаними колами, які розміщені в межах однієї панелі, за винятком кіл елементів, розрахованих на робочу напругу 60 В і нижчу, повинна

Крім того, напругою 1000 В протягом 1 хв повинна бути випробувана ізоляція між жилами контрольного кабелю тих кіл, де є підвищена ймовірність замикання із серйозними наслідками (кола газового захисту, кола конденсаторів, що використовуються як джерела оперативного струму, вторинні кола трансформаторів напруги та струму тощо).

У подальшій експлуатації ізоляцію кіл РЗАіТ, за винятком кіл напругою 60 В і менше, допускається випробувати під час профілактичних випробувань як напругою 1000 В змінного струму протягом 1 хв, так і випрямленою напругою 2500 В з використанням мегаомметра або спеціальної установки.

Випробування ізоляції кіл РЗАіТ напругою 60 В і менше здійснюється в процесі вимірювання опору ізоляції мегаомметром напругою 500 В.

Усі випадки спрацювання і відмови пристроїв РЗАіТ, а також виявлені в процесі їх оперативного і технічного обслуговування дефекти (несправності) персонал, що обслуговує ці пристрої, повинен ретельно аналізувати. Виявлені дефекти повинні бути усунені. Про кожен випадок неправильного спрацювання або відмови спрацювання пристроїв РЗАіТ необхідно повідомляти диспетчера електропередавальної організації, в оперативному керуванні або віданні якої перебувають ці пристрої.

Пристрої РЗАіТ і вторинні кола періодично перевіряють і випробовують відповідно до чинних положень та інструкцій. Після неправильного спрацювання

чи відмови спрацювання цих пристроїв повинні бути проведені додаткові (післяаварійні) перевірки за спеціальними програмами.

За наявності швидкодійних релейних захистів і пристроїв резервування відмови вимикачів усі операції з увімкнення ліній, шин і електрообладнання, а також операції з перемикання роз'єднувачами і вимикачами здійснюються з уведеними в дію цими захистами. Якщо їх неможливо ввести в дію, то необхідно ввести прискорення на резервних захистах або виконати тимчасовий захист, хоча б неселективний, але з необхідною швидкістю, або ввести прискорення на резервних захистах.

Роботи в пристроях РЗАіТ повинен виконувати персонал, навчений і допущений до самостійного технічного обслуговування відповідних пристроїв з дотриманням ПБЕЕ. Під час роботи на панелях (у шафах) і в колах керування РЗАіТ повинні бути вжиті заходи щодо запобігання помилковому вимкненню обладнання. Роботи необхідно виконувати тільки ізольованим інструментом.

Виконання цих робіт без виконавчих схем, а для складних пристроїв РЗАіТ без програм із заданим обсягом і послідовністю робіт забороняється.

Операції у вторинних колах трансформаторів струму і напруги (у тому числі з випробувальними блоками) повинні бути проведені з виведенням з дії пристроїв РЗАіТ (або окремих їх ступенів), які за принципом дії і параметрами настроювання можуть спрацювати хибно в процесі виконання зазначеної операції.

Після закінчення робіт повинні бути перевірені справність і правильність приєднань кіл струму, напруги та оперативних кіл. Оперативні кола РЗАіТ і кола керування повинні бути перевірені, як правило, шляхом опробування в дії.

Роботи в пристроях РЗАіТ, які можуть викликати їх спрацювання на вимкнення або ввімкнення приєднань, які вони захищають, або суміжних, а також інші непередбачені дії необхідно здійснювати за дозволеною заявкою, що враховує такі можливості.

Вторинні обмотки трансформаторів струму повинні бути завжди замкнені на реле, на прилади або закорочені. Вторинні кола трансформаторів струму й напруги і вторинні обмотки фільтрів приєднання високочастотних каналів повинні бути заземлені.

Після закінчення планового технічного обслуговування, випробувань і післяаварійних перевірок пристроїв РЗАіТ повинні бути складені протоколи і зроблені записи в журналі РЗАіТ, а також у паспорті-протоколі.

У разі зміни уставок і схем РЗАіТ у журналі і паспорті-протоколі повинні бути здійснені відповідні записи, а також унесені виправлення в принципові і монтажні або принципово-монтажні схеми та інструкції з експлуатації пристроїв.

Випробувальні установки для перевірки пристроїв РЗАіТ під час виконання технічного обслуговування необхідно приєднувати до штепсельних розеток або щитків, установлених для цієї мети в приміщеннях щитів керування, розподільних установок підстанції та в інших місцях.

Лицьовий бік панелей (шаф) і пультів керування, РЗАіТ та апаратів, установлених на них, повинен періодично очищати від пилу спеціально навчений персонал. Апарати відкритого виконання, а також зворотний бік цих панелей (шаф) і пультів повинен очищати персонал, який обслуговує пристрої РЗАіТ, або оперативний персонал, що пройшов інструктаж.

Оперативні працівники повинні здійснювати:

- контроль за правильністю положення перемикальних пристроїв на панелях (шафах) РЗАіТ і керування, кришок випробувальних блоків, а також за станом автоматичних вимикачів і запобіжників у колах РЗАіТ і керування;

- уведення та виведення з роботи пристроїв РЗАіТ (їх ступенів), а також зміну їх дії та уставок за розпорядженням оперативного персоналу, у керуванні (віданні) якого перебувають ці пристрої, використовуючи спеціально передбачені перемикальні пристрої;

- контроль за станом пристроїв РЗАіТ за показами наявних на панелях (шафах) і апаратах пристроїв зовнішньої сигналізації та індикації, а також за повідомленнями, що надходять від мікропроцесорних пристроїв РЗАіТ;

- опробування високовольтних вимикачів та інших апаратів, а також пристроїв АПВ, АВР та фіксувальних приладів (індикаторів);

- обмін сигналами високочастотних захистів і контроль параметрів високочастотних апаратів протиаварійної автоматики;

- вимірювання струму небалансу в захисті шин і напруги небалансу в розімкненому трикутнику трансформатора напруги;
- заведення годинників автоматичних осцилографів аварійного запису тощо.

Періодичність проведення контролю пристроїв РЗАіТ та виконання інших операцій, а також порядок дій оперативного персоналу повинні встановлюватись виробничими інструкціями споживача, які узгоджуються з вимогами відповідних інструкцій електропередавальних організацій, у віданні яких перебувають ці пристрої.

Переведення обладнання, що керується пристроями телемеханіки, на автономне керування і навпаки необхідно здійснювати виключно з дозволу оперативного персоналу споживача (особи, відповідальної за електрогосподарство).

Для виведення з роботи вихідних кіл телекерування на підстанціях необхідно застосовувати загальні ключі або пристрої вимкнення. Вимкнення кіл телекерування чи телесигналізації окремих приєднань необхідно здійснювати на різних затискачах або індивідуальних пристроях вимикання.

Усі операції із загальними ключами телекерування та індивідуальними пристроями вимикання в колах телекерування та телесигналізації дозволено виконувати лише за вказівкою або з відома оперативного персоналу.

На збірках (рядках) затискачів пультів керування та панелей не повинні розміщуватись у безпосередній близькості затискачі, випадкове з'єднання яких може зумовити ввімкнення чи вимкнення приєднання, коротке замикання в колах генератора (синхронного компенсатора) тощо.

На панелях (у шафах) апаратури РЗАіТ, на яких оперативний персонал виконує перемикання за допомогою ключів, накладок, випробувальних блоків та інших пристосувань, повинні бути таблиці положення вказаних перемикальних пристроїв для всіх режимів, що використовуються.

Операції за цими перемиканнями повинні бути записані до оперативного журналу.

Персонал служб споживача, який здійснює технічне обслуговування пристроїв РЗАіТ, повинен періодично оглядати всі панелі і пульти керування, панелі (шафи) РЗАіТ, сигналізації, звертаючи особливу увагу на правильність положення перемикальних пристроїв (контактних накладок, рубильників, ключів керування тощо), кришок випробувальних блоків, а також на відповідність їх положення схемам і режимам роботи електрообладнання.

Періодичність оглядів, що визначається виробничою інструкцією, повинна бути затверджена особою, відповідальною за електрогосподарство.

Оперативні працівники несуть відповідальність за правильне положення тих елементів РЗАіТ, з якими їм дозволено виконувати операції, незалежно від періодичних оглядів персоналом служби РЗАіТ.

Порядок підключення електрообладнання споживачів до пристроїв ПА (АЧР, САВН та ін.) регламентується ГКД 34.35.511.2002 ( z0667-02 ) та ГНД 34.20.567-2003 ( z1177-03 ).

Керівники споживачів, приєднання яких підключені до ПА, несуть відповідальність за фактичне виконання заданих обсягів відключення навантаження, а також за виконання організаційно-технічних заходів щодо запобігання аваріям на своїх об'єктах під час дії ПА з повним або частковим відключенням об'єктів від централізованого електропостачання.

Пристрої АЧР повинні бути постійно ввімкнені в роботу із заданими обсягами навантаження, уставками спрацювання за частотою і витримками часу. Якщо приєднання, заведені під дію АЧР, мають пристрої автоматичного ввімкнення резерву (АВР), то дією АЧР повинна бути блокована робота АВР.

Установлені на підстанціях чи в розподільних установках самописні прилади з автоматичним прискоренням запису в аварійних режимах, автоматичні осцилографи аварійного запису, у тому числі пристрої для їхнього пуску, мікропроцесорні регістратори, фіксувальні прилади (індикатори) та інші пристрої, що використовуються для аналізу роботи пристроїв РЗАіТ, визначення місця пошкодження повітряних ліній електропередавання, повинні бути завжди готовими до дії. Уведення і виведення з роботи зазначених пристроїв необхідно здійснювати за заявкою.



Види технічного обслуговування пристроїв РЗАіТ, ПА дистанційного управління сигналізації, програми, а також обсяги їх технічного обслуговування, високочастотних каналів релейного захисту, трансформаторів струму та напруги, а також інших пристроїв РЗАіТ проводяться відповідно до ГКД 34.35.603-95, ГКД 34.35.604-96 та інших НД, що стосуються РЗАіТ та ПА.

Графіки періодичності та видів технічного обслуговування пристроїв РЗАіТ та ПА затверджуються особою, відповідальною за електрогосподарство. В окремих обґрунтованих випадках періодичність циклів технічного обслуговування пристроїв РЗАіТ та ПА може бути змінена. Рішення з цього питання приймається керівництвом споживача (особою, відповідальною за електрогосподарство) або електропередавальної організації.

Перевірка заданих уставок РЗАіТ та ПА здійснюється з періодичністю, установленою для технічного обслуговування. Періодичність випробування АВР проводиться не рідше одного разу на 6 місяців. Результати випробування фіксуються в оперативному журналі.

Споживачі повинні забезпечувати безперешкодний доступ персоналу Держенергонагляду (електропередавальної організації) для нагляду за технічним станом та уставками пристроїв РЗАіТ та ПА, контролю за обсягами підключеного навантаження й уставками АЧР, а також для пломбування накладок РЗАіТ і ПА.

### ***3 Вимоги до релейного захисту ТП***

***До релейного захисту висувають наступні вимоги:***

- **селективність** (вибірковість) - відключення тільки тієї мінімальної частини або елемента установки, що викликала порушення режиму;
- **чутливість** - швидка реакція на визначені, заздалегідь задані відхилення від нормальних режимів, іноді самі незначні;
- **надійність** - безвідмовна робота у випадку відхилення від нормального режиму.

Надійність захисту забезпечується як правильним вибором схеми й апаратів, так і правильною експлуатацією, що передбачає періодичні профілактичні перевірки й іспити.

Необхідна швидкість спрацьовування реле визначається проектом у залежності від характеру технологічного процесу. Іноді для зведення до мінімуму збитку від виниклих ушкоджень релейний захист повинний забезпечувати повне відключення протягом сотих часток секунди.

По своєму призначенню реле розділяють на реле керування і реле захисту. **Реле керування** звичайно включають безпосередньо в електричні ланцюги і спрацьовують вони при відхиленнях від технологічного процесу або змінах у роботі механізмів. **Реле захисту** включають в електричні ланцюги через вимірювальні трансформатори і тільки іноді безпосередньо. Вони спрацьовують при неформальних чи аварійних режимах роботи установки. Реле характеризується наступними показниками:

- **уставка** - сила струму, напруга або час, на які відрегульоване дане реле для його спрацьовування;
- **напруга (чи струм) спрацьовування** - найменше чи найбільше значення, при якому реле цілком спрацьовує;
- **напруга (чи струм) відпускання** - найбільше значення, при якому реле відключається (повертається у вихідне положення);
- **коефіцієнт повернення** - відношення напруги (чи струму) відпускання до напруги (чи току) спрацьовування.

За часом спрацьовування розрізняють реле миттєвої дії і з витримкою часу.

На трансформаторах установлюються наступні захисти:

- **захист від коротких замикань**, що діє на відключення ушкодженого трансформатора і виконується без витримки часу (для обмеження розмірів ушкодження, а також для запобігання порушення безперебійної роботи живильної енергосистеми). Для захисту великих трансформаторів застосовуються подовжні диференціальні токові захисти, а для малопотужних трансформаторів - токові захисти зі східчастою характеристикою;
- **витримки часу**. Крім того, при всіх ушкодженнях усередині бака і зниженнях рівня олії застосовується газовий захист, що працює на неелектричному принципі;

- **захист, від струмів зовнішніх к. з.**, основне призначення якої полягає в запобіганні тривалого проходження струмів к. з. у випадку відмовлення вимикачів або захистів суміжних елементів шляхом відключення трансформатора. Крім того, захист може працювати в якості основної (на трансформаторах малої модності, а також при к. з. на шинах, якщо відсутній спеціальний захист шин). Захисту від зовнішніх к. з. звичайно виконуються токовими чи (значно рідше) дистанційними - з витримками часу;

- **захист від перевантажень**, виконуваний за допомогою одного максимального реле струму, оскільки перевантаження звичайно є симетричним режимом. Оскільки перевантаження припустиме протягом тривалого проміжку часу, то захист від перевантаження при наявності чергового персоналу повинний виконуватися з дією на сигнал, а при відсутності персоналу - на розвантаження або на відключення трансформатора.

На трансформаторах передбачаються наступні пристрої автоматики:

- **автоматичне повторне включення**, призначене для повторного включення трансформатора після його відключення максимальним токовим захистом. Вимоги до АПВ (автоматичне повторне включення) і способи його здійснення аналогічні розглянутим раніше пристроям АПВ ліній. Основна особливість полягає в забороні дії АПВ трансформаторів при внутрішніх ушкодженнях, що відключаються диференціальним чи газовим захистом;

- **автоматичне включення резервного трансформатора**, призначений для автоматичного включення секційного вимикача при аварійному відключенні одного з працюючих трансформаторів або при втраті харчування однієї із секцій з інших причин;

- **автоматичне відключення і включення одного з паралельно працюючих трансформаторів**, призначене для зменшення сумарних втрат електроенергії в трансформаторах;

**автоматичне регулювання напруги**, призначене для забезпечення необхідної якості електроенергії в споживачів шляхом зміни коефіцієнта трансформації понижуючих трансформаторів підстанцій, що живлять розподільну мережу. Для зміни під навантаженням трансформатори обладнаються пристроями

РПН (регулятором переключення відпайок обмотки трансформатора під навантаженням). Автоматична зміна здійснюється спеціальним регулятором коефіцієнта трансформації (АРКТ), що впливає на РПН.

## Лекція №17

**Тема:** Технологія обслуговування розподільчих пристроїв.

**Мета:** ознайомитися з технологією обслуговування РП напругою вище і до 1 кВ; ознайомитися з методом перевірки опору ізоляції електроустановок РП.

**Методи:** словесні, наочні

**План:**

- 1 Обслуговування РП напругою вище 1 кВ
- 2 Обслуговування РП напругою до 1 кВ
- 3 Перевірка опору ізоляції електроустановок РП

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

**Література:**

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промислових підприємств и установок: Учеб. для учащихся електротехнічних спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промислових підприємств и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Обслуговування РП напругою вище 1 кВ***

На сьогодні найбільш широкого поширення одержали комплектні РУ ( КРУ) напругою 3–10 кВ заводського виготовлення.

Експлуатаційний персонал, що обслуговує КРУ стаціонарного виконання повинен знати призначення окремих частин КРУ і їх взаємодію під час роботи. При обслуговуванні КРУ необхідно керуватися не тільки ПТЕ й ПТБ, але й інструкціями на КРУ й установлене в них устаткування.

Під час огляду звертають увагу на: стан приміщення (справність дверей, вентиляції, опалення, засікши); справність мережі освітлення й заземлення; наявність засобів безпеки; рівень масла в циліндрах вимикачів; стан ізоляції, приводів, механізмів блокування роз'єднувачів, первинних контактів, що роз'єднуються, механізмів доведення; стан контактних з'єднань; наявність змащення на тертьових частинах механізмів; надійність з'єднання рядів затисків, переходів вторинних кіл на дверцята; щільність затягування контактних з'єднань вторинних ланцюгів; дію кнопок місцевого керування вимикачів.

Уся ізоляція КРУ розрахована на напругу 10 кВ і при експлуатації при 6 кВ має підвищену надійність. При експлуатації КРУ забороняється відгвинчувати знімні деталі шафи, піднімати й відкривати автоматичні шторки руками при наявності напруги.

Перевірку справності приміщень РУ, дверей і вікон; відсутності течі в покрівлі й міжповерхових перекриттях; справності замків, засобів безпеки, опалення, вентиляції, освітлення, заземлення; рівня й температури масла в апаратах, відсутності течі в них; контактів, ізоляції (тріщини, запиленість і т.п.), ошиновки проводять без відключення РУ:

- 1 раз у добу – на об'єктах з постійним черговим персоналом;
- не рідше 1 разу на місяць – на об'єктах без постійного чергового персоналу;
- не рідше 1 разу в 6 місяць – на РУ, сполучених із трансформаторними підстанціями.

У викотних КРУ для проведення робіт відключають вимикач роз'єднувачами, вбудованими в КРУ, заземлюють лінію, що відходить,

установлюють візок у ремонтне положення й перевіряють ножі, що роз'єднують контакти на відсутність напруги. Далі включають заземлюючий роз'єднувач і встановлюють візок в іспитове положення (якщо немає необхідності вести роботи усередині шафи). Заміну запобіжників у шафі трансформатора власних потреб проводять при знятому навантаженні.

Викочування візка з вимикачем і установка його в робоче положення є операціями по відключенню й включенню приєднання; вони проводяться тільки особами, що виконують оперативні перемикання або під їхнім керівництвом. Установка візка в робоче положення можлива тільки при відключеному заземлюючому роз'єднувачі.

У шафах КРУ, де зв'язок вторинних кіл викотного візка з корпусом здійснюється штепсельним розніманням, для правильного розташування вставки стосовно колодки її встановлюють так, щоб штепсельне з'єднання було з боку фасаду шафи і проти нього. На вставці й колодці наносять смуги червоного кольору. При повному з'єднанні рознімання сполучної гайку нагвинчують до положення, коли залишається один виток рознімання. При цьому штир входить у гніздо приблизно на 6 мм, чим забезпечується надійне з'єднання рознімання. Експлуатація устаткування шаф КРУ проводиться відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів.

## ***2 Обслуговування РП напругою до 1 кВ***

Широке поширення одержали РУ, виконані із щитів однобічного обслуговування. У їх номенклатурі є лінійні, ввідні, секційні, спеціальні й комбіновані панелі. Стикувальні сторони панелей однакові. При комплектації панелей у щит вільні торці його закривають.

Крім панелей однобічного обслуговування застосовують панелі власних потреб ПВН, силові пункти із запобіжниками СП і СПУ, розподільні пункти з автоматичними вимикачами серії ПР-21 і ПР-9000, шафи з автоматами «Електрон», силові шафи ШС, релейні шафи ШР і ін. Для освітлювальних установок спеціально виготовляють ввідні шафи ШВ, ввідно-розподільні устаткування. Набір апаратури

панелей і шаф різноманітний і відображений у стандартних сітках схем заповнення.

Огляд РУ напруги до 1000 В проводять не рідше 1 разу в 3 місяць або в строки, передбачені місцевою інструкцією. При технічному обслуговуванні оглядають і очищають РУ від бруду й пилу, перевіряють відповідність фактичних умов роботи апаратів їх номінальним технічним параметрам.

Для очищення апаратів від бруду знімають кожух або кришку й здувають пил стисненим повітрям. Кіптява й масляні плями видаляють обтиральним матеріалом, змоченим уайтспіритом або бензином.

У металевих корпусів і кожухів апаратів місця заземлення оглядають і перевіряють затягування болтів або гайок.

Перевіряють також кріплення контактних з'єднань в апаратах. Контакти, що мають окиснення або потемніння, розбирають, зачищають до металевого блиску шліфувальною шкуркою, збирають і затягують. Оглядають контактні поверхні ножів і затискачів рубильників. Декількома включеннями й вимиканнями ножів видаляють сліди окислів з контактних поверхонь. Місця підгоряння, напливи металу зачищають напильником із дрібною насічкою. Перевіряють входження ножів у затискачі. Ножі повинні входити одночасно, без перекосів, на повну ширину ходу. Перекіс ножів усувають затягуванням болтів кріплення. Щупом 0,05мм перевіряють ступінь зіткнення ножів із затискачами. Щуп повинен входити не більше ніж на  $\frac{1}{2}$  контактної поверхні.

Якщо прилягання нещільне, то його усувають підгинанням затискача або заміною контактної пружини. При наявності в рубильників спеціальних ножів перевіряють стан їх пружин. Ушкоджені пружини замінюють.

Оглядають ізоляцію проводів силових кіл і вторинної комутації апаратів. Ділянки проводів, що мають ушкодження, ізолюють ізоляційною стрічкою. При ушкодженні мідної струмопровідної жили проводи замінюють новими або запаюють, при ушкодженні алюмінієвої жили проводи замінюють новими. Деталі ущільнення апаратів оглядають, ушкоджені замінюють новими.

Магнітний пускач включають вручну, переконуються у вільному ході рухливої системи, наявності контакту між рухливими й нерухливими контактами,



відсутності перекосів контактної системи, справності контактних пружин. Пружини, що втратили пружні властивості або, які мають ушкодження, замінюють.

Кілька раз включають і відключають автоматичний вимикач вручну. Швидкість включення й вимикання вимикача не повинна залежати від швидкості руху рукоятки або кнопок. Шарнірні механізми змазують маслом для приладів.

При огляді дугогасильних камер магнітних пускачів і автоматичних вимикачів видаляють обтиральним матеріалом, змоченим в уайтспіриті або бензині.

Вимірюють товщину металокерамічного шару контактів. При товщині металокерамічного шару менш 0,5 мм контакти замінюють.

Оглядають котушку магнітного пускача, переконуються у відсутності ушкоджень зовнішнього покриття обмотки, а також підтікань покривного лаку в результаті перегріву. Перевіряють щільність посадки котушки на сердечник.

Перевіряють стан магнітної системи й короткозамкненого витка. Контактні поверхні магнітопроводу очищають обтиральним матеріалом. Корозію на інших поверхнях магнітопроводу видаляють шліфувальною шкуркою й покривають лаком повітряного сушіння. Оглядають нагрівальний елемент. При окисненні, вигоранні металу або замиканні витків елемент підлягає заміні. Біметалічну пластину замінюють при деформації й обгоранні. Після заміни нагрівального елемента або біметалічної пластини реле підключають до приладу або схеми, що дозволяють плавно регулювати значення іспитового струму.

Далі оглядають ізоляційні деталі магнітних пускачів автоматичних вимикачів, пакетних вимикачів і перемикачів рубильників. Переконуються у відсутності відколів і тріщин. У рубильників сліди підгорання або перекриття дугою на ізоляційних панелях зачищають шліфувальною шкуркою й покривають, наприклад, шаром бакелітового лаку.

### ***3 Перевірка опору ізоляції електроустановок РУ***

Опір ізоляції електроустановок РУ вимірюють мегомметром (рисунок 17.1) у встановлений термін і позачергово, якщо виявлені дефекти. Вимір проводять по секціях або ділянках мережі, розділеним двома суміжними запобіжниками; за

останнім запобіжником, попередньо вилучивши з нього плавку вставку; між фазою й землею, а також між двома фазовими проводами.

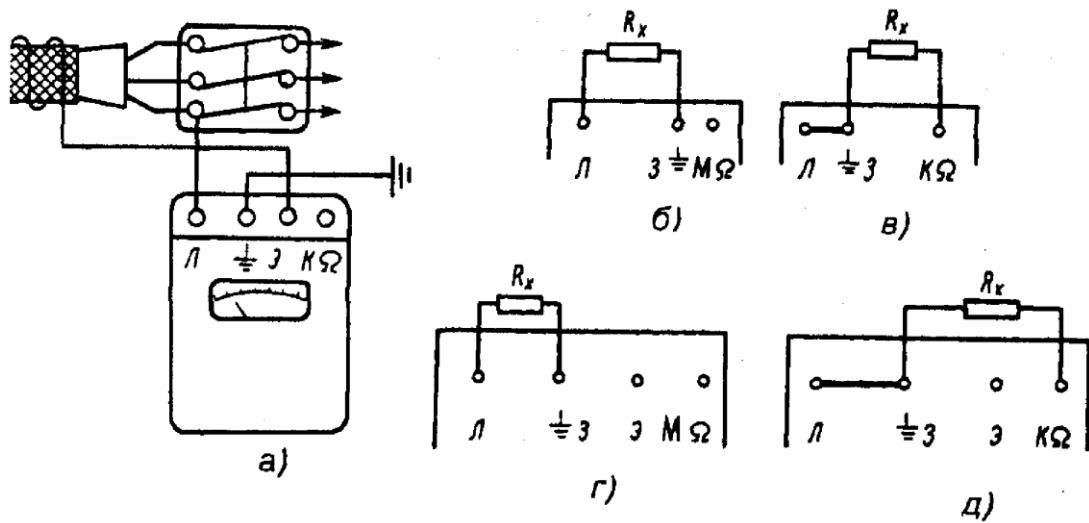


Рисунок 17.1 – Схеми виміру ізоляції мегомметром

а – ввімкнення мегомметра М4100/5; б – М4100/1-4 на межі «М», в – 4100/1-4 на межі «К», г – М4100/5 на межі «М», д – М4100/5 на межі «К»

При вимірі в силових колах відключають електроприймачі, апарати, прилади, в освітлювальних – вигвинчують лампи, а штепсельні розетки, вимикачі й групові щитки залишають приєднаними.

Перед виміром опору електроустановки розряджають, тобто заземлюють кожен фазу по черзі заземлюючим проводом, крім можливості ураження працюючих залишковим ємнісним зарядом. Таку ж розрядку роблять після виміру. Припустимі опори ізоляції електроустановок до 1000 В наведені в таблиці 17.1.

Мегомметри виготовляють на 500, 1000 і 2500 В. У приладі три затиски: З (земля), Э (екран), Л (лінія). Для підвищення точності виміру на ізоляцію при необхідності накладають электрод-екран і приєднують його до затиску Э.

Для перевірки наявності або відсутності напруги в РУ, визначення нульового й фазового проводів використовують індикатори напруги (рисунок 17.1, а). Для виявлення перегорілого трубчастого або закритого запобіжника індикатор слід підключити, як показано на рисунку 17.1, а для перевірки справності захисного заземлення або занулення – як показано на рисунку 17.1 б. Фазування проводів за допомогою індикатору виконують, як зображено на рисунку 17.1, г.

Таблиця 17.1 – Опір ізоляції електроустановок

| Найменування електроустановки   | Напруга мегомметра, В | Найменш допустимий опір ізоляції, МОм |
|---|-----------------------|---------------------------------------|
| Котушки контакторів, автоматів та магнітних пускачів                      | 500-1000              | 0,5                                   |
| Силкові та освітлювальні електропроводки, розподільчі щити та шинопроводи | 1000                  | 0,5                                   |
| Вторинні кола управління, захисти, вимірювання (за виключенням шинок)     | 500-1000              | 1                                     |
| Шинки на щиті управління (при відгалужуючих колах)                        | 500-1000              | 10                                    |

Пускова й захисна апаратура, розташована в РУ до 1000 В, повинна задовольняти наступним вимогам:

- у запобіжників номінальний струм плавкої вставки  $I_B$ , для захисту ділянки мережі, повинен бути не менш розрахункового струму ланцюга  $I_p$ , тобто  $I_B \geq I_p$ ;

- плавка вставка не повинна відключати електродвигун при короткочасних перевантаженнях (пускових струмах, піках технологічних навантажень і т.п.);

- відгалуження до одиночних двигунів при частих пусках або великому розгоні захищають, дотримуючись умови  $I_B = I_p \cdot 1,6 \div 2$ , де  $I_p$  – пусковий струм електродвигуна, А.

## Лекція №18

**Тема:** Приймання в експлуатацію електроприводів, огляди та контроль за їх роботою. Поточний ремонт, технічне обслуговування електроприводів.

**Мета:** ознайомитися з правилами приймання в експлуатацію електроприводів, з термінами їх оглядів, їх технічним обслуговуванням та поточним ремонтом.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Приймання в експлуатацію електроприводів.
- 2 Огляд електроприводів та контроль за їх роботою при технічному обслуговуванні.
- 3 Поточний ремонт, технічне обслуговування електроприводів.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручники.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Приймання в експлуатацію електроприводів***

Заново змонтовані та налагоджені електроприводи і пускорегулювальна апаратура при прийнятті в експлуатацію оглядають, перевіряють роботу механічної частини відповідно до заводських і монтажних інструкцій і піддають приймально-здавальним випробуванням відповідно до вимог правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

При огляді приймальна комісія перевіряє і встановлює, що:

- електродвигуни та апарати доступні для огляду і ремонту на місці установки;
- електропроводка має захист в тих місцях, де вона може бути пошкоджена;
- обертаючі частини, розташовані на доступній висоті, мають огорожі від випадкових дотиків;
- лінія валів змонтованих агрегатів плавна, висота установки рукояток і маховиків знаходиться на рівні 1050-1100 мм від підлоги;
- включення і виключення апаратів проводиться легко, без уповільнень і заїдань;
- контактні частини контакторів, перебуваючи у включеному положенні, не мають просвітів по всій їх ширині;
- поверхні колекторів та контактних кілець не мають вибоїн і добре відполіровані;
- щітки не зміщені за край колектора або контактних кілець, не мають перекосів, ретельно притерті і легко переміщуються в обоймах щіткотримачів;
- підшипники ковзання наповнені маслом до заводської позначки, а підшипники кочення – заправлені мастилом до  $\frac{2}{3}$  обсягу гнізда підшипника;
- на електродвигунах і приводних механізмах нанесені стрілки, що вказують напрямок обертання в нормальному режимі.

При огляді знову змонтованих заземлюючих пристроїв в силових установках приймальна комісія перевіряє і встановлює, що: заземлювальні провідники, прокладені в приміщеннях, доступних для огляду і мають певне забарвлення (зазвичай чорний колір), що дозволяє легко їх виявити; в тих місцях, де заземлювальні провідники можуть піддаватися хімічним впливам, вони мають

відповідні захисні покриття; з'єднання заземлюючих провідників виконані за допомогою зварювання, що забезпечує більшу надійність; заземлюючі пристрої не містять послідовного включення декількох заземлюючих частин установки; немає обривів і незадовільних контактів у проводці, яка з'єднує апаратуру з контуром заземлення; в місцях, де ймовірні механічні пошкодження, заземлювальні провідники мають захист, наприклад в місцях перетину каналів; прохід заземлюючих провідників через стіни виконаний у відкритих отворах, трубах і т.п.. Приймаючи заземлюючі пристрої, приймальна комісія перевіряє елементи пристроїв, що знаходяться в землі, з вибірковим розкриттям ґрунту, а в інших випадках – в межах доступних для огляду. Кількість заземлювачів і глибина їх закладення повинні відповідати проекту.

Обсяг і норми приймально-здавальних випробувань електрообладнання наведені в ПУЕ.

У електродвигунів змінного струму напругою до 1000 В вимірюють опір ізоляції, опір реостатів і опір постійному струму, перевіряють роботу на холостому ходу або з не навантаженим механізмом та роботу під навантаженням. Опір ізоляції статора вимірюють мегомметром напругою 1000 В, а ротора мегомметром 500 В. При температурі 10-30 °С опір ізоляції статора має бути не менше 0,5 МОм. Опір ізоляції ротора не нормується. Опір реостатів і пускорегулювальних апаратів повинен відрізнятися від паспортних не більше ніж на 10%. При цьому також перевіряють цілісність відгалужень. Тривалість перевірки роботи на холостому ходу не менше 1 год. Перевірку роботи під навантаженням проводять при потужності, яка забезпечується технологічним обладнанням до моменту здачі в експлуатацію апаратури. При цьому для електродвигунів з регульованою частотою обертання визначають межі регулювання.

У електродвигунів змінного струму напругою понад 1000 В крім перерахованих вище випробувань перевіряють можливість включення під напругу без сушіння; випробують підвищеною напругою промислової частоти; вимірюють опір обмоток статора і ротора постійному струму; випробовують повітроохолоджувач гідравлічним тиском; вимірюють вібрацію підшипників.

Випробування підвищеною напругою промислової частоти проводять на повністю зібраному двигуні. Тривалість прикладання випробної напруги 1 хв, її значення наведені в таблиці 18.1.

Таблиця 18.1 – Значення випробувальної напруги

| Випробувальний об'єкт                     | Характеристика електродвигуна  | Випробувальна напруга, В                               |
|---|--|--|
| Обмотка статора                           | Електродвигун потужністю до 1000 кВт на номінальну напругу вище 1000 В | $1,6U_{\text{ном}}+800$                                |
|   | Електродвигуни потужністю вище 1000кВт на номінальну напругу до 3300В  | $1,6U_{\text{ном}}+800$                                |
|   | Те ж , але на номінальну напругу віще 3300 до 6600 В                   | $2U_{\text{ном}}$                                      |
|   | Те ж, але при номінальній напрузі вище 6600 В                          | $1,6U_{\text{ном}}+2400$                               |
| Обмотка ротора синхронних електродвигунів | -  | $8U_{\text{ном}}$ системи збудження, але не менше 1200 |
| Обмотка ротора електродвигунів            | -  | 1000   |
| Реостати та пускорегулювальні опори       | -  | 1000   |

Опір обмоток статора і ротора постійному струму вимірюють при потужності електродвигуна 300 кВт і більше. Опір обмоток різних фаз повинен відрізнятися між собою або від заводських даних не більше ніж на 2%. Випробування повітроохолоджувача проводять надлишковим гідравлічним тиском 0,2-0,25 МПа протягом 10 хв. При цьому не повинно спостерігатися зниження тиску або витoku. Вимірювання вібрації проводять на кожному підшипнику; її граничне значення має не більше значення, наведеного нижче:

|  |      |      |      |             |
|--|------|------|------|-------------|
| Синхронна частота обертання, об/хв.          | 3000 | 1500 | 1000 | 750 і нижче |
| Допустима амплітуда вібрації підшипника, мкм | 50   | 100  | 130  | 160         |

У електродвигунів змінного струму, що надходять на монтаж в розібраному вигляді, вимірюють зазори між ротором і статором; вимірюють зазори в підшипниках ковзання, а також розбіг ротора в осьовому напрямку. Повітряний зазор між ротором і статором вимірюють за допомогою щупів, які вводять в зазори в діаметрально протилежних точках або точках, зсунутих відносно осі ротора на 90°. Вимірювання проводять тричі, послідовно повертаючи ротор навколо осі на 120°. Значення зазору отримують як середньоарифметичне трьох результатів

вимірювань, при цьому значення окремих зазорів не повинні відрізнятися більш ніж на 10% від обчисленого середнього значення, а розбіг ротора в осьовому напрямку не повинен перевищувати 2-4 мм.

Обсяг і норми приймально-здавальних випробувань електрообладнання постійного струму відповідно до ПУЕ наступні. У електричних машин постійного струму потужністю до 200 кВт на напругу до 440 В визначають можливість включення без сушіння; вимірюють опір ізоляції, опір реостатів і пускорегулювальної апаратури постійному струму; перевіряють роботу на холостому ході і під навантаженням. Вимірювання опору ізоляції обмоток відносно корпусу та бандажів машини, а також між обмотками проводять мегомметром на напругу 1000 В. Опір ізоляції між обмотками і кожної обмоткою щодо корпусу має бути не нижче 0,5 МОм при температурі 10-30 °С. Опір ізоляції бандажів якоря не нормується, а опір ізоляції бандажів якоря збудження не нижче 1 МОм. Опір реостатів і пускорегулювальних опорів повинен відрізнятися від даних заводу-виробника не більше ніж на 10%. При цьому також перевіряють цілісність відпаювань.

При випробуванні на холостому ході і під навантаженням визначають межу регулювання швидкості і напруження, які повинні відповідати заводським і проектним даним. При роботі під навантаженням перевіряють ступінь іскріння колектора, і якщо вона не обмовляється заводом-виробником спеціально, то повинна бути не більше  $1/2$ .

У електричних машин постійного струму потужністю понад 200 кВт на напругу понад 440 В додатково вимірюють опір постійному струму обмотки збудження (воно повинно відрізнятися від даних заводу-виробника не більше ніж на 2%); випробують підвищеною напругою промислової частоти міцність ізоляції (значення випробувальних напруг приймається за вказівками, наведеними в ПУЕ; тривалість прикладення випробної напруги 1 хв); знімають характеристики холостого ходу і випробують виткову ізоляцію. Відхилення характеристики холостого ходу від заводської повинно знаходитися в межах точності вимірювання. При випробуванні виткової ізоляції генераторів напруга піднімається до 130% номінального і витримується протягом 5 хв.



У електричних машин постійного струму, що надходять на місце монтажу в розібраному вигляді, вимірюють повітряні зазори між полюсами. Значення зазорів в діаметрально протилежних точках повинні відрізнятися одне від одного не більше ніж на 10% середнього значення зазору. Обсяг і норми прийнятно-здавальних випробувань синхронних генераторів і компенсаторів викладені в ПУЕ і аналогічні наведеним вище.

Вторинні кола управління, захисту, сигналізації в релейно-контактних схемах установок до 1000 В випробують підвищеною напругою 1000 В протягом 1 хв і вимірюють опір ізоляції мегомметром 500-1000 В. Опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм; опір ізоляції кіл управління, захисту і збудження машин постійного струму – не менше 1 МОм. Релейну апаратуру перевіряють у відповідності до діючих інструкцій. Межі спрацювання реле на робочих уставках повинні відповідати розрахунковим даними. Повністю зібрані схеми перевіряють на правильність функціонування при різних значеннях оперативного струму. При цьому всі елементи схем повинні надійно функціонувати в передбаченій проектом послідовності. Автомати та контактори перевіряють багаторазовими включеннями і відключеннями при зниженій і номінальній напрузі оперативного струму.

Всі випробування, вимірювання оформляють відповідними актами і протоколами.

## ***2 Огляд електроприводів та контроль за їх роботою при технічному обслуговуванні***

При технічному обслуговуванні електроприводів проводять їх огляд та контроль за роботою в терміни, визначені ППР. Електроприводи оглядають тим частіше, чим важчі умови роботи, наприклад велика тривалість розгону електродвигуна, часті пуски, висока температура навколишнього середовища. Конструкція електродвигунів також може впливати на необхідну періодичність їх оглядів. Крім того, при встановленні періодичності оглядів треба враховувати і технічний стан електродвигунів, наприклад ступінь їх зношеності.

У зв'язку з цим періодичність оглядів електроприводів та їх утримання встановлюються в місцевих інструкціях і графіках ППР, при складанні яких

враховують зазначені вище фактори. Важливий елемент інструкції – вимога про підтримку електродвигуна в чистоті – забруднений електродвигун нагрівається під час роботи значно сильніше.

При огляді під час обходів електроприводів перевіряють температуру нагрівання двигунів; стежать за тим, щоб вони утримувалися в чистоті та поблизу них не знаходилося непотрібних предметів, особливо небезпечних у пожежному відношенні; спостерігають, щоб пуск і зупинка електродвигунів виконувалася виробничим персоналом по інструкції та електродвигуни не працювали вхолосту; контролюють напругу електромережі, яка повинна знаходитися в межах 95-110% від номінальної; перевіряють в підшипниках, реостатах і пусковій апаратурі рівень масла; звертають увагу на справність огорож, що перешкоджають випадковим дотиків до обертових частин електроприводу; усувають дрібні несправності (наприклад, замінюють перегорілі запобіжники, регулюють тиск щіток) і проводять зовнішню очищення електродвигунів.

Контроль за температурою електродвигуна є істотним елементом його експлуатації, так як найбільш часті пошкодження електродвигуна викликаються його нагріванням понад гранично допустимої температури. Розрізняють гранично допустиму температуру нагрівання і гранично припустиме перевищення температури нагрівання окремих частин електричної машини. Гранично припустиме перевищення температури нагрівання визначають шляхом вирахування з гранично допустимої температури нагрівання температури навколишнього середовища, рівної 40°C. Отриманий результат зменшують на 10°C. Це пояснюється необхідністю мати певний запас на найгарячішу точку обмотки, так як при вимірюванні температури обмоток методом опору не враховується нерівномірність нагріву, а вимірюється середнє значення температури.

Електроізоляційні матеріали по гранично допустимій температурі нагрівання (нагрівостійкості) поділяються на такі класи:

|                                    |     |     |     |     |     |            |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| Класи .....                        | A   | E   | B   | F   | H   | C          |
| Гранично допустима температура, °C | 105 | 120 | 130 | 155 | 180 | понад 180. |

При експлуатації машин від'єднати машину від мережі і вимірювати опір обмоток для визначення температури їх нагрівання не завжди є можливим. Тому контроль нагріву проводять, вимірюючи температуру доступних частин – корпусу електродвигуна, кришок підшипників, колектора, контактних кілець. Температуру визначають за допомогою переносного термометра, що прикладається відразу після зупинки електродвигуна до тієї його частини, температуру якої вимірюють. Кінець термометра при вимірах обгортають фольгою, прикладають до вимірюваної частини електродвигуна і закривають шаром вати, для зменшення віддачі теплоти в навколишнє середовище (рисунок 18.1). Застосований на практиці спосіб визначення температури електродвигунів шляхом дотику руки до нагрітого елемента (на дотик) дає лише приблизне уявлення про нагрівання. Цим способом користуються в тих випадках, коли достатньо отримати орієнтоване уявлення про ступінь нагріву. Рука витримує температуру нагрівання не вище 60 °С.

Основною причиною, що викликає перевищення температури електродвигунів вище гранично допустимої, є його перевантаження, тому при роботі електродвигунів, а також регулюванню технологічного процесу стежать за показаннями амперметрів, які встановлюють в коло статора. При нагріві двигунів вище допустимої межі слід знизити навантаження.

На роботу електродвигунів істотно впливає напруга живильної мережі: підвищення напруги мережі призводить до збільшення намагнічуючого струму та втрат у міді і сталі, що викликає перевищення температури вище гранично допустимої; зниження напруги мережі зменшує момент обертання, що викликає збільшення струму і теж перевищення температури. Враховуючи це, при експлуатації електродвигунів контролюють напругу мережі живлення.

Погіршення ізоляції обмоток при експлуатації електродвигуна з часом може призвести до короткого замикання між обмотками, а також до замикань обмоток на корпус електродвигуна. Для запобігання вказаних явищ і пов'язаних з ними виходів електродвигунів з ладу періодично вимірюють опір ізоляції обмоток мегомметром. Терміни таких перевірок залежать від місцевих умов (вологості навколишнього середовища, запиленості приміщення і т. п.) і технічного стану електродвигуна. Ці терміни встановлюються графіком ППР. Крім періодичних перевірок проводять і

позачергові, які проводять після тривалих перерв у роботі електродвигунів, після попадання на них води і в тих випадках, коли виникає небезпека у погіршенні стану ізоляції обмоток.

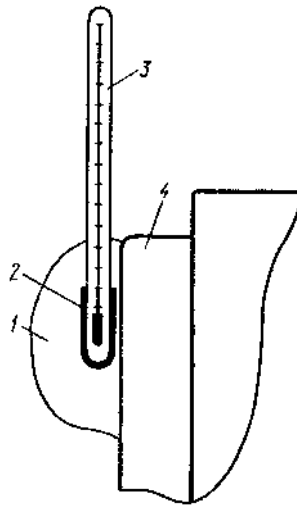


Рисунок 18.1 – Установка термометра для вимірювання температури частин електродвигуна

1 – вата, 2 – фольга, 3 – термометр, 4 – нагріта поверхня

При оцінці стану ізоляції обмоток електродвигуна доцільно зіставити дані отриманих вимірювань з попередніми. Занадто велика розбіжність в результатах проведених вимірювань повинна послужити підставою для докладного з'ясування причин цього. У тому випадку, коли перевірочне вимірювання опору ізоляції обмоток електродвигунів показує незадовільні результати, виникає потреба в сушінні електродвигуна або відправлення його в ремонт.

В процесі експлуатації електроприводів можуть виникати явища, при яких електродвигун необхідно відключити від мережі. До них відносяться: поява диму або вогню з електродвигуна або його апаратури; нещасний випадок з людиною, що вимагає зупинки електродвигуна; вібрація, загрозлива цілості електродвигуна; поломка приводного механізму; нагрів підшипників понад допустимого; зниження оборотів електродвигуна, супроводжуване швидким його нагріванням.

При оглядах електроприводів звертають увагу на вібрацію і в необхідних випадках її заміряють спеціальними пристроями.

### ***3 Поточний ремонт, технічне обслуговування електроприводів***

#### ***3.1 Технічне обслуговування та поточний ремонт підшипників кочення в електричних машинах***

При технічному обслуговуванні електричних машин контролюють роботу підшипникового вузла шляхом зовнішнього огляду, вимірювання температури нагріву, прослуховування шуму та визначення вібрації. Температуру нагрівання вимірюють термометрами або термопарами, які прикладають до місця, розташованому близько до підшипника. Підігрів підшипників не повинен перевищувати 100°C. Шум прослуховують стетоскопом або на слух без приладів. Вібрацію вимірюють віброметри або визначають на дотик рукою.

Підшипники кочення можуть нагріватися вище допустимої температури внаслідок забруднення і великої кількості мастила, великого тертя між ущільнюючим набиванням і валом, руйнування або зношеності деталей, дуже великого навантаження через туго натягнутого передавального ременя. Шум підшипників викликається його забрудненням, зносом доріжок і тіл кочення, ослабленням посадки внутрішнього кільця на валу, поганим відцентруванням машини. Якщо шум підшипника або його нагрівання викликаний зовнішньою причиною, то її необхідно усунути і переконатися, що підшипник перестав перегріватися. Поява несправності підшипника вимагає проведення поточного ремонту, при якому можлива заміна підшипника і мастила в ньому або усунення інших несправностей.

Порядок проведення робіт залежить від багатьох причин, в тому числі від конструкції машини і підшипникового вузла. Для заміни мастила або підшипників двигун необхідно розібрати і вийняти ротор із статора. Якщо зняти тільки щити і не витягувати ротор, то при проведенні робіт можуть пошкодитися обмотка або сердечник двигуна.

При розбиранні підшипникового вузла з підшипником підшипниковий щит знімають разом із зовнішньою обоймою підшипника. Внутрішня обойма і ролики залишаються на валу. При розбиранні слід маркувати кільця підшипників для того, щоб їх не переплутати, тому що заміна кілець неприпустима.

Заміну підшипника можна зробити, не розбираючи двигун. Для цього його від'єднують від струмовідних й заземлюючих проводів, від'єднують від приводного механізму і знімають напів-муфту. Потім відкручують болти, що кріплять кришку-капсул із внутрішньою кришкою підшипника, відкручують болти, що кріплять кришку-капсул зі щитом, і виводять її за допомогою двох віджимних болтів, які впираються в щит. Ротор опускається на сердечник статора. Знімають пружинне кільце, фіксують положення підшипника на валу, і мастильний диск, використовуючи два різьбових отвори на ньому; підшипник знімають знімачем, вводячи його в простір між щитом і зовнішньої обіймою підшипника.

### 3.2 Технічне обслуговування та поточний ремонт підшипників ковзання в електричних машинах

Підшипники ковзання використовують в середніх і крупних електричних машинах. Вони можуть мати кільцеву, примусову або комбіновану систему подачі масла. На рисунку 18.2 показана конструкція підшипника з комбінованою системою подачі мастила.

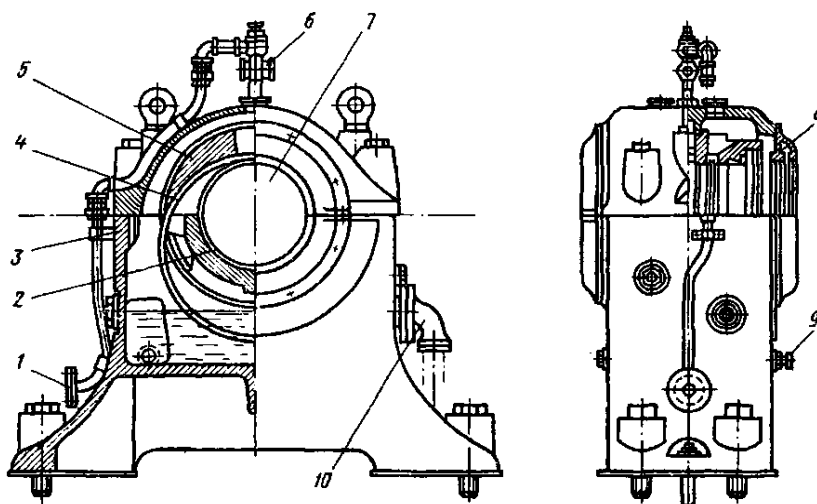


Рисунок 18.2 – Конструкція підшипника ковзання з комбінованою системою подачі масла

Корпус 3 та вкладиші 5 відлиті з чавуну і мають роз'єм по горизонтальній площині. Робочі поверхні вкладишів залиті бабітом 2. Мастило здійснюється мастильними кільцями 4 і додатково подачею масла через маслопровід 1 на вал 7. Маслопідвід має покажчик перебігу масла 6 – закрите кругле вікно для контролю за протіканням масла і голчастий кран, який дозволяє відрегулювати подачу необхідної кількості масла. При випадковому припинення подачі масла змащення підшипників забезпечується мастильними кільцями. При припиненні подачі масла допустимий час роботи машини на мастильних кільцях вказується заводом-виробником. Для запобігання витікання масла з підшипників передбачене ущільнення 8. Масло відводиться через масло-відвід 10. При зміні масла його зливають через маслослив 9.

Підшипники ковзання вимагають щоденного огляду. У них регулярно контролюють температуру нагрівання, рівень масла, вібрацію і зазор між вкладишем і цапфою. Про температуру підшипника зазвичай судять по температурі масла, яку вимірюють термометром, опущеним в масляну камеру стояка. Температура масла для більшості підшипників повинна бути не більше 80 °С. Масло холодніше підшипників приблизно на 5-10 °С. У машинах з примусовою змазкою температура масла в місці його витікання з підшипника не повинна перевищувати 65 °С.

Рівень масла контролюють при нерухомому роторі за відмітками максимального і мінімального рівнів маслопоказчиками. Недостатня подача масла може бути викликана низьким рівнем масла, повільним обертанням мастильних кілець, сильним згущенням масла. Повільне обертання кілець відбувається при їх намагнічуванні, з-за недоброякісної масла, при шорсткою шийці вала через роз'їдання її струмами в підшипнику, неправильної форми кілець (некруглість або погнутість). Згущення масла відбувається в результаті його тривалого використання. Може статися забруднення олії внаслідок попадання в нього пилу через ущільнення або через погану очищення литий поверхні підшипникової камери. При великій кількості масла або при виробленні ущільнень масло може потрапити всередину машини, на обмотку і інші частини.

Підшипник може перегріватися через надмірно великого тиску на нього при сильному натягу приводного ремня. Навантаження на підшипник можуть вирости через його зносу. При сильному зносі з'являється неприпустима нерівномірність повітряного зазору, що призводить до однобічного тяжінню ротора до статора, що в свою чергу робить знос більш інтенсивним. Для нормальної роботи машини необхідно, щоб знос не перевищував певної величини.

При виявленні несправності її усувають. Приблизно один раз в місяць в підшипник додають масло. Заміну мастила виробляють згідно з графіком ППР. При заміні масла його зливають через маслослив, промивають підшипник гасом, а потім маслом, щоб видалити залишки гасу. При необхідності поверхню камери очищають сталеву дротяною щіткою, промивають і покривають маслостійкою емаллю і в чистий підшипник заливають масло. Марка масла і його в'язкість вказуються в заводській інструкції з експлуатації і вони залежать від системи подачі масла, частоти обертання, умов роботи та ін. Вібрації вимірюють так само, як в машинах з підшипниками кочення.

### 3.3 Технічне обслуговування та поточний ремонт обмоток електричних машин

При експлуатації електричних машин поступово руйнується ізоляція обмоток в результаті її нагрівання, впливу механічних зусиль від вібрації, динамічних сил при пусках і перехідних процесах, відцентрових сил при обертанні, впливу вологи і агресивних середовищ, забруднення різним пилом. Необоротні зміни структури і хімічного складу ізоляції називають старінням, а процес погіршення властивостей ізоляції в результаті старіння – зносом.

Головною причиною виходу з ладу ізоляції машин низької напруги є температурні дії. При температурному розширенні ізоляційних матеріалів послаблюється їх структура, виникають внутрішні механічні напруги. Теплове старіння ізоляції робить її вразливою для механічних впливів. При втраті механічної міцності та еластичності ізоляція не здатна протистояти звичайним умовам вібрації або ударам, проникненню вологи і неоднаковим тепловим розширень міді, сталі та ізоляційних матеріалів. Усадка ізоляції від впливу теплоти



призводить до ослаблення кріплень і «розшатування» котушок, клинів, пазових прокладок і інших кріпильних конструкційних деталей, що сприяє пошкодження обмотки при відносно слабких механічних впливах. У початковий період експлуатації просочувальний лак добре цементує обмотку, але внаслідок теплового старіння лаку цементация погіршується і дія вібрації стає більш відчутно.

В процесі експлуатації обмотка може забруднюватися пилом з навколишнього повітря, маслом з підшипників, вугільним пилом при роботі щіток. У робочих приміщеннях металургійних та вугільних підприємств, прокатних, коксових та інших цехів пил настільки мілка і легка, що проникає всередину машини, в такі місця, куди потрапляння її, здавалося б, неможливо. Вона утворює провідні містки, які можуть викликати перекриття або пробоя на корпус.

Зовнішню поверхню машини і доступні внутрішні частини в процесі технічного обслуговування очищають від пилу сухою серветкою, волосяною щіткою або пилососом.

При поточному ремонті обмоток машину розбирають. Обмотки оглядають, продувають сухим стисненим повітрям і при необхідності протирають серветками, змоченими в бензині. При огляді перевіряють надійність кріплення лобових частин, клинів, бандажів. При виявленні несправності її усувають. Ослаблені або обірвані бандажі на лобових частинах статорних обмоток з круглого дроту зрізають, замінюючи їх новими зі скляного або лавсанового шнурів або стрічок.

У обмотках з прямокутного проводу закріплюють ослаблені дистанційні прокладки 4 (рисунки 18.3), обв'язку котушок 1, кріплення 3 котушок до бандажному кільцю 2; пошкоджені вивідні кінці ізолюють. Якщо покриття обмотки знаходиться в незадовільному стані, то обмотку сушать, покривають шаром емалі і сушать емаль. Покривати обмотку товстим шаром емалі не рекомендується, так як потовщений шар погіршує охолодження машини. Якість проведеного ремонту перевіряють виміром опору ізоляції до і після ремонту.

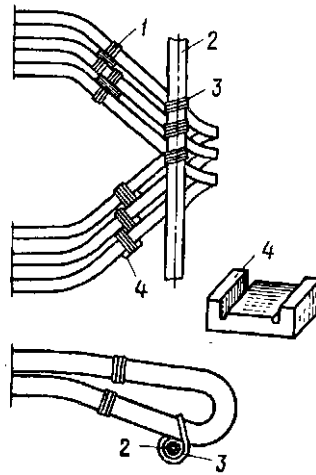


Рисунок 18.3 – Кріплення лобових частин обмотки з прямокутного проводу

Короткозамкнені обмотки асинхронних двигунів при поточному ремонті, як правило, не ремонтують, а лише оглядають. При виявленні несправностей ротори відправляють в капітальний ремонт. При огляді визначають цілісність обмотки, відсутність тріщин, обривів стрижнів, деформацій стрижнів у зварної короткозамкненою клітини і т. п.

### 3.4 Технічне обслуговування та поточний ремонт щітково-колекторного вузла

Щітково-колекторний вузол в машинах постійного струму та інших машинах є найменш надійним вузлом і вимагає ретельного технічного обслуговування. Для забезпечення без іскрової роботи треба виконати ряд умов, які забезпечують надійний контакт між щіткою і колектором і рівномірну допустиме навантаження струмом робочої поверхні щітки.

Справність щітково-колекторного вузла перевіряють при огляді і необхідних вимірах. У справних колекторів поверхня гладка, без виступаючої слюди або окремих пластин, без вм'ятин, підгорянь, без ексцентриситету або биття. Щітки вільно ковзають в обоймах щіткотримачів, але без качки і з достатньою силою притискаються до колектора. Болти, траверси, пальці, на яких кріпляться щіткотримачі, досить жорсткі і не мають вібрацій, качки і т. п. Якір машини збалансований і обертається без вібрацій. Щітки однієї марки, необхідного розміру ретельно притерті до колектора. Поверхня колектора, по якій ковзають щітки, має

гладку блискучу поверхню (політуру зазвичай коричневого кольору), яка являє собою плівку закису міді з графітом. Політура має змащувальні властивості, які зменшують знос щіток і забезпечують хорошу комутацію.

При технічному обслуговуванні пил з колектора і щіткового механізму видаляють пилососом або продувкою стисненим повітрям і протирають колектор серветкою, змоченою спиртом. Перевіряють легкість переміщення щітки 2 (рисунок 18.4) в щіткотримачі 1.

Якщо щітка переміщається туго, необхідно почистити щіткотримач і щітку. Перевіряють зазор між щіткотримачем і колектором, який повинен бути в машинах великої потужності 2-4 мм, в машинах малої потужності 1-2,5 мм. Люфт щітки в гнізді щіткотримача в напрямку обертання колектора не повинен перевищувати 0,1-0,2 мм при товщині щітки 8-16 мм і 0,15 - 0,25 мм при товщині понад 16 мм. Великий зазор призводить до нахилу щітки з-за сили тертя об колектор, захоплюючого за собою нижній край щітки, і ускладнює її переміщення в гнізді. Великий люфт особливо проявляється у реверсивних машинах, так як при зміні напрямку обертання щітка нахилиється в протилежну сторону, що призводить до зменшення її поверхні прилягання до колектора. Уздовж осі колектора допускається люфт в гнізді від 0,2 до 0,5 мм.

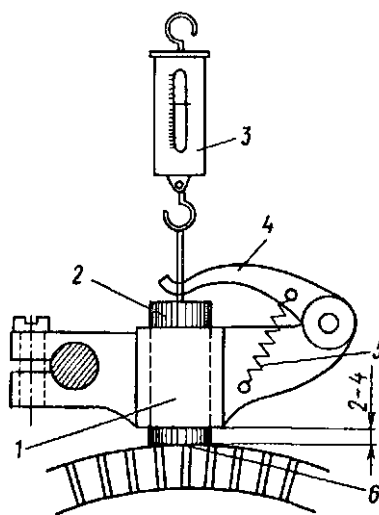


Рисунок 18.4 – Пристрій для вимірювання динамометром тиску щітки на колектор

Вимірюють також тиск щітки на колектор. Під щітку підкладають аркуш паперу 6, а динамометр 3 кріпиться до щітки. Показання динамометра, при якому папір легко витягується з-під щітки, дозволяють визначити тиск щітки на колектор. Недостатній тиск щітки призводить до сильного іскріння і прискореного зносу колектора і щіток. Занадто сильний тиск збільшує силу тертя в ковзному контакті, а також знос. Тиск повинен бути найменшим, при якому іскріння не перевищує значення, допустимого з технічної документації. Тиск на всі щітки однаково для рівномірного розподілу струму між щітками. Палець щіткотримача 4 налягає на середину щітки і на щітці немає великої виробки від його тиску, який регулюється пружиною 5.

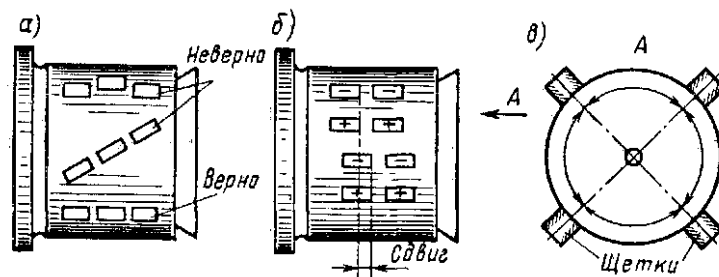


Рисунок 18.5 – Розташування щіток на колекторі

Крім того, перевіряється правильне розташування щіток на колекторі. Для рівномірного навантаження щіток струмом на кожному щіткотримача їх розміщують строго по осі колектора (рисунок 18.5, а). Для рівномірного зносу колектора щітки рядів в осьовому напрямку зсунуті (рисунок 18.5, б). Відстань між щіткотримачами однакова (рисунок 18.5, в).

Биття робочої поверхні колектора перевіряють індикатором годинникового типу. Для того щоб поглиблення між колекторними пластинами не спотворювали вимірювань, на кінець стрижня індикатора надягають плоский наконечник. Биття перевіряють в декількох місцях при повільному провертанні якоря. Допустиме биття в швидкохідних машинах з окружною швидкістю колектора до 50 м/с не перевищує 0,02-0,03 мм; в тихохідних машинах без шкоди для роботи машини можна допустити значно більша биття.

При виробленні щіток їх замінюють. Величина допустимої вироблення вказується в технічній документації на кожну машину. Після установки нових щіток виготовляють їх притирання і пришліфовці. Для притирання між щіткою і колектором встановлюють скляну шкірку з дрібним зерном і протягують її в напрямку обертання колектора. Робоча поверхня шкірки надає щітці попередній радіус, який близький до радіуса колектора. Потім щітковий апарат продувають стисненим повітрям для очищення від пилу і щітки пришліфовують при обертається на холостому ході машини. Пришліфовкою можна вважати закінченою, коли не менше половини поверхні щітки прилягає до колектора. При цьому на колекторі повинна бути політура. Якщо колектор має подряпини, незначні підгоряння, то їх видаляють шліфуванням колектора. Після шліфування колектора необхідно створити на ньому політуру, обертаючи машину на холостому ході.

Поточний ремонт проводять при появі на колекторі сильних підгоряння, виробок, нерівностей, виступи окремих пластин, биття робочої поверхні. Для усунення цих несправностей колектор проточують. Операція проточки в невеликих машинах пов'язана з розбиранням, а у великих - із серйозними роботами, тому проточку виробляють при поточному ремонті.

При розбиранні двигун від'єднують від приводного механізму, підєднуючих проводів, заземлення і знімають напівмуфту або шків. Для цього знімають жалюзі 1 (рис. 13-17) і знаходять мітку, що визначає положення траверси 6 щодо щита 4. Мітка може бути зроблена зарубкою зубила на траверсі і щиті або фарбою. Якщо мітка відсутня або не чітка, то її наносять заново. При цьому траверса повинна бути надійно закріплена на щиті болтом 7. Мітку наносять також на щит 4 і корпус 9. Це необхідно для того, щоб правильно зібрати щітковий вузол. Потім виймають щітки 8 з щікотримачів, відвертають болти 3 та знімають кришку підшипника 2, відвертають болти 5 і знімають щит 4. Щит спочатку повинен зійти з замку на корпусі, а потім з підшипника. Після зняття щита 4 якір опускається і лягає на полюси. Відвертають болти 10 і знімають щит із замку на корпусі. Якір виймають з індуктора вручну, якщо він невеликий маси або за допомогою пристосування (див. рис. 13-6), якщо він великий маси. Якір укладають на

дерев'яну підставку, відвертають болти 12 (див. рис.13-17), знімають кришку підшипника 13 і щит 11.

Для проточки якір встановлюють підшипниками на лонети токарного верстата. Внутрішні кришки підшипників закріплюють так, щоб вони не оберталися. Проточку колектора виробляють високоякісними різцями при швидкості різання близько 90 м/хв., подачі не більше 0,05-0,1 мм на оборот і мінімальної глибини різання. При отриманні чистої поверхні проточку припиняють.

Після проточки виробляють продражування колектора. Продражуванням називають операцію зменшення висоти ізоляційних пластин на 1-2 мм в порівнянні з колекторними пластинами. Якщо ізоляційні пластини мають один розмір з мідними або більше їх, то порушується контакт між щіткою і мідною пластиною. Слід мати на увазі, що ізоляційна пластина спрацьовується повільніше, ніж мідна.

Технічне обслуговування та поточний ремонт контактних кілець більш простий в порівнянні з колекторами. Вимоги до поверхні контактних кілець і щіток ті ж, що й до колекторного вузла.

## **Лекція №19**

**Тема:** Експлуатація електроустаткування кранів

**Мета:** ознайомитися з правилами приймання в експлуатацію електроустаткування кранів та термінами їх оглядів.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Приймання в експлуатацію електроустаткування знову змонтованих кранів
- 2** Експлуатація електроустаткування кранів і вантажопідйомних машин
- 3** Терміни оглядів електроустаткування кранів

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## ***1 Приймання в експлуатацію електроустаткування знову змонтованих кранів і підйомників***

Заново змонтовані крани ухвалює в експлуатацію приймальна комісія. При огляді електроустаткування кранів комісія визначає відповідність його технічної документації. Електроустаткування (електродвигуни, силові й контакторні контролери, кінцеві вимикачі, резистори й т.п.) повинно бути у виконанні, відповідному до умов навколишнього середовища. Електропроводку на крані виконують відповідно до загальних вимог до електропроводок.

Електропроводку виконують так, щоб вона була захищена від механічних ушкоджень, можливості влучення на неї масла. Приєднання проводів і кабелів до апаратів проводиться за допомогою наконечників або спеціальних затисків. У місцях виходів їх з апаратури проведення захищені від ушкоджень втулками. Відкриті струмоведучі частини електроустаткування, доступні для дотику, обгороджені.

Кабіни керування кранами, апаратні кабіни й кабіни, де встановлені механізми, мають висвітлення, виконане таким чином, щоб при відключенні електроустаткування, установленого на крані, висвітлення залишалось включеним. Для освітлення місця роботи крана його постачають прожектором або ліхтарем. Кабіни кранів, що працюють в умовах низьких температур, постачені електричними печами. Печі приєднують до електричної мережі таким чином, щоб вони відключалися одночасно із краном. Контролери для зручності обслуговування розташовуються на відстані між ними не менш 100 мм; рукоятки й маховики керування розташовують на висоті від підлоги не менш 1050 і не більш 1150 мм.

При огляді електроустаткування ліфтів комісія встановлює наступне. Машинне відділення ліфта, у якому розташовуються двигун, редуктор, канатоведучий шків, шафа керування, відповідає правилам ПУЕ. У входу в машинне відділення встановлений вступний рубильник для зняття напруги з усією ліфтової установкою й передбачена вільна площа не менш 1 м<sup>2</sup>. Ширина проходу для обслуговування щита керування з лицьовий і задньої сторін не менш 750 мм.

Електропроводка ліфта виконана відповідно до загальних вимог до електропроводок, а також задовольняє наступним вимогам. Електропроводка



виконана ізольованими проводами або кабелями з гумовою ізоляцією; застосування силових кабелів з ізоляцією із просоченого кабельного паперу не допускається. Перетин жив кабелів і проводів не менш 1,5 мм<sup>2</sup> для мідних жил і не менш 2,5 мм<sup>2</sup> для алюмінієвих жил. Струмопровід до кабіни виконаний гнучким багатожилевим кабелем або гнучкими багатодротовими проводами, укладеними в загальний гумовий шланг. При цьому передбачений резерв у кількості не менш двох жив у кожному кабелі або двох проводів із числа ув'язнених у загальний шланг. Кабелі й шланги струмопроводу розміщені й укріплені таким чином, щоб при русі кабіни вони не приходили в зіткнення з конструкціями, що перебувають у шахті, стінами й канатами.

Заземлення ліфтів відповідає загальним вимогам, а також наступним вимогам: заземлення електричних машин і апаратів, установлених на звуко- і віброгасящих опорах, виконане гнучким проведенням; для заземлення кабіни слід використовувати одну з жил кабелю або один провід із струмопроводу; металеві напрямні кабіни й противаги, а також металеві конструкції огороження шахти заземлені.

Приймально-здавальні випробування кожного елемента електроустаткування кранів і підйомників проводять відповідно до вказівок, у яких розглядаються приймально-здавальні випробування відповідного устаткування.

## ***2 Експлуатація електроустаткування кранів і вантажопідйомних машин***

Вантажопідйомні обладнання реєструють у місцевих органах Держтехнагляду, який здійснює контроль над їхньою експлуатацією. Організація експлуатації покладає на власника вантажопідйомних машин (вантажопідйомників) і організується відповідно до правил, затверджених Держтехнаглядом.

На підприємстві наказом керівника призначаються особи, відповідальні за правильну експлуатацію й належний технічний стан вантажопідйомних засобів. Відповідальні особи повинні бути атестовані в органах Держтехнагляду й мати відповідну кваліфікаційну групу.

До персоналу, що обслуговує електроустаткування вантажопідйомних машин, відносяться електромонтери, електрослюсарі, електромеханіки й інші особи, що роблять ремонт, налагодження й випробування електроустаткування, допоміжних обладнань і електропроводки, а також особи, відповідальні за їхній справний стан.

Персонал, що обслуговує електроустаткування вантажопідйомних машин, стосовно до виконуваної роботи зобов'язано вивчити ПУЕ, правила Держтехнагляду, місцеві інструкції й знати обладнання й електричну схему вантажопідйомної машини. Зазначеним особам привласнюється у відповідності зі знаннями й навичками кваліфікаційна група по техніці електробезпечності (не нижче III).

Одночасно з ремонтом вантажопідйомної машини проводиться ремонт електроустаткування.

Спочатку перевіряють справність блокування люків і дверей (рисунок 19.1), кінцевих вимикачів ходу моста крана й візка, обмежників вантажопідйомності й висоти, блокувальних обладнань, сигналізації, огороження всіх доступних для дотику струмоведучих частин, постійні засоби захисту (килимки, огороження, плакати). Перевірки виконують при включеній напрузі.

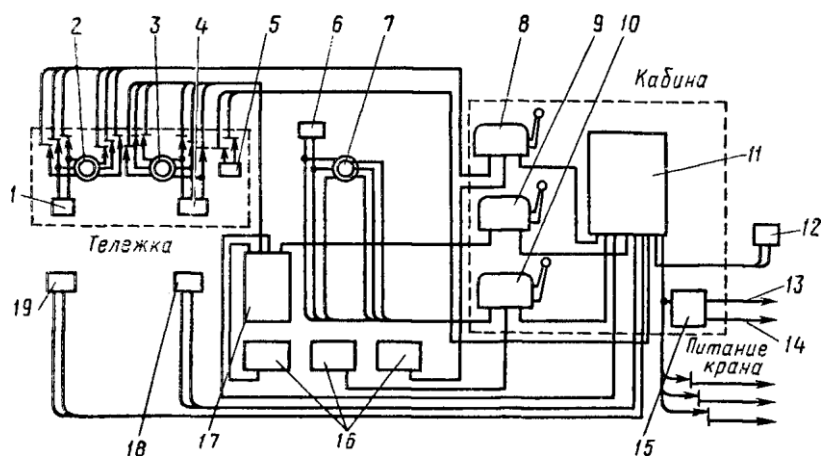


Рисунок 19.1 – Структурна схема електроустаткування мостового крана

1, 4, 6 – електромагніти гальм візка, підйому вантажу й моста; 2, 3, 7 – електродвигуни руху візка, підйому вантажу, руху моста; 5, 12, 18, 19 – кінцеві вимикачі підйому, люка kabіни, візка, моста;

8, 9, 10 – контролери приводу візка, підйому й моста; 11 – захисна панель; 13 – допоміжний ланцюг висвітлення сигналізації; 14 – ланцюг аварійного висвітлення; 15 – щиток допоміжних ланцюгів;

16 – пускогальмівні резистори; 17 – шафа магнітного контролера приводу підйому

Блокування люків і дверей перевіряють у такий спосіб. При включеній напрузі на крані відкривають люк або двері. При цьому повинне відключитися напруга на крані. Напруга включається натисканням кнопки головного контактора. При перевірці кінцевих вимикачів ходу моста крана надають руху мосту крана в одну зі сторін. При підході до кінця підкранових колій або сусідньому крану лижі, що коштують на закінченні підкранових колій або сусідньому крані, натискають на кінцевий вимикач і виключають напруга на крані. Включити напругу можна тільки після того, як усі контактори поставлені в нульове положення. Напруга включається кнопкою головного контактора. У такий спосіб перевіряють усі кінцеві вимикачі на крані й візку.

При перевірці контролера переконуються, що всі швидкості крана включаються нормально. Перевіряється робота гальм. Міст крана приводять у рух і потім контролер устанавлюють у нульове положення й зауважують відстань гальмового шляху, яке повинне відповідати паспортним даним. При занадто довгому гальмовому шляху важко здійснювати технологічний процес на виробництві, тому що при роботі неможливо точно зупинити кран у потрібному місці. При занадто короткому гальмовому шляху кран зупиняється різко, що приводить до розгойдування вантажу й підвищеному зношуванню гальм і інших елементів.

Регулювання гальма з електрогідроштовхачем (рисунок 19.2) роблять пружиною 8, яка через важіль 5 і систему тяг зводить важелі 1 і 3 з гальмовими колодками 2 і 9, забезпечуючи гальмування. Розгальмовування відбувається при подачі напруги на електродвигун 6, який приводить у рух масляний насос гідроштовхача 7.

При кожному ремонті встаткування, але не рідше одного разу в рік проводять перевірку наявності ланцюги між заземлюючим обладнанням і краном, а також завмер опору ізоляції електропроводки, тролейних проводів і електроапаратури. Значення опору ізоляції повинне бути не менш 0,5 МОм.

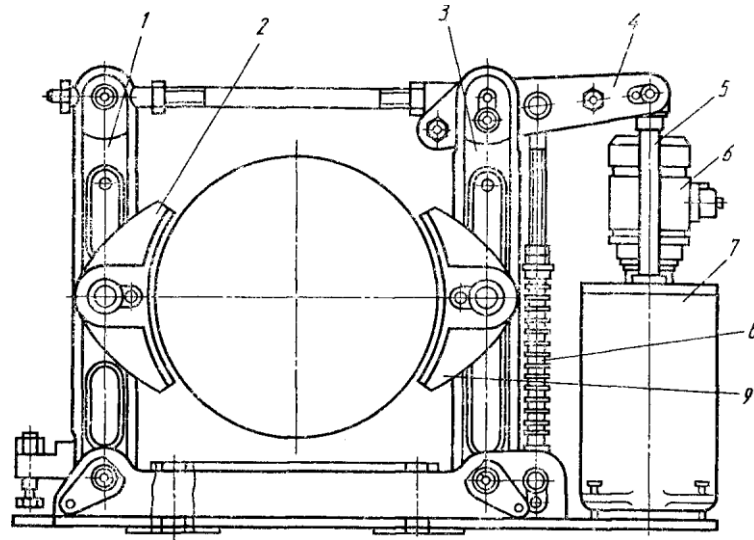


Рисунок 19.2 – Колодкове пружинне гальмо з електрогідротолкателем

При щомісячному технічному обслуговуванні проводять також оглядають: панель керування; електродвигун; кінцеві вимикачі; поверхові перемикачі; індуктивні датчики; кнопковий апарат; канатоведучий шків; канати; напрямні кабін; підвіску кабіни й противага; купе кабіни; натяжні пристрої в прямику. При огляді перевіряють відповідність кожного елемента вимогам технічної документації на, що оглядається ліфт і виконують необхідні виміри й перевірки.

При піврічному технічному обслуговуванні проводять усі роботи, наведені вище, а також оглядають: вступне обладнання (головний рубильник); редуктор; обмежник швидкості; уловлювачі; буферні обладнання; заземлення.

Не рідше одного разу в рік проводять вимір опору ізоляції електродвигунів і апаратури й опір захисного заземлення корпусів електроустаткування. Опір ізоляції обмоток двигуна в холодному стані повинне бути не менш 1 МОм, а при температурі 60°C – 0,5 МОм. Опір ізоляції електроапаратури й проводки повинне бути не менш 0,5 МОм. Опір захисного заземлення корпусів електроустаткування повинен бути не більш 4 Ом.

### ***3 Терміни оглядів електроустаткування кранів***

Огляд і ремонт вантажопідійомних машин проводяться в терміни, установлені особою, відповідальним за їхній справний стан, і затверджені адміністрацією підприємства, але не рідше передбачених ПТЕ.

Огляд і плановий ремонт кранів виконуються на місцях їх постійної стоянки. Електроустаткування оглядають при відключеному ввідному рубильнику й повністю знятій із крана напрузі. Для огляду електроустаткування з нього знімають кожухи, кришки й т.п.; перевіряють затягування болтів і гвинтів; оглядають контакти, натяг пружин; послідовність включення контакторів, стан гальм і т.п. При огляді усувають дрібні несправності й роблять регулювання. Після огляду перевіряють роботи крана й електроустаткування. Відповідно до «Правил обладнання й безпеки обслуговування ліфтів» повинні проводитися щоденні огляди, щомісячне технічне обслуговування.

Щоденний огляд може бути доручений ліфтерові, ліфтерові-диспетчерові або електромеханікові. При огляді перевіряється справність висвітлення шахти, кабіни, поверхових майданчиків, світлових і звукових сигналізацій, автоматичних і неавтоматичних замків, дверних контактів.

При щомісячному технічному обслуговуванні проводять усі роботи, передбачені щоденним оглядом; перевіряють гальмове обладнання; справна дія неавтоматичних і автоматичних замків дверей шахти на всіх поверхах; справна дія електричних контактів дверей шахти на всіх поверхах; оглядають огороження шахти, висвітлення й сигналізацію. При перевірці гальмового обладнання оглядають гальмові колодки, обкладки гальмових колодок і їх кріплення, хід штока й сердечника якоря, кріплення котушок гальмового магніту й проводів. При огляді необхідно підтягти кріплення всіх деталей, змазати шарніри, перевірити роботу гальма при пробної пуску ліфта по поверхах в обоє напрямку. Точність зупинки кабіни для вантажних ліфтів, що завантажуються спеціальним транспортом, а також для лікарняних ліфтів повинна бути в межах  $\pm 15$  мм, для всіх інших ліфтів –  $\pm 50$  мм.

## Лекція №20

**Тема:** Експлуатація електроустаткування цивільних споруд.

**Мета:** ознайомитися з правилами експлуатації електроустаткування цивільних споруд.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Експлуатація ліфтів цивільних споруд.
- 2 Експлуатація електропроводки.
- 3 Експлуатація розподільчого щита.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Експлуатація ліфтів цивільних споруд*

1. Власник ліфта повинен забезпечити його справний стан й безпечну експлуатацію шляхом організації належного обслуговування.

У цих цілях:

а) повинна бути призначена особа, відповідальна за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта;

б) повинна бути призначена особа, відповідальна за організацію експлуатації ліфта; допускається покласти цей обов'язок на особу, відповідальну за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту;

в) повинні бути призначені електромеханіки, ліфтери й оператори по диспетчерському обслуговуванню ліфтів;

г) повинно бути організоване проведення періодичних оглядів, технічного обслуговування й ремонту ліфтів;

д) повинне бути організоване навчання й періодична перевірка знань у персоналу, що здійснює обслуговування ліфта;

е) персонал, що здійснює обслуговування ліфта, повинен бути забезпечений виробничими інструкціями, а особи, відповідальні за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфтів і організацію експлуатації ліфтів, — Правилами, посадовими інструкціями (положеннями), провідними вказівками й нормативно — технічною документацією; електромеханіки, відповідальні за справний стан ліфтів, також повинні бути забезпечені Правилами;

ж) повинно бути забезпечене виконання відповідальними особами Правил, а обслуговуючим персоналом — виробничих інструкцій;

з) повинен бути забезпечений порядок зберігання й обліку видачі ключів від приміщень і шаф, у яких розміщено устаткування ліфта.

2. Для експлуатації й ремонту ліфтів власник може залучати спеціалізовану по ліфтах організацію.

У цьому випадку в договорі між ними повинні бути визначені обов'язки й права сторін.

3. Обслуговування ліфта повинне проводитися електромеханіком, ліфтером, оператором відповідно до виробничих інструкцій і інструкцією по експлуатації ліфта.

При відсутності диспетчерського пункту наявність оператора не потрібно.

Допускається покладати обов'язки ліфтера на електромеханіка.

4. Керування вантажним ліфтом із зовнішнім керуванням, тротуарним і вантажним малим ліфтом, обладнаних постами керування тільки на одному навантажувальному майданчику, а також пасажирським, вантажним і лікарняним ліфтами із внутрішнім керуванням повинне бути доручене ліфтерам.

Керування вантажним ліфтом із внутрішнім керуванням, установленим у будинку промислового підприємства, за узгодженням з органом жержгортехнагляду, допускається доручати іншим працівникам підприємства. До цих працівників повинні пред'являтися ті ж вимоги правил, що й до ліфтерів (навчання, атестація, повторна перевірка знань і т.д.).

При цьому власник ліфта повинен забезпечити проведення оглядів ліфта й порядок зберігання й обліку спеціальних ключів для відмикання дверей шахти.

Керування пасажирським, вантажним і лікарняним ліфтами самостійного користування здійснюється особами, що користуються цими ліфтами.

Керування вантажним ліфтом із зовнішнім керуванням і вантажним малим ліфтом, обладнаними постами керування більш ніж на одному навантажувальному майданчику, а також вантажним ліфтом зі змішаним керуванням, обладнаним обладнанням для перемикання керування відповідно до п. 6.3.19, за винятком вантажного ліфта самостійного користування, здійснюється особами, що користуються цими ліфтами, що пройшли відповідний інструктаж і перевірку навичок по керуванню ліфтом.

Вимоги цього пункту не поширюються на керування, здійснюване з даху кабіни, з машинного приміщення або із шафи, у якій розміщене НКУ.

5. Ліфтерами, операторами й електромеханіками повинні призначатися особи не молодше 18 років.



Кількість персоналу повинна визначатися експлуатаційною організацією виходячи з необхідності обслуговування ліфтів відповідно до інструкції для експлуатації й з урахуванням місцевих умов експлуатації.

6. Електромеханіки, що здійснюють технічне обслуговування й ремонт ліфтів, повинні проходити медичний огляд і мати практичний стаж по обслуговуванню й ремонту ліфтів або їх монтажу не менш 6 місяців. Електромеханіки, що не мають 6-місячного практичного стажу, можуть залучатися до виконання зазначених робіт тільки під керівництвом електромеханіка, якому доручено технічне обслуговування й ремонт ліфтів.

За електромеханіком повинні бути закріплені певні ліфти.

Відповідальність за справний стан ліфта покладає на електромеханіка, за яким закріплений ліфт.

7. Відповідальність за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта й за організацію його експлуатації повинна бути покладена наказом по організації на осіб, у штаті якої вони значаться.

Ці особи повинні мати відповідну кваліфікацію й пройти атестацію.

Цим особам керівництво підприємства (організації), у штаті якого вони значаться, зобов'язано видати посадову інструкцію, що регламентує їх права й обов'язки, а також наказом закріпити за ними певні ліфти.

8. Посада, прізвище, ім'я, по батькові й підпису осіб, відповідальних за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта й за його справний стан, а також дата й номер наказу (розпорядження) про призначення й закріплення за ними ліфта повинні бути занесені в паспорт ліфта.

На час відпустки, відрядження або хвороби особи, відповідального за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта, або електромеханіка, відповідального за його справний стан, їх обов'язки повинні бути покладені наказом (розпорядженням) на іншу особу, відповідно атестовану.

9. Електромеханік, ліфтер і оператор повинні бути навчені за відповідними до програмами і атестовані в навчальному закладі або в організації, що має дозвіл органа жержгортехнагляду на проведення навчання й атестації.

Атестація повинна проводитися кваліфікаційною комісією навчального закладу (організації), де проходило навчання.

Особам, що пройшли атестацію, повинно бути видане відповідне посвідчення.

10. При атестації електромеханіків, що здійснюють технічне обслуговування й ремонт ліфтів, у роботі кваліфікаційної комісії повинен взяти участь інспектор жержгортехнагляду; про день роботи комісії керівництво навчального закладу (організації) повинне завчасно, але не пізніше ніж за 5 днів, повідомити орган жержгортехнагляду.

При атестації ліфтерів і операторів участь інспекторів жержгортехнагляду не обов'язково.

11. Допуск до роботи електромеханіка, що здійснює технічне обслуговування й ремонт ліфтів, ліфтера й оператора повинен бути оформлений наказом при наявності на руках посвідчення про навчання й виробничої інструкції.

12. Електромеханік, ліфтер і оператор повинні періодично, не рідше одного разу в 12 місяців, проходити повторну перевірку знань.

Додаткова або позачергова перевірка знань повинна проводитися:

а) при переході з одного підприємства (організації) в інше;

б) на вимогу інспектора жержгортехнагляду або особи, відповідального за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта;

в) при перехід електромеханіка або ліфтера на обслуговування ліфтів іншої конструкції (з електричного ліфта — на гідравлічний, з ліфта, що має нерегульований електропривод, — на ліфт із регульованим електроприводом і т.д.).

Повторна, додаткова й позачергова перевірки знань повинні проводитися за наказом кваліфікаційної комісії підприємства (організації), у штаті якого значиться особа, що перевіряється, в обсязі його виробничої інструкції. У роботі комісії повинна брати участь особа, відповідальна за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта; участь інспектора жержгортехнагляду не обов'язково.

Члени кваліфікаційної комісії повинні бути атестовані по знанню правил в органі жержгортехнагляду або в спеціалізованій організації, або в інженерному центрі.

Повторна перевірка знань членів кваліфікаційної комісії повинна проводитися не менш одного разу в 3 роки в зазначених організаціях.

Допускається повторну, додаткову й позачергову перевірки знань електромеханіка, ліфтера й оператора проводити у кваліфікаційній комісії навчального закладу, при цьому участь інспектора жержгортехнагляду не обов'язково.

13. Результати атестації, повторної, додаткової й позачерговий перевірок знань електромеханіка, ліфтера й оператора повинні бути оформлені протоколом і записані в посвідченні й журналі.

14. Особи, зазначені в цьому пункті, повинні мати кваліфікаційні групи з електробезпеки, встановлені «Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів», не нижче:

а) IV — особа, відповідальне за організацію робіт з технічного обслуговування й ремонту ліфта;

б) III — електромеханік, що здійснює технічне обслуговування й ремонт ліфта;

в) II — ліфтер і оператор.

15. Кожний ліфт повинен підлягати щозмінному огляду. У випадку, коли огляд проводить електромеханік, що здійснює технічне обслуговування ліфта, замість щозмінного допускається проводити щодобовий огляд.

За узгодженням з жержгортехнаглядом або з відомчою інспекцією технагляду для піднаглядних їй об'єктів огляди можуть проводитися з іншою періодичністю.

16. Щозмінний огляд ліфта повинен бути доручений ліфтерові й проводитися відповідно до його виробничої інструкції, розробленої на підставі «Типової інструкції для оператора, ліфтера по обслуговуванню ліфтів», затвердженої жержгортехнаглядом, і інструкцією для експлуатації з урахуванням місцевих умов експлуатації.

Щозмінний огляд ліфта може бути також доручений електромеханікові, що здійснює технічне обслуговування ліфта.

Результати огляду повинні бути занесені в журнал щозмінного огляду ліфта.

17. Технічне обслуговування ліфта повинне проводитися електромеханіком відповідно до його виробничої інструкції й інструкцією для експлуатації ліфта.

Результати технічного обслуговування й оцінки про усунення несправностей повинні бути занесені в журнал технічного обслуговування.

18. Власник ліфта або спеціалізована організація, що здійснює його обслуговування й (або) ремонт, повинні розробити й затвердити виробничі інструкції для електромеханіка, ліфтера й оператора, що значаться в їхньому штаті.

19. При проведенні обслуговування, ремонту й технічного огляду ліфта повинні виконуватися вимоги інструкцій з техніки безпеки персоналу, що виконує зазначені роботи.

20. Правила користування ліфтом повинні містити короткі відомості про порядок користування ліфтом з урахуванням його типу й призначення.

У правилах користування пасажирським ліфтом самостійного користування, установленим у житловому будинку, повинне бути передбачена заборона проїзду дітей дошкільного віку без супроводу дорослих, а також порядок перевезення грудних дітей у дитячих колясках.

У правилах користування вантажним ліфтом із внутрішнім керуванням і вантажним ліфтом самостійного користування повинне бути передбачена заборона одночасного транспортування пасажирів й вантажу.

У правилах користування вантажним ліфтом із зовнішнім керуванням повинно бути передбачена заборона транспортування людей.

21. Правила користування ліфтом повинні бути вивішені:

а) на основному посадковому (навантажувальному) поверсі — при змішанім керуванні;

б) у кабіні — при внутрішньому керуванні;

в) у кожного поста керування — при зовнішньому керуванні.

При груповім керуванні на основному посадковому поверсі допускається не вивішувати на кожний ліфт свою табличку — може бути вивішено одна табличка правил, що ставляться до всієї групи ліфтів.

22. На основному посадковому (навантажувальному) поверсі повинна бути вивішена табличка із вказівкою:

- а) найменування ліфта ( по призначенню);
- б) вантажопідйомності (із вказівкою припустимого числа пасажирів);
- в) реєстраційного номера;
- г) номера телефону для зв'язку з обслуговуючим персоналом або з аварійною службою.

У ліфта самостійного користування в табличці також повинне бути зазначене місцезнаходження обслуговуючого персоналу.

На всіх дверях шахти ліфта із зовнішнім керуванням повинні бути зроблені написи про вантажопідйомність ліфта й про заборону транспортування людей.

23. Користування ліфтом, у якого минув зазначений у паспорті строк роботи, не допускається.

24. При передачі ліфта новому власникові колишній власник повинен передати паспорт ліфта.

Новий власник зобов'язано внести в паспорт усі необхідні зміни, пов'язані з передачею ліфта, а в тих випадках, коли ліфт зареєстрований в органі жержгортехнагляду, повинен також повідомити цей орган про прийняття ліфта й направити йому документи, що підтверджують наявність атестованого персоналу або договору зі спеціалізованою організацією на проведення обслуговування й ремонтів ліфта.

25. У шахті, машинному й блоковому приміщеннях ліфта забороняється зберігати предмети, що не ставляться до його експлуатації.

26. Машинне й блокове приміщення, приміщення для розміщення лебідки й блоків вантажного малого ліфта, а також шафи для розміщення встаткування при відсутності машинного приміщення повинні бути замкнені, а підходи до дверей цих приміщень і шафам — вільні.

На двері машинного (блокового) приміщення повинна бути напис: «Машинне (блокове) приміщення ліфта. Стороннім вхід заборонений».

## ***2 Експліатація електропроводки***

Споживач відповідальний за стан власної електропроводки й самотужки робить необхідний їй ремонт. При експлуатації проводки іноді виникають різні несправності, а якщо їх не усувати те може виникнути електротравматизм або загоряння. Поломки проводів виникають рідко, за умови що на них не впливають такі фактори як механічні навантаження, перегрівши і т.д. При виявленні несправності ізоляції проводів або ж кріплень, їх слід усунути.

В основному неполадки проводки з'являються в контактних з'єднаннях, розетках і вимикачах. Нещільний контакт у з'єднаннях струмопровідних жил сильно збільшує його опір, а це веде за собою його перегрів. При перегріві контакту починає підгорати ізоляція струмопровідних жил, що звичайно викликає її запалення або коротке замикання. Тому контактні з'єднання обов'язково потрібно іноді піддавати огляду й у випадку несправності контакт необхідно відремонтувати. Сигналом несправності може служити поява запаху горілої ізоляції. Ремонт неполадок в електропроводці потрібно проводити при відключенні електричним харчуванні.

Потрібно подбати також про той як відокремити від включення його сторонніми особами. Наприклад, якщо щиток з автоматами, що відключають, розміщен на сходовому майданчику, то сусід ненавмисно може включити напругу в той час коли ви працюєте. Щоб уникнути цього, що відключають обладнання потрібно закрити й повісити плакат "не включати", "працюють люди" і т.д.

Неякісну ізоляцію на проводах виправляють двома шарами ізоляційної стрічки або поліхлорвініловою трубкою. А несправні контактні з'єднання роблять заново. Несправність вимикачів, розеток, патронів може показати їх нагрівання й іскріння. У таких випадках необхідне відновлення затискних контактів. При більш серйозних поломках, які були викликані несправністю деталей, слід їх повністю замінити.

Якщо у квартирі зникла напруга, то спочатку необхідно переконатися, що в сусідів електричне харчування не припинялося. Значить найбільш імовірною поломкою може бути спрацьовування запобіжного обладнання на щитку через перевантаження. Щоб усунути цю несправність досить поміняти плавку вставку на запобіжнику або просто знову включити автомат. У випадку якщо запобіжне обладнання відключається коли включається який-небудь прилад, те це свідчить про його поломку або завищене споживання потужності. Для виявлення несправного приладу слід відключити всі прилади від електричної енергії, включити напругу й по черзі їх включати. Коли запобіжне обладнання спрацьовує якщо всі прилади відключені, потрібно шукати місце замикання в мережі. Якщо його місце візуальне виявити не виходить, то треба перевірити кожний ланцюг електричної проводки. При цьому по черзі відключають усі ланцюги проводки від електропостачання й перевіряють цілісність проводки за допомогою тестера або контрольної лампочки.

Прозвонку електропроводки виконують при відключенні всіх приладів і викручених лампочках. При зупинці роботи якого-небудь приладу потрібно перевірити, чи їсти напруга на даній ділянці електроланцюга. Для цього підключають до цієї ділянки справний прилад. Якщо він працює, то несправність слід шукати в самому приладі.

Якщо в будинку є розетки із заземлюючими контактами, то при їхній заміні потрібно особливо уважно віднестись до фазування проводів. Захисне нульове проведення повинен бути підключений до заземленого контакту, а нульовий, робітник і фазний — до відповідних до контактів. При допущенні помилки в підключенні може трапитися електротравматизм.

### ***3 Експлуатація розподільчого щита***

1. Монтаж щитка, підключення в електричну мережу й перевірка його технічного

стану проводиться за рахунок споживача у встановленому порядку особами, що мають право на виконання зазначених робіт.

2. Забороняється при наявності напруги на щитку знімати лицьові панелі щитка та проводити роботи з ремонту або монтажу.

3. Підключення щитка до живильної мережі й до ліній, що відходять, необхідно проводити у відповідності зі схемою, розташованою на внутрішній стороні дверцят щитка. Нульові захисні провідники (РЕ) приєднують до шини «РЕ» щитка.

4. Ізольовані проводки живильної мережі ліній, що й відходять, не повинні торкатися гострих країв щитка.

5. Перед установкою щитка необхідно перевірити його комплектність та ознайомитись з експлуатаційною документацією на щиток, лічильник і УЗО (устройство защитного отключения), а також:

- зробити огляд щитка й переконатися у відсутності ушкоджень його частин;

- вилучити, при необхідності, пил і бруд з його частин;

- перевірити чіткість фіксації рукояток у положеннях «ПРО» і «І», відсутність механічних заїдань при включенні - відключенні вимикачів і УЗО.

6. Монтаж щитка повинен проводитися в наступній послідовності:

- при відкритих дверцятах потужнострумової частини щитка й слабкострумового відсіку зняти оперативну панель, відкрутивши чотири гвинти;

- установити щиток у нішу й закріпити його чотирма розпірними болтами;

- зробити монтажні роботи із приєднання провідників у відповідності зі схемою, розташованою на внутрішній стороні дверцят потужнострумової частини щитка;

- при необхідності допускається знімати раму потужнострумової частини щитка з розміщеними на ній апаратами (лічильниками, УЗО, вимикачами).

7. Для ручного відключення автоматичних вимикачів і УЗО впливає зверху нажати на рукоятку апарата, не перешкоджаючи її руху вниз.

Для включення автоматичних вимикачів і УЗО необхідно різко перевести рукоятку апарата у верхнє положення до упору.

8. При першій включенні УЗО, а також періодично, не рідше одного разу в місяць, необхідно перевіряти працездатність УЗО короткочасним (не більш 2 с)



натисканням на кнопку «Т». При цьому електроживлення квартири (лінії) повинно відключитись, після чого для підключення електроживлення необхідно встановити рукоятку УЗО в положення «1» (нагору).

УЗО, що не спрацьовує при натисканні на кнопку «Т», експлуатувати заборонене, і воно повинне бути замінене.

9. При автоматичнім відключенні електроживлення ліній вимикачами або УЗО слід з'ясувати причину цього й, якщо вона пов'язана з несправністю побутового електроприладу, відключити цей прилад, після чого зробити повторне включення автоматичного вимикача, УЗО. При повторних відключеннях автоматичних вимикачів або УЗО необхідно сповістити про це в

організацію електричних мереж, що обслуговують даний житловий будинок.

10. Не допускається з'єднання нульових робочих провідників, що відходять ліній

с нульовими захисними провідниками мережі ліній, що й відходять, або із заземленими провідними частинами будинку.

11. Не рекомендується довгостроково навантажувати лінію, що відходить, струмом, перевищуючим 80 % від номінального струму апарата.

12. Вплив факторів, що впливають, при експлуатації щитка:

- при температурі понад 30 °С припустимий струм кожної лінії, що відходить, і щитка в

цілому повинен бути знижено на 1,2 % від номінального струму на кожний градус перевищення температури;

- на висоті від 1000 до 2000 м над рівнем моря верхнє значення температури по

п.1.6 знижується на 0,6 °С на кожні 100 м.

13. Умови зберігання щитка:

- температура навколишнього повітря, °С..... від 1 до 35;

- відносна вологість при температурі 25 °С, % .....не більш 80 .

14. Допускається зберігання щитка в упаковці виготовлювача протягом двох років у не-

опалювальнім сховищі при температурі від мінус 40 до 50 °С із середньорічним значенням відносної вологості 80 % при 15 °С.

15. Транспортування щитка допускається в транспортній упаковці виготовлювача в спеціальних умовах.

16. Претензії по якості щитка при дотриманні умов експлуатації, зберігання й монтажу направляються на адресу підприємства виготовлювача із вказівкою позначення щитка, дати виготовлення, дати продажу магазином, дати введення в експлуатацію, дати виходу з ладу й характеру несправності.

Претензії по якості виготовлення лічильника й УЗО направляються на адресу їх виготовлювачів у порядку, зазначеному в експлуатаційній документації на лічильник і УЗО.

17. При проведенні профілактичних випробувань (не рідше одного разу в шість

років) і після закінчення терміну служби (п.3.1) проводиться перевірка технічного стану щитка й робиться висновок про придатність електроустаткування до подальшої експлуатації відповідно до правил, установлених для електроустановок споживачів.

18. Конструкція щитка забезпечує можливість заміни лічильників, вимикачів і УЗО без демонтажу щитка.

19. На панелі щитка передбачене місце для запису їх позиційного положення й призначення, а також номера квартири.

## **Лекція №21**

**Тема:** Технічне обслуговування термічних і зварювальних установок

**Мета:** ознайомитися з правилами прийняття в експлуатацію електрообладнання електротермічних та зварювальних установок; з їх технічним обслуговуванням.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

**1** Прийняття в експлуатацію електрообладнання електротермічних і зварювальних установок.

**2** Експлуатація електротермічних і зварювальних установок.

**3** Технічне обслуговування електротермічних і зварювальних установок.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Прийняття в експлуатацію електрообладнання електротермічних і зварювальних установок*

Електротермічної установкою називають комплекс обладнання, що складається з електричної печі (або електротермічного пристрої) і електричного, механічного та іншого обладнання, що забезпечує виконання робочого процесу в установці. До електротермічних установок відносять установки печей опору (камерні, шахтні, ковпакові, плавильні для легкоплавких металів тощо); установки дугових печей (прямого і непрямого нагрівання); індукційні електротермічні установки (плавильні та нагрівальні). До зварювальних установок відносять установки для здійснення дугового і контактного зварювання.

До комплектів електрообладнання для електротермічних установок відносять: пічні трансформатори та автотрансформатори; перетворювальні агрегати (для установок печей і електротермічних пристроїв, в яких перетворення електричної енергії в теплову відбувається при частоті, відмінною від 50 Гц); комутаційні і захисні апарати; струмопроводи – силові електричні кола, які з'єднують печі (електротермічні пристрої) з іншим електрообладнанням; автоматичні регулятори теплового режиму; електроприводи допоміжних механізмів; щити, пульти і станції управління.

При здачі в експлуатацію електротермічних установок проводять приймально-здавальні випробування елементів електрообладнання у відповідності з вимогою, пред'явленим до них. Приймання електротермічних установок проводять на підставі результатів пробної експлуатації і випробувань, проведених відповідно до програми, що входить в технічну документацію електротермічної установки.

При прийманні електроустаткування приймальна комісія підтверджує, що: воно забезпечене необхідними блокуваннями, які забезпечують безпечне обслуговування електроустаткування та механізмів цих установок, а також правильну послідовність оперативних перемикачів; обладнано пристроями захисту від неприпустимих режимів роботи; забезпечено вимірювальними приладами для обліку споживаної електроенергії, а також приладами, що дозволяють здійснювати контроль за ходом технологічного процесу; каналізація води, що охолоджує

обладнання, виконана з урахуванням можливості контролю за станом охолоджуючої системи, там, де є вібрація і поштовхи, пірометричні прилади змонтовані на амортизаторах; дроти пірометричних ланцюгів приєднані до приладів безпосередньо, а не через збірку затискачів і прокладені окремо від контрольних проводів і силових ланцюгів.

При прийнятті в експлуатацію електрозварювального устаткування приймальна комісія звертає увагу на те, що: приміщення, в якому розташовується обладнання по електродугової і плазмовому зварюванні, при постійних роботах по площі і кубатурі задовольняє вимогам Будівельних норм і правил (СНиП) і має вентиляцію; розміщення зварювального устаткування, а також розташування його вузлів і механізмів забезпечують безпечний і вільний доступ до нього; джерела зварювального струму приєднані до електричних мереж напругою не понад 660 В; вузли зварювального устаткування, що містять конденсатори, оснащені пристроями для автоматичної розрядки конденсаторів; зварювальні установки захищені запобіжниками або автоматами з боку живильної мережі; все електрозварювальні установки з джерелами змінного і постійного струму, призначені для зварювання в особливо небезпечних умовах (наприклад, усередині металевих ємностей, в котлах, при зовнішніх роботах), оснащені пристроями автоматичного відключення напруги холостого ходу і обмеження її до напруги 12 В з витримкою часу не більше 0,5 с.

## ***2 Експлуатація електротермічних і зварювальних установок***

Електротермічні установки обслуговують висококваліфікований електротехнічний персонал, що освоїв конструкції електротермічних агрегатів і вивчив правила технічної експлуатації і техніки безпеки, а також висококваліфіковані робітники (плавильники, термісти, сушильники і др.), Добре знають технологічний процес на установках і навчені загальним правилам техніки безпеки та експлуатації цих установок. Розподіл обов'язків електротехнічного персоналу та персоналу, що обслуговує електротехнологічне обладнання, точно визначено затвердженим на кожному підприємстві спеціальним положенням або розпорядженням.

При експлуатації електротермічних установок особливе значення набувають питання економії електроенергії та безпеки обслуговуючого персоналу. Економія електроенергії досягається шляхом проведення комплексу заходів. Найважливішим з них є точне дотримання технологічного процесу. Сучасні установки комплектуються автоматичними пристроями, що забезпечують оптимальне ведення технологічного процесу, скорочують допоміжний час.

Для електротермічної установки дослідним шляхом економічно і технічно визначають доцільну величину одноразового навантаження стосовно до прийнятого процесу плавки та виплавлених марок металу, а також процесам термообробки і оброблених виробів, економічне навантаження повинна задовольняти вимогам найкращого використання ємності печі при мінімальній питомій витраті енергії. Для методичних (насадок), штовхальних, конвеєрних та інших печей дослідним шляхом встановлюють економічну швидкість руху, кількості виробів в печі і вивантаження.

Найбільш економічним з точки зору витрат електроенергії є цілодобовий режим роботи електропечі. У цьому випадку відсутні втрати теплоти на охолодження печі, які відбуваються при перервах в роботі. Цикл роботи будують так, щоб втрати теплоти були найменшими; експлуатацію організують так, щоб її прорізи відкривалися якомога рідше. Одним із способів підвищення економічності електричних печей опору є використання теплоти деталей, нагрітих в печі. Для цього нагріті і холодні деталі проходять через загальну футеровану камеру, де відбувається передача теплоти.

При експлуатації дугових електричних печей слід враховувати, що в ході плавки в широкому діапазоні необхідно змінювати напругу живлення печі. На першому етапі плавки, коли відбувається розплавлення скрапу, в піч вводять максимальну потужність, щоб прискорити цей процес. Тому для збільшення потужності необхідно підвищувати напругу. Тривалість етапу розплавлення становить 50% від загального часу плавки, при цьому споживається 60-80% електроенергії. На другому і третьому етапах плавки напруга знижують, тому що дуга горить спокійніше, температура в печі вище.

При виникненні виробничої паузи необхідно переводити електротермічні установки на найбільш економічний режим в залежності від величини паузи (відключення установки, робота на холостому ходу, вимикання частини агрегатів і т.д.). Не допускається експлуатація електротермічних установок при відсутності креслень, принципів і монтажних електричних схем, а також технічного паспорта з зазначенням основних конструктивних і експлуатаційних параметрів установки (ємності, максимальної продуктивності, потужності, коефіцієнта потужності, робочої температури та ін.)

### ***3 Технічне обслуговування електротермічних і зварювальних установок***

В обсяг технічного обслуговування входять: приєднання і від'єднання обладнання від мережі; зовнішній огляд деталей, доступних для огляду при знятому кожусі і особливо ізоляційних деталей; чистка обладнання від пилу, бруду і флюсів; чистка контактних поверхонь; перевірка справності ізоляційних прокладок; підтяжка кріпильних деталей і контактів; перевірка стопорних механізмів, справності кожухів, системи охолодження, нагрівання обмоток трансформаторів і зовнішніх поверхонь електропечей; перевірка роботи перемикачів, дрібний ремонт пускорегулювальних апаратів; перевірка заземлюючих пристроїв; крім того, для електродугових печей перевірка якості торцевих і ніпельні з'єднань, а також щільність згортання електродів; для індукційних і високочастотних печей огляд конденсаторних батарей, електронних ламп і надійність екранування та заземлення окремих блоків; перевірка правильності роботи контакторів з гасінням дуги і відсутність накипу на водоохолоджуючих поверхнях. Огляди з заповненням карт оглядів проводяться за графіком з періодичністю в залежності від місцевих умов, але не рідше одного разу на місяць.

В обсяг поточного ремонту входять операції технічного обслуговування і наступні роботи по окремих видах установок:

**по печам опору** – перевірка стану і часткова заміна нагрівальних елементів, ущільнювальних пристроїв; кріплення висновків нагрівальних елементів; частковий ремонт футеровки та інших видів теплоізоляції;

**по дуговим електропечах** – перевірка якості торців і ніпельні з'єднань електродів і їх підтягування; заміна електродів при необхідності; ревзія і ремонт механізму подачі електродів; ревзія або ремонт пічного трансформатора, запірної арматури і трубопроводу в межах печі;

**по вакуумних печам** – ревзія і ремонт вакуумних насосів і вакуумної мережі; зміна вакуумного масла; чистка і промивання всіх сполучних поверхонь; перевірка печі на натікання; промивка системи охолодження; ремонт запірної арматури та трубопроводів в межах печі; ремонт або заміна підігрівів паромасляних вакуум-насосів;

**по індукційним печам** – перевірка стану конденсаторної батареї і при необхідності заміна окремих конденсаторних банок; ревзія або ремонт трансформатора; чистка системи охолодження індуктора; зачистка контактних поверхонь, перемикачів гвинтів індуктора;

**по високочастотних установкам** – перевірка стану генераторних ламп і коливального контуру; при необхідності заміна окремих ламп, конденсаторів та індукторів; ревзія або ремонт високочастотних перетворювачів; ремонт блокувальних пристроїв.

На всіх установках перевіряють роботу щита управління, опір ізоляції всіх електричних ланцюгів і температурний режим печей.

В обсяг капітального ремонту входять операції поточного ремонту, а також повне розбирання обладнання; заміна зношених деталей та вузлів; перевірка міцності ізоляції згідно з паспортними даними або державними стандартами; при необхідності заміна пускорегулювальної апаратури; забарвлення і випробування обладнання.



## Лекція №22

**Тема:** Загальні питання ремонту електроустаткування. Ремонт електричних внутрішньо-цехових електромереж джерел світла.

**Мета:** ознайомитися з питаннями ремонту електроустаткування; з можливими пошкодженнями та ремонтом електромереж, шино проводів та електрообладнання силових і освітлювальних розподільних пунктів мереж і установок.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Загальні питання ремонту електроустаткування.
- 2 Можливі пошкодження та ремонт електромереж
- 3 Пошкодження і ремонт шинопроводів та електрообладнання силових і освітлювальних розподільних пунктів мереж і установок

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручники.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## *1 Загальні питання ремонту електроустаткування*

Технологічний прогрес і конкуренція спонукають оснащувати сучасні промислові підприємства різноманітним обладнанням, установками, роботизованими комплексами, транспортними та іншими засобами. При цьому технічно неможливо виготовити знаряддя праці, інші основні фонди та їх компоненти з однаковою рівномірністю зносу і приблизно рівними термінами служби. У процесі їх виробничої експлуатації спрацьовуються та руйнуються окремі деталі, що призводить до втрати робочих якостей: знижуються точність, потужність, продуктивність та інші параметри.

З метою компенсації зносу та підтримання устаткування в нормальному працездатному стані на весь період служби необхідно здійснювати систематичне технічне (експлуатаційне) його обслуговування, ремонтні роботи та технічну діагностику.

Комплекс операцій з підтримання працездатності або справності устаткування в процесі його використання за призначенням, а також у період очікування, зберігання та транспортування заведено називати технічним обслуговуванням.

Ремонт (фр. *remonter* — поправити, поповнити, знову зібрати) — це комплекс операцій з відновлення справності, ресурсу обладнання чи його складових частин.

Від організації технічного обслуговування та ремонту залежать ступінь зносу устаткування, час простою в ремонті, якість технологічних операцій, рівень браку, а також витрати на профілактично-ремонтні заходи.

Значення ремонту засобів виробництва, підвищення ефективності його організації зумовлюється такими найважливішими чинниками: ремонт як засіб простого їх відтворення; щорічні витрати значних коштів, що становлять у собівартості продукції до 9—14 %; зайнятість ремонтом значної частини трудових ресурсів (частка робітників-ремонтників сягає 10—15 % від загальної кількості зайнятих на підприємстві; зниження результатів роботи підприємств через простої техніки в ремонті; частка ручної праці на ремонтних роботах становить 75—80 % проти 30 % в основному виробництві машинобудування; кошти, що витрачаються

на ремонт верстата за час його роботи, перевищують вартість нового більше як у шість разів; ресурс відремонтованої техніки не досягає проектних показників.

У зв'язку з цим підвищується актуальність організації технічного обслуговування та ремонту устаткування, *основними завданнями* якої є: підтримка технологічного устаткування в технічно справному робочому стані, що забезпечує його безперебійну роботу і продуктивність; збільшення термінів експлуатації устаткування без ремонту; удосконалювання організації і підвищення якості профілактичних та ремонтних робіт; зниження витрат на технічне обслуговування і всі види ремонту.

Виконання вказаних завдань потребує: розробки раціональної системи технічного обслуговування устаткування в процесі його експлуатації з метою запобігання прогресуючому зносу та аваріям; якісного планово-запобіжного ремонту устаткування; модернізації застарілого обладнання; підвищення організаційно-технічного рівня ремонтного виробництва.

***Форми організації ремонтного обслуговування устаткування.*** Залежно від розмірів підприємств і характеру виробництва застосовуються децентралізовані, змішані та централізовані форми організації ремонту. При *децентралізованій* формі технічне обслуговування і всі види ремонту технологічного устаткування проводяться силами ремонтних підрозділів, що входять до складу виробничих цехів.

За *змішаної* форми організації технічне обслуговування і поточний ремонт технологічного устаткування здійснюються силами ремонтних підрозділів основних цехів, а капітальний ремонт — ремонтно-механічним або іншим спеціалізованим ремонтним цехом. У разі застосування *централізованої* форми ремонту усі види ремонту і технічного обслуговування технологічного устаткування виконуються спеціалізованими підрозділами, що входять до складу централізованого ремонтного виробництва. Централізація ремонту покращує якість обслуговування, підвищує продуктивність праці ремонтників, знижує собівартість робіт.

Для ремонту складної техніки дедалі ширше застосовується *фірмове обслуговування*, яке беруть на себе спеціалізовані підрозділи підприємства-виготовлювача. Вони здійснюють контроль за умовами експлуатації і режимом

роботи устаткування, проводять усі види ремонту. Фірмове обслуговування поліпшує якість ремонту, забезпечує підвищення надійності і безвідмовності роботи; скорочує простій устаткування в ремонті; спрощує планування, виробництво і розподіл запасних частин, скорочує їхні складські запаси.

Перспективним напрямом удосконалювання технічного обслуговування засобів праці, що здійснюється на великих підприємствах, є створення *комплексного виробництва* технічного забезпечення і ремонту засобів праці. Це виробництво має виконувати всі види ремонту устаткування цехів, установок, комунікацій, КПА, будівель і споруд підприємства та здійснювати нагляд за їх експлуатацією, а також забезпечувати підприємства всіма видами енергії, водою, зв'язком.

**Системи ремонтного обслуговування.** На промислових підприємствах значного поширення набула *комплексно-бригадна система* ремонту і міжремонтного обслуговування закріпленого обладнання. Бригади створюються у складі 5—10 слюсарів на 1000—2000  $r_0$  встановленого устаткування при роботі у 2 зміни.

В автомобільній промисловості успішно застосовується *інспекційна система* ремонтного обслуговування, яка полягає в проведенні ремонту залежно від фактичної в ньому потреби. При цьому всі роботи з ремонту технологічного обладнання розподіляються на: оперативне ремонтне обслуговування, планово-профілактичне, відновлювальний ремонт вузлів і систем обладнання.

При оперативному ремонтному обслуговуванні ремонтний персонал ліквідує відхилення від норми в роботі устаткування за замовленнями робітників. Оперативне ремонтне обслуговування розподіляється, у свою чергу, на: екстрений ремонт, що пов'язаний з порушення перебігу виробничого процесу; поточний ремонт — усунення відхилень за графіком; міжремонтне (чергове) обслуговування устаткування за зонами.

Планово-профілактичне обслуговування устаткування охоплює: технічну інспекцію (діагностування) устаткування; планово-запобіжний ремонт; технічне очищення устаткування; організацію робіт зі змащення.

Відновлювальний ремонт вузлів і систем обладнання здійснюється на підставі аналізу фактичного технічного стану устаткування.

*Показники роботи ремонтного господарства.* Рівень організації ремонтного обслуговування аналізується й оцінюється за показниками: час простою обладнання в ремонті; кількість ремонтних одиниць установленого устаткування, що припадає на одного ремонтного робітника; собівартість ремонту однієї ремонтної одиниці; оборотність парку запасних частин до устаткування; кількість аварій, поломок та позапланових ремонтів на одиницю устаткування.

## ***2 Можливі пошкодження та ремонт електромереж***

Ремонт внутрішньоцехових електромереж та джерел освітлення (дрібний) включає в себе наступні роботи: заміну несправних ізоляторів, штепсельних розеток і вимикачів; закріплення провислої електропроводки; відновлення електромережі в місцях її обриву; заміну запобіжників, автоматів, пікетників і т. п.

В обсяг поточного ремонту входить: ремонт несправних ділянок внутрішньоцехових мереж і джерел освітлення, у тому числі заміна електропроводки з ушкодженою ізоляцією, включаючи і в трубопроводах; перетяжка проводів, які мають неприпустимо велике провисання; ремонт муфт і воронки з долівкою у разі необхідності епоксиду або мастики. Капітальний ремонт містить повне переобладнання внутрішньоцехових електромереж та освітлення, включаючи відновлення всіх зношених елементів і установок.

В проводках, здійснених в сталевих трубах, частими ушкодженнями ізоляції проводів є місця підключення до обладнання. Ізоляція проводів може бути пошкоджена, якщо труби не окінцевані захисною ізоляційною втулкою або погано закріплені вивідний металорукав. В обох випадках за рахунок тертя ізоляції об гострі частини труби і металорукава ізоляція може бути порушена. Необхідно постійно стежити за збереженням електричного контакту трубопроводу, який створюється наявністю «дряпаючих» (заземлюючих) гайок у місцях введення труб в коробки і «перемичками», які приварюються до кінців труб при їхньому з'єднанні або виведення до обладнання.

Особливі вимоги пред'являються до трубопроводів, прокладених у вибухонебезпечних зонах. Ізоляційні (вініпластмасові) труби піддаються поломкам. Виявлені пошкоджені труби повинні бути або замінені, або захищені муфтами, якщо ділянки ушкодження незначні. Недоброякісні з'єднання і окінцювання проводів та кабелів обпресуванням, зварюванням та паянням можуть викликати пошкодження електромереж.

На внутрішньоцехових мережах перевіряють наявність пилу в коробках шинопроводів; стан контактних з'єднань; фактичні навантаження і ступінь нагрівання шин; забарвлення і міцність; кріплення короба і стан фарфорових ізоляторів (тріщини, сколи). При зварних шинах перевіряють наявність тріщин в місцях зварювання.

На трубних прокладках перевіряють якість забарвлення труб; їх окінцювання; якість з'єднання з протяжними і відгалуджувальними коробками; фактичні навантаження; стану місць приєднання, наконечників і контактних з'єднань.

У тросових і струнних проводках перевіряють надійність кріплення тросів; стан ізоляційних деталей натяжних пристроїв; якість кріплення проводів і приєднання світильників. Перевіряють стан заземлюючих пристроїв, цілісність заземлюючих ліній.

До числа ремонтних робіт в діючому цеху відносяться роботи по влаштуванню нових ділянок ліній до нових струмоприймачів; по заміні застарілих проводок більш прогресивними на окремих ділянках, які виконуються ремонтним персоналом підприємства.

У тросових і струнних проводках, де в якості троса використовують сталеву оцинковану або має лакофарбове покриття гарячекатаний дріт Ø 5-8 мм або троси Ø 3-6,5 мм, з метою недопущення їх пошкодження стежать за стрілою провисання, яка становить 100-250 мм, і її вибирають за довідником.

При оглядах і ремонті звертають увагу і перевіряють кріплення анкерів і натяжних пристроїв, які при ослабленні натягу троса підтягують, але не більше, ніж допускає встановлена для даного прольоту стріла провисання. Слід перевірити і в разі необхідності замінити ізоляційні деталі, що мають великі сколи та тріщини.

У разі появи корозії у натяжних пристроях тросів і струн відновлюють антикорозійне покриття та мастило натяжних пристроїв; усувають пошкодження проводок; перевіряють відгалуження і вводи в світильники. Роботи по ремонту тросових і струнних проводів проводять одночасно з оглядом і ремонтом світильників.

У мережах найбільш поширеними ушкодженнями є: обгорання наконечників, пошкодження кінцевих і з'єднувальних муфт, що виникають зазвичай після аварій в результаті неякісного монтажу, дефектів ізоляції кабелю або проникнення вологи.

Пошкоджений окінцьований наконечник жил видаляють за допомогою ножівки. Окінцьовані жили кабелю новим наконечником виконують одним з таких способів: електродугової, газової, термітної зварки, способом пайки і опресування, тими ж прийомами, як при монтажі.

Електроосвітлювальні установки після ремонту піддають ряду перевірок та випробувань. При цьому перевіряють опір ізоляції мережі робочого та аварійного освітлення і справність системи аварійного освітлення, відключаючи робоче освітлення не рідше одного разу на квартал; автомат аварійного перемикачів освітлення - один раз на тиждень в денний час; ізоляцію у стаціонарних трансформаторів на напругу 12-36 В – один раз на рік, а у переносних трансформаторів і ламп на 12-36 В – кожні три місяці; у переносних трансформаторів справність кожуха, а також надійність заземлення корпусу і обмотки нижчої напруги. Один раз на рік проводять люксометром фотометричні вимірювання освітленості в основних виробничих цехах, приміщеннях та основних робочих місцях з контролем відповідності потужності ламп проекту. Результати перевірок і оглядів оформляють актами, затвердженими головним енергетиком підприємства.

У міжремонтний період і після капітального ремонту згідно ПТЕ і ПТБ проводять такі випробування і перевірки: перевіряють опору ізоляції проводок цехових мереж і освітлення мегаомметром на напругу 1000 В і для кабелів 2500 В; перевіряють спеціальним мегаомметром опору заземлюючих пристроїв (заземлювачів); точними приладами вимірювання перевіряють опору петлі фаза-

нуль для найбільш віддаленого ділянки; у разі необхідності спеціальними індукційними пристроями уточнюють траси і глибини залягання кабелю; спеціальною установкою визначають місце і характер пошкодження кабелю; спеціальними термоматеріалами перевіряють температуру нагрівання жил проводів, кабелів, шин, шинопроводів в місцях контактів; перевіряють надійність з'єднання шин і окінцювання багатожильних проводів обпресуванням.

### ***3 Пошкодження і ремонт шинопроводів та електрообладнання силових і освітлювальних розподільних пунктів мереж і установок***

***Сучасні шинопроводи*** – досить надійний пристрій. Але в процесі експлуатації необхідно періодично очищати їх від пилу, який може призвести до зниження рівня ізоляції, до пошкодження і аварії. Пил видаляють пилососом або продуванням повітря при відкритих кришках. Необхідно стежити за нагріванням контактних з'єднань шинопроводів на силу струму 1000 А і більше термоіндикатором, не допускаючи їх перегріву.

Періодично перевіряють болтові з'єднання, не допускаючи надмірну затяжку, яка може призвести до погіршення контакту. Особливу увагу звертають на втичні контакти відгалужуючих коробок штепсельних з'єднань, які при необхідності зачищають тонким плоским напилком або наждаковим полотном середньої зернистості. Пошкодження ізоляції виявляють мегаомметром. Іноді окремі види пошкодження ізоляції шинопровода можуть бути виявлені шляхом марнотратства. Дефектну ділянку шинопровода ремонтують або на місці, або всю секцію демонтують і ремонт виконують у ремонтному цеху.

Надійними заходами, що забезпечують довговічність роботи електрообладнання та апаратів силових і освітлювальних пунктів, є технічне обслуговування та ремонт. Ці роботи передбачають: систематичний огляд апаратів; очищення від пилу і бруду; огляд і визначення стану розподільних шин, комутаційних проводів, контактних систем і ступінь їх нагрівання; стан електромагнітних систем, ізоляційних і інших елементів.

В результаті огляду встановлюють ступінь пошкодження і терміни ремонту. Як правило, все електрообладнання і апаратура ремонтуються в



ремонтних підрозділах, крім крупнорозмірних щитів, пультів і збірок. *Розподільні пристрої* (РП) – щити, пульти, щитки, пункти збирання - представляють собою, як правило, конструкції, що складаються з металевого каркаса, на якому встановлена апаратура, шини з ізоляційними опорами і дроти. Оболонку і дверку цих конструкцій виконують теж з металу.

**Ремонт РУ** – це в основному ремонт конструкцій без встановленої апаратури, ремонт, який проводять в майстернях. Пошкодження каркаса та огорожуючих конструкцій у вигляді вм'ятин випрямляють киянкою. Замки, петлі, рами у разі сильного пошкодження замінюють новими. Порушення забарвлення та наявність корозії усувають зачисткою і забарвленням. Ізоляційні опори (ізолятори) у разі пошкоджень (значні сколи) замінюють новими.

При ремонті забезпечується надійне заземлення всіх металевих конструкцій і приєднання нульової шини до затискача заземлення та перевіряється заземлення броні і оболонки кабелів і металевих труб. Перевіряють ущільнення дверцят, вводи проводів та кабелів; ретельно очищають від пилу і відновлюють забарвлення і написи.

## **Лекція №23**

**Тема:** Ремонт кабелів із свинцевою оболонкою та з полівінілхлоридною ізоляцією

**Мета:** ознайомитися з методами ремонту кабелів зі свинцевою і полівінілхлоридною ізоляцією та з технікою безпеки при ремонті кабельних ліній.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Ремонт кабелів із свинцевою оболонкою.
- 2** Ремонт кабелів з полівінілхлоридною ізоляцією.
- 3** Техніка безпеки при ремонті КЛ.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

**2** Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## *1 Ремонт кабелів із свинцевою оболонкою*

Необхідність ремонту кабельних ліній встановлюють на основі даних, отриманих при їх випробуваннях і оглядах. Особливість ремонту кабелів полягає в тому, що ремонтуючі кабелі після відключення можуть мати залишковий заряд; крім того, вони можуть розташовуватися поблизу діючих кабелів, що знаходяться під напругою. Все це вимагає від ремонтного персоналу великої уваги не тільки до особистої безпеки, але й до того, щоб не пошкодити поруч розташовані кабелі. Тому ремонтні роботи важливо проводити в мінімальні терміни, так як при цих роботах на лініях доводиться переходити на менш надійні тимчасові схеми електропостачання.

Ремонтні роботи на кабелях часто пов'язані з розкопками кабельних траншей. Щоб уникнути пошкоджень поруч розташованих справних кабелів та інших підземних комунікацій треба мати точні відомості про їх розташування. Після досягнення глибини, що дорівнює 0,4 м, розкопку дозволяється виконувати тільки лопатами. Застосування відбійних молотків, ломів та інших інструментів для розпушування ґрунту, починаючи з зазначеної глибини, категорично забороняється. Якщо при земляних роботах виявлені кабелі або будь-які інші підземні комунікації, роботи повинні бути припинені і про це повідомляється відповідальному за виконання робіт. Після розкопки кабелів слід подбати про те, щоб не допустити пошкодження муфт і кабелів. Для цього відкриті кабелі та муфти зміцнюють на дошці, яку підвішують до перекинутих через траншею брусів.

Основні роботи з ремонту кабелів зводяться до трьох видів: ремонт броньового покриву; ремонт свинцевої оболонки; ремонт муфт і кінцевих заробок.

При наявності місцевих руйнувань броні кабелів виявлений дефект усувають наступним чином. У місці руйнування броні залишок її знімають, обріз броні спаюють зі свинцевою оболонкою кабелю, яку після цього покривають антикорозійним складом (лаки на бітумній основі). У кабелів, прокладених в землі, броньовий і джутовий покриви в процесі експлуатації не ремонтують. Якщо виникає потреба в ремонті свинцевої оболонки кабелю, то необхідно встановити характер ушкодження.

У тому випадку, коли можливість пошкодження ізоляції кабелю і проникнення вологи всередину кабелю виключається, ремонт зводиться до відновлення свинцевої оболонки в пошкодженій її частини. Для цього із свинцю виготовляють свинцеву трубу відповідних розмірів (на 70-80 мм більше оголеною частини кабелю). Оголену ділянку кабелю поміщають в приготовлену свинцеву трубу, шов якої запаюють. Відремонтовану частину свинцевої оболонки покривають антикорозійним складом. У тому випадку, коли можливість попадання вологи всередину кабелю не можна виключити, паперову ізоляцію кабелю в дефектному місці необхідно перевірити на відсутність вологи. Для цього паперові стрічки ізоляції, зняті з кабелю в місці пошкодження, занурюють у парафін, нагрітий до 150 °С. При наявності в ізоляції вологи занурення ізоляції в парафін супроводжується потріскуванням і виділенням з неї піни. При встановленні факту проникнення вологи під свинцеву оболонку кабелю пошкоджену ділянку кабелю вирізають, а замість неї вставляють відрізок відповідної довжини і монтують дві сполучні муфти по обох кінцях вставленого відрізка. У більшості випадків дефектну сполучну муфту вирізають і замість неї монтують нову.

## ***2 Ремонт кабелів з полівінілхлоридною ізоляцією***

Ремонт пошкоджень полівінілхлоридного захисного шланга кабелю марки ААШа. Ремонт ушкоджень захисного шланга (пориви, задири, проколи тощо) проводять зварюванням під струменем гарячого повітря. При відкритому прокладанні кабелю ремонт шланга можна також робити підкладкою не менш ніж у два шари липкою полівінілхлоридною стрічкою з 50%-ним перекриттям і з промазкою полівінілхлоридним лаком.

Ремонт полівінілхлоридного шланга зварюванням в струмені гарячого повітря (при температурі 170-200 °С) обробляють із застосуванням зварювального пістолета з електричним підігрівом повітря або газоповітряним пістолетом. При цьому стиснене повітря підводиться з тиском  $0,99 \cdot 10^4 - 3,9 \cdot 04$  Па (0,1-0,4 кгс/см) від компресора, балона зі стисненим повітрям, переносного з ручним насосом. Як присадки при зварюванні застосовують полівінілхлоридний пруток діаметром 4-6 мм.

Перед зварюванням місця, що підлягають ремонту, очищають і знежирюють бензином, кабельним ножом вирізають сторонні включення і зрізають в місцях пошкодження шланга виступаючі краї.

Для ремонту проколів, невеликих отворів і раковин місце пошкодження в шлангу і кінець присадочного прутка прогрівають струменем гарячого повітря, потім струмінь відводять, пруток притискають і приварюють в місці розігріву. Після охолодження, переконавшись у міцності зварювання прутка шляхом легкого його посмикування, прутки відрізають.

Для ремонту шланга, що має щілини, прорізи і вирізи, кінець присадочного прутка приварюють до цілого місця шланга на відстані 1-2 мм від місця пошкодження. Переконавшись у міцності зварювання, направляють струмінь повітря так, щоб одночасно прогрівалися нижня частина присадочного прутка і обидві сторони прорізу або щілини. Приварку прутка закінчують на цілому місці шланга на відстані 1-2 мм від пошкодження. Потім ножом зрізають виступаючі поверхні прутка і вирівнюють зварений шов. Розриви шланга ремонтують із застосуванням полівінілхлоридних латок чи розрізних манжет. Латку виготовляють з пластикату так, щоб краї її на 1,5-2 мм перекривали місце розриву. Для ремонту шланга із застосуванням розрізної манжети відрізають шматок полівінілхлоридної трубки на 35-40 мм більше довжини пошкодженого місця, трубку розривають вздовж і надягають її на кабель симетрично до місця пошкодження.

### ***3 Техніка безпеки при ремонті КЛ***

Важлива умова забезпечення безпеки персоналу при ремонті кабелів – виконання робіт за нарядами і не менш як двома особами. Ремонтні роботи дозволяється проводити лише після всебічного відключення ремонтуємого кабелю, перевірки на його кінцях відсутності напруги і вивішування в місцях, звідки може бути подана напруга плакатів "Не вмикати – працюють люди».

При ремонті кабельних ліній доводиться іноді розрізати кабель або вскривати муфту. Такі роботи можна виконувати, переконавшись заздалегідь в тому, що кабель не знаходиться під напругою. Перевірку здійснюють спеціальним проколювачами, забезпеченим ізолюючою штангою. При ремонтних роботах в

кабельних спорудах (колекторах, тунелях, каналах і т. п.), а також при земляних роботах по розкопці кабельних трас в цих місцях може виникнути газ. Тому до початку робіт, користуючись спеціальним приладом, встановлюють відсутність шкідливих для дихання газів. При їх виявленні робітники не допускаються до робіт, поки газ не буде усунутий.

Щоб уникнути пожеж при ремонті кабелів розігрівати кабельну масу і заправляти бензином паяльну лампу дозволяється тільки поза кабельними спорудами. При випробуваннях силових кабелів постійним струмом підвищеної напруги від кенотронної установки її необхідно захистити і до початку випробувань видалити з місця робіт людей. Випробувальну установку перед включенням заземлюють. Приєднувати і випробувати кабелі слід в діелектричних рукавичках, стоячи на ізолювальній основі. Після закінчення випробування кабелів постійним струмом всі жили кабелю розряджають від накопиченого електричного заряду через обмежувальний опір, передбачений для цієї цілі в контрольних установках.

## Лекція №24

**Тема:** Перетяжка та регулювання проводів, заміна ізоляторів

**Мета:** ознайомитися з правилами ремонту, перетяжки та регулювання проводів, із заміною ізоляторів та з технікою безпеки при виконанні наведених робіт.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Перетяжка та регулювання проводів, заміна ізоляторів.
- 2 Ремонт металевих опор.
- 3 Техніка безпеки при ремонті ПЛ.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручники.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Перетяжка та регулювання проводів, заміна ізоляторів***

Для усунення в повітряних лініях (ПЛ) дефектів, виявлених при оглядах і перевітках, установлюють графік відключення ліній для проведення ремонту. В обсяг ремонтних робіт входять наступні роботи: заміна або поставка дерев'яних опор; заміна пасинків, стійок і траверс, а також повторна перевірка деталей опор; закладення тріщин у залізобетонних опорах; заміна або ремонт проводів; заміна ушкоджених ізоляторів і деталей лінійної арматур.

Ремонтні роботи на ПЛ зазвичай поєднують із капітальним ремонтом ліній, щоб скоротити перерви в нормальній електропостачанні промислових підприємств. Виключення допускаються в тих випадках, коли ремонтні роботи викликаються аварійним станом ліній. Внесення змін у конструктивну частину ПЛ при її ремонті може знизити надійність лінії, тому такі зміни попередньо погоджують із головним енергетиком підприємства.

При обриві проводів на ПЛ спосіб ліквідації вибирають залежно від характеру обриву. Якщо є повний обрив проведення або обрив значної частини з його жил, ліквідувати такий обрив можна за допомогою з'єднувача або вставки проведення відповідної довжини, тієї ж марки й перетину, що й ремонтований. У тому випадку, коли є обрив невеликої частини жил прямо на місці обриву накладають дротовий бандаж. Накладений бандаж перешкоджає подальшому розплетенню жил, але первісної міцності проведення не відновлює.

Зміна штирового ізолятора необхідна в тому випадку, коли виявляються ушкодженими його порцеляна або глазур. Незадовільний стан ізоляції штирового ізолятора, заміряної мегометром, також служить підставою для його зміни. Безпечніше всього замінити ізолятор при відключенні положенні ПЛ. Однак зміну ізолятора можна виконати й на лінії, що перебуває під напругою. Роботи в цьому випадку роблять із застосуванням ізолюючих пристосувань (сходів, телескопічних вишок і т.п.) і з дотриманням інших запобіжних заходів. Зміна штирового ізолятора на опорі проміжного типу починається зі звільнення старого ізолятора від в'язання, після чого його знімають зі штиря. Навернувши на новий ізолятор, що звільнився, штир, за допомогою дротового в'язання до нього прикріплюють проводи.



Для зміни штирового ізолятора на опорі з анкерним або кутовим кріпленням застосовують поліспасти. При анкерному кріпленні для зміни ізолятора потрібно попередньо за допомогою поліспасти стягти проведення, що перебувають у суміжних прольотах. При кутовому кріпленні проведення за допомогою поліспасти підтягують до траверси або стійки опори. Після встановлення нового ізолятора й закріплення на ньому проведення навантаження з поліспасти знімають. Зміну ізоляторів, що входять у гірлянди, на ПЛ при знятій нарузі зручно робити, перебуваючи на траверсі або стійці опори. За допомогою канату, перекинутого через нерухливий блок, проведення підтягують до траверси. Монтер, що перебуває на траверсі або стійці, розчіплює гірлянду й заміняє дефектний ізолятор новим.

## ***2 Ремонт металевих опор***

Найбільш характерним дефектом металевих опор є їхня корозія, що з'являється під дією на метал повітря й атмосферної вологи. Наявність у повітрі солей і кислот, характерне для атмосфери в зоні хімічних комбінатів, великих промислових підприємств і морських узбереж, сприяє посиленню корозії металу опор. Розвиток корозії із часом приводить до зменшення перетину металевих елементів конструкції опор, до зниження її несучої здатності й поломці опор.

Пошкодження металевих опор може бути викликане неякісним з'єднанням елементів конструкції – дефектами зварювання, клепки або складання на болтах, тому потрібен ретельний контроль на заводах якості виготовлення опор. Дефектами зварювання, що приводять до відриву окремих елементів від конструкції опор (особливо при температурі повітря нижче  $-40^{\circ}\text{C}$ ), є недостатня висота зварених швів. У практиці відбувається відрив куточків ґрати від поясів опори, вушок з гірляндами ізоляторів від траверс опор і інших елементів, що випробовують значні навантаження.

При ремонті зварених конструкцій і місцевих ушкоджень поясів опор заздалегідь заготовляють відрізки металу того ж профілю й тієї ж марки сталі необхідною довжини, якими й роблять заміну ушкодженого ділянки після його видалення. Відрізки, що накладаються, з'єднують із поясами або іншими елементами опор зварюванням і в рідких випадках на болтах.

У тих випадках, коли окремі елементи опори (траверси, відтягнення, тросостійки й т.п.) мають значні ушкодження, їх заміняють цілком. Після ремонту ретельно оглядають зварені шви вузлів і накладок: виявлені тріщини заварюють. Заварені місця, накладки й інші знову встановлені деталі очищають від окалини, корозії, бруду й ретельно офарблюють. У процесі експлуатації можливі механічні ушкодження залізобетонних опор (тріщини, відколи, руйнування захисного шару бетону).

Залежно від характеру дефектів опор роблять наступні види ремонту: покриття поверхні опор полімерцементними фарбами або розчинами; закладення раковин і відколів полімерцементними розчинами; посилення залізобетонних опор бандажами. Для підйому на залізобетонні опори можуть бути використані телескопічні вишки, гідропідйомники, спеціальні лази й сходи.

### ***3 Техніка безпеки при ремонті ПЛ***

Усі роботи з ремонту опор і ПЛ проводяться в строгій відповідності з вимогами Правил техніки безпеки при експлуатації повітряних ліній електропередачі.

Роботи на лініях з точки зору безпеки є особливо складними по наступних причинах:

1) робоче місце (місце провадження робіт) щодня, а іноді кілька раз у день змінюється;

2) робоче місце завжди віддалене від ремонтно-виробничої бази, що утрудняє контроль, за дотриманням правил техніки безпеки з боку інженерно-технічного персоналу;

3) роботи на лініях, що перебувають під напругою, пов'язані з дотриманням особливої обережності через безпосередню близькість від працюючих на опорах до проводів і деталей, що перебувають під напругою;

4) при роботах на відключених лініях необхідні ретельна перевірка відсутності напруги й установка заземлень на проведенні ліній;

5) роботи, як правило, пов'язані з підйомом на опори на більшу висоту;

б) лінійні бригади на місці робіт самостійно здійснюють допуск до виконання робіт і визначають місце роботи. У зв'язку із цим від кожного члена бригади потрібна особлива увага й строге виконання всіх вимог техніки безпеки.

Роботи на ПЛ із погляду заходів безпеки розбиваються на наступні три категорії: роботи на відключених лініях удалині від інших діючих ліній; роботи на відключених лініях поблизу діючих ліній напругою понад 1000 В; роботи на лініях, що перебувають під напругою.

До робіт під напругою допускаються спеціально навчені й допущені комісією монтери, що мають високу кваліфікацію. При виконанні зварювальних робіт на лініях необхідно уважно стежити за тим, щоб іскри не потрапили на бавовняний або капроновий канат монтерського пояса, за допомогою якого монтер кріпиться до конструкції опори.

Будь-яка робота на діючій лінії проводиться при обов'язковому дотриманні наступних умов: на виробництво роботи повинне бути видане розпорядження (письмово або усно) особи, уповноваженої на це; робота на лініях повинна проводитися не менш ніж двома особами, за винятком робіт без підйому на опору й з підйомом на опору не понад 3 м від рівня землі, не пов'язаних з розбиранням конструктивних елементів опори; повинні бути виконані організаційні й технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт.

Перед тим як почати ремонтні роботи, необхідно на місці робіт перевірити показчиком напруги, укріпленим на ізолюючій штанзі, чи дійсно лінія знеструмлена й заземлити її. Про відсутність напруги на ПЛ можна судити по тому, що наближення до проводів показчика напруги не супроводжується появою іскор і тріску. Переконавшись у тому, що з лінії напруга дійсно знята, її заземлюють. Для заземлення ПЛ заземлюючий провідник приєднують спочатку до заземлювача й лише після цього прикріплюють до повітряних проводів за допомогою спеціальних затисків. По закінченню робіт накладений на проведення заземлювач повинен бути знятий. Ця операція здійснюється у зворотному порядку: спочатку заземлюючий провідник знімають із проводів лінії й лише після цього його від'єднують від заземлювача.

При виконанні ремонтних робіт на ПЛ стежать за тим, щоб під опорою, на якій ведуть роботи, не перебували люди (на випадок падіння зверху якого-небудь предмета). У випадку наближення грози на ремонтваній лінії можуть виникнути напруги, що загрожують ремонтному персоналу. У цьому випадку роботи повинні бути припинені, а ремонтний персонал виведений за межі траси.

## Лекція №25

**Тема:** Ремонт трансформаторів та електроустаткування підстанцій. Загальні питання.

**Мета:** ознайомитися з призначенням трансформаторів, основними видами їх несправностей та з технікою безпеки при ремонті ТР та електроустаткування підстанцій.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Призначення та будова трансформаторів.
- 2 Основні види несправностей трансформаторів.
- 3 Техніка безпеки при ремонті ТР та електроустаткування підстанцій.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## ***1 Призначення та будова трансформаторів***

Трансформатор призначений для перетворення (трансформації) електричної енергії однієї напруги в електричну енергію іншого. Широке застосування знайшли силові трансформатори для підвищення напруги (повысительные) на електростанціях і для зниження напруги на підстанціях. Крім того, виготовляють спеціальні трансформатори, застосовувані для плавки й зварювання металу. Поширено трансформатори для виміру високих напруг і більших струмів.

Залежно від рівня напруги й потужності розрізняють трансформатори масляні й сухі. По конструкції вони розділяються на однофазні й трифазні.

Трансформатори – це найпоширеніші пристрої в сучасній електротехніці. Трансформатори великої потужності становлять основу систем передачі електроенергії від електростанцій у лінії електропередачі. Вони підвищують напругу змінного струму, що необхідно для економної передачі електроенергії на значні відстані. У місцях розподілу енергії між споживачами застосовують трансформатори, що знижують напругу до необхідних для споживачів значень. Поряд із цим, трансформатори є елементами електроустановок, де вони здійснюють перетворення напруги живильної мережі до значень необхідних для роботи останніх.

Трансформатором називається статичний електромагнітний пристрій, що має дві або більше обмотки зв'язаних індуктивно, і призначені для перетворення за допомогою електромагнітної індукції однієї або декількох систем змінного струму в одну або кілька інших систем змінного струму. Обмотку, приєднану до живильної мережі, називають первинною, а обмотку, до якої приєднується навантаження – вторинної. Звичайно всі величини, що ставляться до первинної обмотки трансформатора позначають індексом 1, а стосовні до вторинного – індексом 2.

Первинну обмотку трансформатора приєднують до живильної мережі змінного струму. Струм первинної обмотки має активну й індуктивну тридцятилітні. При розімкнутій вторинній обмотці, внаслідок дії індуктивної тридцятилітнього струму, виникає магнітний потік, що намагнічує сердечник. Активна тридцятилітній струму визначається втратами, що виникають, у місцях

стали, при перемагнічуванні сердечника. Найбільша частина потоку зчепленого з первинною обмоткою, зчеплена також з усіма обмотками фази і є потоком взаємоіндукції між обмотками, або головним робітником потоком. Інша частина повного потоку зчеплена не з усіма витками первинної й вторинної обмоток. Її називають потоком розсіювання.

Електрорушійна сила обмотки пропорційна числу її витків. Відношення ЕДС первинної й вторинної обмоток називається коефіцієнтом трансформації, що пропорційний відношенню чисел витків первинної й вторинної обмоток.

Трансформатори мають магнітопроводящие сердечники й струмопровідні обмотки. Для кращого охолодження сердечники й обмотки потужних трансформаторів поринають у бак, наповнений маслом. Сердечники трансформаторів складаються зі стрижнів, на яких розміщуються обмотки, і ярем, які служать для проведення потоку між стрижнями. Розрізняють два види сердечників: стрижневий і броньовий.

Броньовий сердечник має розгалужену магнітну систему, внаслідок цього потік у ярмі становить половину від потоку стрижня, на якому розташовані обмотки.

Трифазні трансформатори виконуються звичайно стрижневими. Їхні сердечники складаються з розташованих в одній площині трьох стрижнів, з'єднаних ярмами. Магнітна система таких трансформаторів трохи несиметрична, тому що магнітна провідність потоку крайніх стрижнів і середнього - є неоднаковою.

Внаслідок зміни потоку, у контурах стали сердечника індуктується ЕДС, що викликає вихрові потоки, які прагнуть замкнути по контурі стали, розташованому в поперечному перерізі стрижня. Для зменшення вихрових струмів, сердечники трансформатора набираються з ізолюваних прямокутних пластин електротехнічної сталі товщиною 0,5мм або 0,35мм. Для зменшення зазорів у місцях стиків, шари сердечника, набрані різними способами, чергуються через один. Після складання, аркуші верхнього ярма виймаються й на стрижнях установлюються обмотки, після чого ярмо знову заштыховується. Аркуші

сердечника ізолюються лаком або папером, що має товщину 0,33мм, і стягаються за допомогою ізольованих шпильок.

У більшості випадків у трансформаторах електропередач застосовуються так звані концентричні обмотки, що мають вид розміщених концентрично порожніх циліндрів. Звичайно ближче до сердечника розміщується обмотка нижчої напруги, що вимагає меншої товщини ізоляції сердечника.

По способі охолодження трансформатори розділяються на масляні, обмотки яких занурені в масло й сухим, охолоджуваним повітрям. Потужні силові трансформатори мають масляне охолодження. Трансформатор у більшості випадків не є твердим тілом, а містить велика кількість рідкого масла, що значно впливає на теплопередачу.

У більшості випадків у трансформаторах електропередач застосовуються так звані концентричні обмотки, які мають вигляд розміщених концентрично повних циліндрів (одна в іншій). Звичайно ближче до сердечника розміщується обмотка нижчої напруги, що вимагає меншої товщини ізоляції сердечника.

У трансформаторах потужністю до 560 кВ·А концентрическая обмотка виконується по типу циліндрической обмотки, а в більшості випадків має два шари. Шари обмотки виконуються з провідника круглого або прямокутного сечення. Провід намотується впритык по винтовій лінії вздовж образуючої циліндра.

У трансформаторах більшої потужності концентрична обмотка нижчої напруги виконується по типі гвинтовий, у якій між двома сусідніми по висоті витками залишається канал.

У трансформаторах на напругу 35 кВ і більше застосовують концентричну обмотку, виконану по типі безперервної, у якій, на відміну від гвинтовий, кожний виток складається з декількох концентрично намотаних витків обмотки. Котушки цієї обмотки намотуються безупинно одним проведенням без пайки. При впливі осьових стискальних зусиль, що виникають при раптових коротких замиканнях, найбільш надійними є безперервні обмотки.



## ***2 Основні види несправностей трансформаторів***

### Основні види ушкоджень і поточний ремонт трансформаторів.

Найбільша кількість ушкоджень спостерігається в пристроях обмоток, головної й поздовжньої ізоляції, уведенень і перемикачів.

Трансформатор, що надійшов у ремонт, оглядають. Знайомляться з експлуатаційно-технічною документацією, звертаючи особливу увагу на відомість про роботу й дефекти трансформатора в експлуатації, результати попереднього ремонту й особливі вимоги, пропонувані замовником.

При зовнішньому огляді можуть бути встановлені деякі несправності трансформатора: поверхнєве перекриття; пробій або руйнування ізоляторів, уведення, здуття бака, що утворилося внаслідок механічних зусиль усередині трансформатора при його аварії; порушення швів бака або ущільнень, наявність і течі масла; несправності роботи маслоуказателя, зливального крана й інші дефекти.

Визначення основних фізико-хімічних властивостей трансформаторного масла. У випадку відсутності паспортних даних трансформатора, що надійшов у ремонт, необхідно провести випробування трансформаторного масла на основні фізико-хімічні властивості.

Масло для випробування відбирають зі спеціально передбаченого крана в чистий сухий скляний посуд, попередньо злив 2 – 3 л масла й обполоскавши їм посуд. Масло випробовують на пробій на спеціальній установці. Для трансформаторів з номінальною напругою до 15 кВ пробивна напруга повинне бути не менш 25 кВ за умови виконання шести проб. Проводять скорочений хімічний аналіз для перевірки відповідності їх наведеним у таблиці.

Вимір опору ізоляції обмоток. Виміру виконують мегаомметром 1000У. Для двухобмоточних трансформаторів вимірюють опір ізоляції між обмоткою ВН і баком при заземленій обмотці НН, між обмоткою НН і баком при заземленій обмотці ВН, між з'єднаними між собою обмотками ВН і НН і баком. Опір ізоляції при 10В повинне бути в межах 800 - 600 Мом.

Визначення коефіцієнта трансформації. Коефіцієнт трансформації визначають методом двох вольтметрів. На уведення НН подають напруга порядку 100 - 400 У. За допомогою вольтметрів V1 і V2 вимірюють по черзі напругу на всіх

щаблях напруги обмоток ВН і НН. Вольтметр V2 приєднується через трансформатор напруги. Визначають коефіцієнт трансформації для всіх фаз і щаблів. Припустиме відхилення коефіцієнта від розрахункового повинне бути – 0,5%, відхилення по фазах 1 – 2%.

Визначення групи сполуки обмоток. Визначення групи виконують методом двох вольтметрів V1 і V2. Уведення А и а випробуваного трансформатора з'єднують. До однієї з обмоток підводять напругу 220 У и вимірюють по черзі напруги між уведеннями в-в, з і з-в. По обмірюваних напругах і отриманих коефіцієнтах трансформації по довідкових таблицях знаходять групу сполуки обмоток.

Випробування міцності ізоляції між обмотками ВН і НН і кожної з них щодо бака. За допомогою автотрансформатора Т1, підключеного до мережі змінного струму промислової частоти 50 Гц, плавно піднімають напруга трансформатора Т2 до 35 кВ для масляних трансформаторів і 23 кВ для сухих з номінальною напругою 10 кВ. Якщо протягом 1 м не спостерігаються потріскування або перекриття, стрілки вольтметра й амперметра не змінюють своїх показань, плавно знижують напругу до нуля й уважають, що трансформатор витримала випробування.

Якщо в результаті огляду й наведених вище випробувань ушкодження активної частини трансформатора встановлені, приступають до її огляду.

Трансформатор установлюють під гак піднімального механізму так, щоб гак перебував над центром ваги трансформатора (перетинання осей кришки трансформатора), демонтують термометр і пробивний запобіжник, щоб не ушкодити їх при підйомі виймальної частини, відгвинчують болти, що кріплять кришку, послабляють кріплення ізоляторів і уведень, установлених на кришці.

Активну частину трансформатора піднімають після часткового зливу масла до рівня нижче ущільнювальної прокладки кришки в трансформаторах з розширником. Щоб уникнути появи вологи (роси) на кістяку й обмотках трансформатора, активну частину дозволяється піднімати тільки за умови, коли температура її дорівнює або вище температури навколишнього повітря.

Щоб не ушкодити обмотки, підйом рекомендується проводити вдвох, утримуючи стропи й кришку трансформатора, щоб магнітна система й обмотки не зачіпали за краї бака. Піднявши активну частину на 15-20 див, визначають рівень масла в трансформаторі й перевіряють, чи повністю були покриті маслом обмотки й відводи. Тільки після цього допускається повний спуск масла.

Піднявши активну частину трансформатора, оглядають неї. Перевіряють чистоту обмоток, звертаючи особливу увагу на канали між обмотками й муздратрактором. Тверді парафінові відкладення очищають протиральним дрантям або кистю, змоченими в бензині.

Почорнілі або підгорілі місця котушок свідчать про межвитковом замикання обмоток або пробої на корпус. Виявляють на дотик місця ослаблення витків. У цих місцях, як правило, ушкодженої виявляється ізоляція обмотки, що обвуглилася в результаті межвиткових замикань, не видимих із зовнішньої сторони. Перевіряють зовнішнім оглядом стан ізоляції, відсутність деформацій і зсувів обмоток або її витків, наявність ізоляційних прокладок, клинів, розпірок.

Ослаблення витків обмотки усувають попригоряти обмоток. Між зрівняльною і ярмовою ізоляціями забивають додаткові ізоляційні клини, виготовлені із сухого дерева, електрокартона або гетинаксу. Раскаливають ряд за поруч рівномірно по всій окружності. При цьому застосовують допоміжний брусок. Щоб її размоталить торці клинів, що забиваються, ударяють по дерев'яному бруску. Для невеликих трансформаторів попригоряти виконується ярмовими балками.

Мегаомметром 1000 В перевіряють відсутність обривів і опір ізоляції обмоток НН і ВН на корпус і між обмотками ВН і НН.

Перевіряють також надійність контактів кінців обмотки з уведеннями, місця пайок, ізоляцію шпильок і бандажів бесшпилечних трансформаторів, що стягають сталь муздратрактору.

При зовнішньому огляді звертають увагу на стан перемикачів. Одночасно оглядають бак, розширник, сполучні трубопроводи й ущільнення.

Якщо виявляються ушкодженими магнітна система або обмотки, трансформатор підлягає капітальному ремонту з розбиранням активної частини.

При ушкодженнях інших частин ремонт останніх роблять без повного розбирання трансформатора.

### ***3 Техніка безпеки при ремонті ТР та електроустаткування підстанцій***

Техніка безпеки становить частину загального комплексу заходів щодо охорони праці, що забезпечують здорові, раціональні й безпечні умови праці на виробництві.

У повний комплекс охорони праці, крім того, входять виробнича санітарія й трудове законодавство. Сюди ставляться певні норми освітленості на робочих місцях, вентиляція, розміри проходів між працюючим устаткуванням, пристрій шаф для зберігання спецодягу, душові й умивальники й інші умови поліпшення праці на підприємствах.

Повна безпека працюючих забезпечується й протипожежними заходами, які передбачені окремими правилами й вимогами.

Електромонтери-Ремонтники повинні твердо знати правила техніки безпеки при виконанні різних видів робіт. Доводиться працювати в умовах, коли мостові крани переміщують більші й важкі вантажі, перебувати в безпосередній близькості від електричних установок, від струму провідних частин їх, у цехах, де можливе виділення токсичних пар або з підвищеною пожежною небезпекою.

Робітники, що надходять на ремонтне підприємство, повинні пройти інструктаж із загальних правил техніки безпеки, правилам електробезпечності, поведження на робочому місці при ремонті електричного встаткування.

Робітники повинні знати інструкції з техніки безпеки ремонтних підприємств.

Забороняється перебуває під піднятим вантажем і на шляху його переміщення, проходити або пробігати поперед електрокарів, що рухаються, вагонеток, візків, перелізати через конвеєри , рольганги або підлазити під них, заходити за огороження машин і механізмів, стосуватися частин, що рухаються,2 устаткування.

У вечірній і нічний час двори, проходи й робочі місця повинні бути добре освітлені. У небезпечних зонах повинні бути вивішені попереджуючі або плакати, що забороняються.

Підприємство повинне мати кабінет по техніці безпеки, у якому відбиті всі вимоги, умови й приклади безпечної роботи.

Міри, що забезпечують електробезпечність. Електричні установки й пристрої повинні бути в повній справності, для чого відповідно до правил експлуатації їх потрібно періодично перевіряти. Неструмоведачі частини, що можуть бути під напругою в результаті псування ізоляції, повинні бути надійно заземлені.

Не дозволяється стосуватися електропроводки, клем, корпусів працюючих машин, апаратів і електричних шаф.

Забороняється проводити роботи або випробування електричного встаткування й апаратури або їхніх вузлів, що перебувають під напругою, при відсутності або несправності захисних засобів, блокування огорожень або заземлюючих ланцюгів. Для місцевого переносного висвітлення повинні застосовуватися спеціальні світильники з лампами на напругу 12 У. Користуватися несправним або неперевіреним електроінструментом (електросверлилками, паяльниками, зварювальними й іншими трансформаторами) забороняється. У приміщеннях з підвищеною небезпекою від поразки електричним струмом (сирі, зі струмопровідними підлогами, з установками ВН курними) роботи повинні виконуватися з особливими обережностями.

Велике значення приділяється захисним засобам. До них ставляться діелектричні рукавички, боти, коврики, що ізолюють ручки інструмента.

Протипожежні заходи. Причинами пожежі, як правило, є: робота з відкритим вогнем, несправності електричних пристроїв і проводок, паління й недотримання пожежної безпеки.

Всі цехи повинні бути забезпечені протипожежним інвентарем і вогнегасниками. Робітники повинні вміти користуватися ними при пожежі.

Курити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях.

Забороняється витирати спецодяг бензином, ацетоном і іншими легкозаймистими рідинами.

Пролиту горючу рідину негайно забирають. Використані обтиральні матеріали зберігають у спеціально відведених ящиках із щільно, що закриваються кришками.

У випадку виникнення пожежі або загоряння приймаються негайні заходи для його ліквідації, і одночасно повідомляється в найближчу пожежну частину.

## Лекція №26

**Тема:** Розборка ТР та окремих його елементів. Зборка та випробування силових ТР

**Мета:** ознайомитися з особливостями ремонту трансформаторів, з правилами його розборки та зборки.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Особливості технології ремонту трансформаторів.
- 2 Розборка трансформаторів та окремих його елементів.
- 3 Зборка та випробування трансформаторів.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Особливості технології ремонту трансформаторів*

Умови розкриття трансформаторів. Незалежно від типу й призначення трансформаторів основні технологічні операції при ремонтах загальні. Якщо при виробництві трансформаторів на заводі основними операціями є виготовлення частин і їхнє складання, то при ремонті – їхнє розбирання, огляд, відбраковування, контроль і складання. При розбиранні й огляді деталей і частин визначають їхню придатність або можливість використання. При ремонті відновлюють або заміняють частини. Збирають трансформатори в послідовності, зворотному розбиранню. На кожній операції проводять перевірку, виміри й випробування зібраних частин.

Технологічні операції й прийоми при ремонті визначаються внутріщевими інструкціями; вони аналогічні заводськими або максимально до них наближені. Строге дотримання технологічної дисципліни й правил, передбачених інструкціями, є неодмінною умовою високої якості ремонту й мінімальних витрат засобів і часу. Змінити технологію можна тільки в тому випадку, якщо при цьому підвищується якість і знижуються витрати праці. Більша роль у цьому належить раціоналізаторам і винахідникам. Однак усяку технологічну зміну погоджують із керівниками, відповідальними за ремонт, уводять їх і оформляють документально. Велике значення надають умовам розкриття активної частини трансформатора при середньому ремонті, коли трансформатор виводять у ремонт на короткий строк.

Зазвичай трансформатори, що перебувають в експлуатації, не зволожені й в об'єм середнього ремонту сушіння активної частини не входить. Для контролю стану ізоляції після відключення й висновку трансформатора в ремонт (до розкриття) і після ремонту спеціальними приладами роблять виміри й визначають характеристики, по яких судять про якість ізоляції.

Для запобігання зволоження ізоляції при розкритті (розгерметизації) масляних трансформаторів уживають ряд мір:

1) активну частину допускається тримати поза маслом (на повітрі) не більше встановленого нормами часу (таблиця 6.1). Цей час може бути збільшене вдвічі в порівнянні із зазначеним у табл. 2, якщо температура навколишнього повітря вище 0?3, а вологість нижче 80%;



2) трансформатор може бути розкритий тільки в тому випадку, якщо температура активної частини дорівнює або вище температури навколишнього повітря. Якщо ж вона нижче, то до розкриття трансформатор витримують протягом часу, необхідного для вирівнювання температур, або активну частину нагрівають. Така вимога пояснюється тим, що при зіткненні з холодною і активною частиною волога, що втримується в теплом повітрі, конденсується на поверхні активної частини й воложить ізоляцію;

3) температура активної частини, що перебуває поза маслом, повинна перевищувати температуру точки роси навколишнього повітря не менш чим на 5°C. Незалежно від перерахованих умов температура активної частини при розкритті трансформатора повинна бути не нижче 10°C. Для забезпечення цих умов трансформатор нагрівають.

Температуру точки роси визначають по таблицях. Якщо вологість навколишнього повітря вище 85%, розкриття активної частини трансформатора допускається тільки в приміщенні, у якому створені необхідні умови.

Таблиця 6.1 – Найбільша припустима тривалість перебування активної частини трансформатора на повітрі

| Характеристика трансформатора  | Тривалість перебування активної частини на повітрі., год (не більше) |       |          |                            |
|--|--|-------|----------|----------------------------|
|  | при температурі вище 0 °С і відносній вологості повітря, %           |       |          | при температурі нижче 0° С |
|  | до 65  | 65–80 | белее 80 |                            |
| Трансформатори напругою до 35 кВ включно, потужністю менш 10 000 кв-а  | 24   | 16    | 12       | 12                         |
| Трансформатори напругою 35 кВ, потужністю 10 000 кв-а й більше й всі трансформатори напругою 110 кВ і більше | 16   | 12    | 8        | 8                          |

Температуру активної частини вимірюють термосигналізатором або термометром, установлюваним на верхнім ярмі через люк у кришці. Не можна користуватися ртутним термометром. Температуру верхніх шарів масла вимірюють

термометром, що встановлюють у спеціальну гільзу на кришці. Відносну вологість повітря вимірюють психрометром або двома термометрами, один із яких воложать змоченою ватою. За показниками зволоженого термометра й різниці показань сухого й зволоженого термометрів знаходять вологість повітря у відсотках, користуючись психрометричною таблицею.

У цей час розроблена й застосовується більше передова технологія захисту ізоляції трансформатора від зволоження при розгерметизації й зливі масла, що виключає необхідність його нагрівання перед розкриттям і заснована на подачі в бак трансформатора глибокоосушеного повітря з відотною вологістю 20% і нижче. Такий технологічний процес не вимагає намотування на бак індукційної обмотки або подачі на обмотку постійного струму, дозволяє подовжувати час перебування активної частини поза маслом до 100 годин, забезпечує пожаробезопасність. Глибокоосушене повітря одержують у спеціальних установках, постачених цеолитовими адсорберами й підігрівником повітря. Установа може бути використана й для підсушування ізоляції трансформатора.

## ***2 Розборка трансформаторів та окремих його елементів***

Для розбирання трансформатор доставляють на ремонтну площадку й установлюють під гаком піднімального механізму. Розширник і радіатори трансформаторів III габариту й більше демонтують на місці їхньої установки. При великому об'ємі ремонту їх доставляють у майстерню. До розбирання трансформатор ретельно оглядають зовні й виявляють зовнішні несправності: текти масла, механічні ушкодження бака й розширника, відколи й тріщини на порцелянових уведеннях; оцінюють стан армировочної замазки й фланців уведень, ущільнень; переконуються в справності пробивного запобіжника, маслоуказателя й термометра. Виявлені дефекти заносять у відомість технічного стану трансформатора. Після цього, користуючись викруткою й гайковим ключем, демонтують термометр, термометричний сигналізатор, пробивний запобіжник, ланцюги сигналізації й захисту. При демонтажі термосигналізатора шланг капіляра обережно змотують у бухту, не роблячи різких вигинів.

Далі очищують зовнішню поверхню трансформатора. При сильному забрудненні її очищують металевими шкребками, щітками й серветками, змоченими в розчиннику. Залежно від висоти трансформатора цю роботу виконують із підлоги або з риштування й волосіней. Іноді до розбирання очищують тільки кришку, а іншу поверхню очищують паралельно з ремонтом активної частини. Якщо в результаті огляду й очищення трансформатора виявляється просочування масла у зварених швах, фланцях або інших місцях, для більше повного визначення дефекту трансформатор піддають надлишковому тиску масляного стовпа. Потім частково або повністю зливають масло.

Якщо в день демонтажу зовнішніх пристроїв і розкріплення кришки активну частину з бака не виймають, масло зливають до рівня верхнього ярма так, щоб ізоляція й обмотки залишилися в маслі. Цим скорочують час перебування активної частини на повітрі. Якщо ремонт активної частини й бака намічено закінчити за один прийом або активну частину потрібно сушити, масло зливають повністю через нижній кран бака за допомогою насоса. У трансформаторів I і II габаритів масло звичайно спускають самопливом. Мاستилопроводами при зливі служать гумові шланги або металеві труби діаметром 30 – 50 мм.

Якщо масло придатне для подальшої експлуатації, його зливають у чистий бак з-під трансформаторного масла або в спеціально підготовлений бак з герметично, що закривається люком. Браковане масло зливають у тару для брудного масла.

Для розкриття активної частини трансформатор установлюють так, щоб вісь гака піднімального механізму проходила через центр ваги трансформатора. У цьому випадку при підйомі й опусканні активна частина не зачіпає за стінки бака. Після цього відгвинчують гайки й болти пристроїв, розміщених на кришці, використовуючи двосторонні ріжкові, торцеві й розвідні гайкові ключі. Найбільш уживаними є ріжкові, що мають із кожної сторони зев, що відповідає стандартній голівці болта або гайці. Найбільше часто вживані стандартні розміри двосторонніх гайкових ключів і відповідні їм розміри болтів наступні:

- розміри ключа, мм. 14 17 19 22 24 27 39 32 36 41 46 56 65 75 80 85
- діаметр болта, мм... 8 10 12 14 16 18 20 22 24 27 30 36 42 48 52 56

Розвідні ключі розділяють по номерах від 1 до 6. Перший номер має розчин губок до 19 мм, другий до 30 мм, третій до 36 мм, четвертий до 41 мм, п'ятий до 46 мм і шостий до 50 мм. Трудомісткість робіт при відгвинчуванні й загвинчуванні болтових сполук значно зменшується із застосуванням пневматичних гайковертів.

Розкріплення болтових сполук трансформаторів, що не мають розширника, запобіжної труби й іншої арматур, починають із рознімної сполуки кришки з баком. У трансформаторів, на кришці яких змонтовані ці пристрої, розкріплення й демонтаж починають із них. Спочатку демонтують газове реле, потім запобіжну трубу й розширник. Для демонтажу газового реле з кожної його сторони відгвинчують по чотирьох болта. При цьому реле підтримують рукою або підкладають під нього дерев'яну підкладку. Звільнивши болти, корпус реле переміщують паралельно фланцям і знімають його. Отвору реле закривають тимчасовими глухими фланцями з електрокартона, які закріплюють болтами, що звільнилися. Реле обережно укладають на стелаж або відразу відправляють в електролабораторію для перевірки й випробування.

Запобіжну трубу в великогабаритних трансформаторів демонтують два чоловіки: один, коштуючи на кришці, підтримує її, іншої відгвинчує гайки, що кріплять нижній фланець і сталеву штангу або кронштейн. Після цього трубу піднімають і за допомогою прядив'яного або сталевого струпа опускають долілиць. Розширник демонтують у наступному порядку: від'єднують від нього мастилопровід, що йде до газового реле; закривають скло маслоуказателя тимчасовим щитком з дошки або фанери, прив'язуючи його до арматур маслоуказателя; строплять розширник прядив'яним або сталевим стропом залежно від маси; відгвинчують кріплення кронштейнів розширника до бака й опускають його на підлогу. У великих трансформаторів розширники постачені спеціальними кільцями для стропування. Такі розширники знімають вантажопідйомним механізмом. В умовах підстанцій для цих цілей часто застосовують автокран.

Щоб бруд і волога не потрапили в бак трансформатора й розширник, всі отвори на кришці й у розширнику закривають глухими фланцями. Для ущільнення використовують старі гумові прокладки. Демонтажні роботи на кришці роблять із великою обережністю, щоб не розбити порцелянові уведення, скла маслоуказателя

й газового реле. Далі відгвинчують болти, що кріплять кришку. Цю операцію роблять двома ключами: одним відгвинчують гайку, розташовану під бортом кришки, іншим утримують голівку болта від провертання. Якщо болти заіржавіли й важко піддаються відгвинчуванню, їх попередньо змочують гасом. Після витягу болтів з отворів їх укомплектовують шайбами й гайками, укладають у цебра або ящики й змочують гасом.

Черговою найбільш відповідальною технологічною операцією є стропування активної частини й виїмка її з бака. Для стропування на крищі трансформатора є рими, наварнені на виступаючі із кришки піднімальні шпильки, закріплені на ярмових балках верхнього ярма. Трансформатори потужністю до 400 кв-а звичайно мають два піднімальних рими, більшої потужності чотири. На рими й гак піднімального механізму надягають петлі стропів. В отвори римів вставляють спеціальні сталеві валики.

Щоб піднімальні шпильки не изгибались, вибирають стропи відповідної довжини й рими загортають до щільного прилягання до площини кришки. Потім піднімальним механізмом обережно піднімають кришку й пов'язану з нею активну частину. При цьому стежать, щоб валики й 'стропи не вийшли із зачеплення з римами й стропи були однаково натягнуті.

Як тільки кришка відділиться від борта бака й активна частина виявиться піднятою, підйом припиняють і дивляться, чи не змістилася кришка, а разом з нею й активна частина стосовно первісного положення в баку. Якщо активна частина піднімається з перекосом і є небезпека зачіпання за бак, неї опускають на місце й знову перевіряють правильність стропування, тобто чи однакові довжини стропів і чи правильно положення гака щодо центра ваги трансформатора.

Щоб упевнитися в справній роботі піднімального механізму і його гальм, активну частину піднімають на 100 – 200 мм, кілька хвилин тримають у висячому положенні й опускають на дно бака.

Потім активну частину виймають до рівня, зручного для промивання її над баком. Перед промиванням її оглядають, звертаючи увагу на місця відкладення шламу й забруднення в обмотках, на активній сталі й у каналах. Активну частину промивають струменем теплого чистого масла з гумового шланга. Промивання

починають зверху і йдуть поступово долілиць у міру підйому активної частини. Намагаються ретельно промивати масляні канали обмоток і магнітної системи, а також інші доступні для промивання частини трансформатора. Після закінчення промивання й стоку масла активну частину повністю виймають; при цьому нижня її частина повинна бути на 50 – 60 мм вище рами бака.

Якщо піднімальний пристрій має горизонтальне переміщення, активну частину транспортують на задалегідь підготовлену площадку й опускають на дерев'яні бруски, розміщені в листі; якщо не має, бак відсувають убік і на його місце ставлять лист 1 (рисунок 6.1), у який встановлюють активну частину 2.

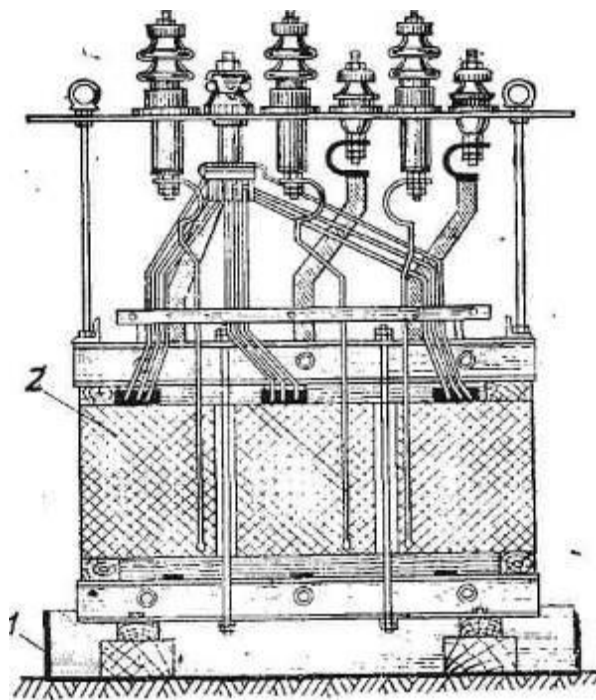


Рисунок 6.1 – Установка активної частини для ремонту (вид з боку ВН)

1-лист; 2-активна частина

При ремонті в заводських умовах активну частину опускають на площадку, у якій є решітка для стоку залишків масла в маслосборный бак. При установці активна частина повинна займати стійке вертикальне положення й не мати перекосу. Далі звільняють стропи й приступають до ремонту активної частини, кришки бака й інших частин трансформатора. Звичайно активну частину й бак ремонтують одночасно з таким розрахунком, щоб бак не затримав установку активної частини й заливання її маслом.

### 3 Зборка та випробування трансформаторів

Після того як відремонтовано всі деталі, приступають до складання трансформатора. На стержні магнітопровода насаджують відремонтовані обмотки – спочатку обмотки НН, потім обмотки ВН. На рисунку 6.2 показана послідовність насадки обмоток. Після насадки обмоток приступають до шихтовки верхнього ярма. Відповідальною операцією є пресування всієї виймальної частини. Вертикальними стяжними-шпильками стискають ярмові балки і тим самим осаджують обмотку. Ударами молотка через фіброву прокладку осаджують листи сталі верхнього ярма. Сталевим оправленням виправляють отвори верхнього ярма для стяжних шпильок, при цьому вставляють бакелітові трубки і стяжними шпильками пресують верхнє ярмо.

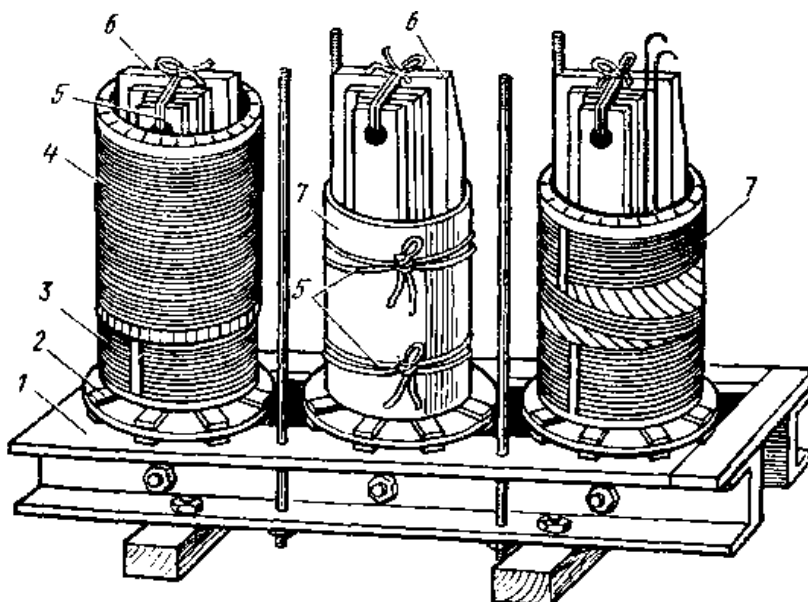


Рисунок 6.2 – Насадка обмоток трансформатора

1 – заземлювальна ізоляція, 2 – якірна ізоляція, 3 – обмотка НН, 4 – обмотка ВН, 5 – тимчасова бавовнянопаперова стрічка, 6 – стержень, 7 – м'який циліндр

Після складання виймальної частини виконують серію попередніх випробувань. Далі проводять заготівлю, установку, з'єднання, паяння, ізолювання і кріплення відводів. Відводи з кінцями обмоток з'єднують зварюванням або паянням. Пайку проводів перерізом до 30-40 мм<sup>2</sup> краще виконувати електричним паяльником. Провід більшого перерізу паяють спеціальними кліщами мідно-

фосфористим припоєм. Кліщі приєднують до понижувального трансформатора на низьку напругу (12-24 В) потужністю 1-1, 5 кВт. Повністю зібрану виймальну частину трансформатора сушать, оскільки вона має багато ізоляційних деталей, які в процесі зберігання і збірки можуть зволожуватися.

Існує кілька методів сушіння виймальної частини трансформаторів, але найбільш поширеним і доступним в ремонтній практиці є спосіб індукційного нагріву. При цьому способі на зовнішні стінки бака, попередньо утеплені азбестом, намотують ізольований провід (рисунок 6.2). Необхідна кількість витків визначають розрахунком чи досвідом. По обмотці пропускають струм розрахункової величини при певній напрузі.

Для циркуляції в баку нагрітого повітря на кришці встановлюють витяжну трубу висотою 1,5-2 м, а внизу бака відкривають один з отворів. Температура контролюється термометрами. Сушку ведуть безперервно. Періодично заміряють опір ізоляції обмоток, і якщо воно протягом 6-8 год не змінює свого значення при постійній температурі в баці 105 °С, то сушку вважають закінченою. Відремонтований і висушений трансформатор піддають випробуванням, кінцевою метою яких є перевірка якості ремонту, правильності складання та відповідності технічних характеристик зібраного трансформатора вимогам стандарту. У процесі ремонту і складання окремих частин трансформатора проводять проміжні випробування, за якими судять про якість ремонту.

Після капітального ремонту трансформаторів із заміною обмоток проводять хімічний аналіз і перевіряють масло на електричну міцність – випробують його підвищеною напругою змінного струму; визначають втрати струму холостого ходу; перевіряють групи сполук і коефіцієнт трансформацій; вимірюють омичний опір обмоток, опір ізоляції постійному струму; перевіряють ізоляцію стяжних болтів і ярмових балок, характеристики ізоляції масляних трансформаторів, втрати і напруги КЗ.; проводять випробування бака на відсутність течі і просочування масла, на нагрів, динамічну і термічну стійкість при раптових коротких замиканнях, тиск контактів перемикача.

Трансформатори випробовують у зібраному стані з встановленими на них деталями і вузлами, які можуть вплинути на результати випробувань. Всі отримані



результати заносять в паспорт трансформатора. Після капітального ремонту без зміни обмоток із зазначених випробувань не потрібно визначати струм холостого ходу, перевіряти групи сполук і коефіцієнт трансформації. Для трансформаторів до 630 кВА включно (без зміни обмоток) кількість випробувань зводять до мінімуму і обмежуються вимірами опору ізоляції та випробуванням підвищеною напругою, аналізом і випробуванням масла.

## Лекція №27

**Тема:** Ремонт комплектних розподільчих пристроїв

**Мета:** ознайомитися з видами комплектних розподільчих пристроїв їх ремонт та випробування.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

**1** Класифікація та переваги комплектних розподільчих пристроїв.

**2** Ремонт комплектних розподільчих пристроїв.

**3** Випробування комплектних розподільчих пристроїв після ремонту.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### Література:

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## ***1 Класифікація та переваги комплектних розподільчих пристроїв***

Всі комплектні електротехнічні пристрої підрозділяються по призначенню: комплектні розподільні пристрої (КРУ), комплектні трансформаторні підстанції (КТП).

За умовами навколишнього середовища: внутрішньої установки, зовнішньої установки.

По кліматичних умовах: для помірного клімату, тропічного виконання й холодостійкого виконання.

По конструктивному виконанню: висувного (выкатного) типу (у які основний комутаційний апарат розміщений на візку), стаціонарні (у які основний комутаційний апарат розміщений у корпусі шафи).

По типу основного комутаційного апарата: з маломасляними вимикачами; з електромагнітними вимикачами; з вакуумними вимикачами.

За умовами обслуговування: одностороннього обслуговування (установлювані прислонно до стіни), двостороннього обслуговування (установлювані на певній відстані від стіни).

По захищеності струмоведучих частин: захищеного виконання, відкритого виконання.

По конструкції лінійного висновку: з кабелними, з повітряними висновками.

По роду оперативного струму: на постійному струмі, на змінному струмі.

За умовами експлуатації: водобрызгокаплезацищенные, пылезацищенные, герметичні й викоренення.

Комплектні пристрої, крім того, підрозділяються: по номінальній напрузі, номінальному струму, типу вимикача й привода до нього, за схемою головних і допоміжних сполук і інших показників.

Комплектні пристрої в порівнянні зі звичайними конструкціями електротехнічних установок мають наступні основні переваги:

- значно зменшуються об'єми будівельно-монтажних робіт і скорочуються строки їхнього виконання;
- досягається більша економія трудозатрат;

- поліпшується якість електроустановок, збільшується надійність і безпека їхнього обслуговування й скорочуються експлуатаційні витрати;
- забезпечується зручність і швидкість при розширенні й реконструкції;
- спрощується комплектація й постачання при виробництві будівельно-монтажних робіт;
- скорочуються об'єми й строки проектування.

Застосування комплектних пристроїв є основою індустріалізації будівельно-монтажних робіт при спорудженні електричних станцій, трансформаторних підстанцій і електроустановок промислових підприємств.

## ***2 Ремонт комплектних розподільчих пристроїв***

До основних, широко розповсюджених видам електроустаткування в установках високої напруги в межах розглянутих камер є масляні вимикачі з відповідними приводами; вимикачі навантаження й роз'єднувачі із приводами; запобіжники, розрядники; силові й вимірювальні трансформатори; запобіжники, реактори.

До найбільше зустрічаємих ушкодженням устаткування варто віднести: обуглювання, плавлення металу, раковини, прожоги контактної системи, наявність бризів металу пластин дугогасительних камер, ушкодження порцелянових ізоляторів у вигляді відколів тріщин, порушення армировочних швів; ушкодження й порушення регулювання механізму керування; зношування окремих деталей, особливо пружин, що втримують собачок і деталей, несуче більше механічне навантаження; порушення якості контактів розподільних шин; порушення заземлюючих контактів і фарбування.

Ремонт високовольного устаткування зводиться в основному до регулярного технічного обслуговування і якщо буде потреба до заміни деталей, що прийшли в непридатність, на нові із числа запасних частин. Виготовлення деталей, що вийшли з ладу, устаткування самотужки не рекомендується. Після ремонту устаткування воно піддається випробуванням відповідно до ПТЕ, «Правил технічної безпеки» (ПТБ) і заводськими інструкціями. Розрізняють наступні види випробувань: приймально-здавальні після вводу заново змонтованого

устаткування; при капітальних ремонтах; при поточних ремонтах і міжремонтні, тобто випробування, не пов'язані із плановим ремонтом устаткування. Перед початком випробуванні зовнішню поверхню ізоляції електроустаткування осередків очищають від пилу й ретельно оглядають. Електричні випробування ізоляції проводять при температурі не нижче 5 °С. Об'єм випробувань при ремонті встаткування осередків і нормативи його придатності наведені в ПТЕ та ПУЕ.

### ***3 Випробування комплектних розподільчих пристроїв після ремонту***

Випробування комплектуючого КРУ устаткування – масляних вимикачів, вимикачів навантаження, роз'єднувачів, вимірювальних трансформаторів, розрядників і т.д. проводяться по відповідним методам і нормам.

Перевірка механізму приводу й блокування проводиться в робочому й іспитовому положенні. При спробі викоту візка із закріпленого положення із включеним вимикачем останній повинен відключатися. Відключення вимикача повинне відбуватися раніше переміщення візка, що викликає розмикання первинних роз'єднуючих контактів.

Перевірка дії захисних шторок, що забезпечують безпеку при проведенні ремонтних робіт, проводиться викотом візка в ремонтне положення. При цьому шторки під дією власної маси повинні закривати вікна. При вкочуванні візка шторки повинні автоматично підніматися, відкриваючи вікна для проходу рухливих контактів первинного ланцюга.

Перевірка роботи механічних блокувань проводиться багаторазовим (чотири-п'ять) вкочуванням візка. При цьому не повинне бути перекосів і заїдань.

Вимірювання перехідного опору первинних роз'єднуючих контактів, вторинних ланцюгів проводять за допомогою подвійного моста, мікроомметра або по методу амперметра-вольтметра. Якщо шафи КРУ встановлені впритул до стінки й доступ до нерухливих контактів утруднений, вимірювання перехідних опорів проводиться на візку за допомогою допоміжної мідної пластини товщиною 8-9 мм або запасного нерухливого контакту.

Перехідний опір не повинне перевищувати:

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Для контактів на 400 А | 75 мкОм |
| Для контактів на 600 А | 60 мкОм |
| Для контактів на 900 А | 50 мкОм |
| Для контактів на 400 А | 40 мкОм |

Перехідний опір контактів збірних шин вимірюється вибірково й у тому випадку, якщо не дозволяє конструкція КРУ. Опір ділянки шин у місці контактної сполуки не повинен перевищувати більш ніж в 1,2 рази опір ділянки тієї ж шини, але без контакту. Перехідний опір контактів, що роз'єднують, вторинних ланцюгів вимірюється вибірково. Опір контактів повинне бути не більше 4000 мком.

Вимір тиску введів контактів, що роз'єднуються, первинних ланцюгів проводиться вибірково при викоченому візку КРУ. Сила натискання кожної ламели на нерухливий контакт або металеву пластину рівної товщини повинна бути в межах 10-15 кг.

Перевірка правильності регулювання вторинних контактів, що роз'єднуються, проводиться в іспитовому положенні. Правильно відрегульовані контакти повинні задовольняти наступним вимогам: осі нерухливих частин контактів повинні збігатися; сполуку нерухливої й рухливої частин контактів повинне відбуватися на відстані 7-17 мм від краю пружних пластин; хід пружних пластин при включенні вторинних контактів повинен бути не менш 5 мм. Відгинання пружних пластин не допускається.

Вимірювання перехідного опору зв'язку заземлення візка з корпусом проводиться між конструкцією візка й корпусом; опір не повинне перевищувати 100 мкОм.

Вимірювання опору ізоляції елементів, виконаних з органічних матеріалів, проводиться мегаомметром на напругу 2500 В. Опір ізоляції повинне бути не нижче 100 МОм.

Випробування підвищеною напругою промислової частоти ізоляції апаратури первинних ланцюгів проводиться так, щоб випробуванню підвищеною напругою піддавалася вся ізоляція первинних ланцюгів (включаючи маслений

вимикач, нижні прохідні опорні ізолятори); випробування необхідно робити до приєднання силових кабелів, що відходять.

Всі візки повинні бути встановлені в робоче положення, вимикачі – включені. Візки із трансформаторами напруги повинні бути викочені. Випробування проводять пофазно при заземлених інших фазах.

Величина випробувальної напруги устаткування осередків КРУ приймається відповідно до таблиць. Тривалість іспитової напруги: 1 хв – для чисто керамічної ізоляції; 5 хв – для ізоляції з елементами з органічних матеріалів. Випробування вторинних ланцюгів проводиться напругою промислової частоти 1000 В тривалістю 1 хв.

## **Лекція №28**

**Тема:** Організація ремонтних цехів. Розборка і дефекація, механічний ремонт асинхронних двигунів.

**Мета:** ознайомитися з правилами організації ремонтних цехів та ділянок для ремонту двигунів, з розборкою, дефекацією та ремонтом асинхронних двигунів.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Організація електроремонтних цехів та ділянок на підприємстві.
- 2** Розборка та дефекація асинхронних двигунів при ремонті.
- 3** Механічний ремонт асинхронних двигунів.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.



## *1 Організація електроремонтних цехів та ділянок на підприємстві*

Капітальний ремонт електричних машин і апаратів на невеликих підприємствах проводиться на електроремонтних ділянках, а на більших підприємствах – в електроремонтних цехах. Електроремонтний цех великого підприємства складається з ділянок, призначених для ремонту окремих вузлів і деталей; складу двигунів, що надійшли в ремонт; складу відремонтованих двигунів; складу матеріалів; інструментальної кімнати; технічного бюро й інших служб, які необхідні кожному виробничому цеху. Склад ділянок наступний.

Ділянка розбирання й дефектації. На ділянці проводять очищення двигунів, огляд і предремонтні випробування. Дефектні двигуни розбирають, миють і проводять дефектацію. Ділянка оснащена випробувальними стендами; верстатами й інструментом для розбирання двигунів; ваннами для мийки деталей і вузлів; піччю або ваннами для підготовки обмотки до виймання із сердечника; устаткуванням для ремонту обмотки.

Ділянка механічного ремонту. На ділянці проводять механічний ремонт деталей і вузлів. Ділянка має верстати для механічної обробки (токарські, фрезерні, стругальні, свердлильні й т.п.); зварювальне устаткування; гідравлічні й кривошипні преси.

Ділянка укладання обмоток. На ділянці виготовляють обмотки й ізоляцію; укладають обмотки; збирають і паяють схеми; просочують обмотки. Ділянка оснащена намотувальними верстатами; верстатами для різання ізоляції; робочими місцями для укладання й пайки обмоток; ваннами й печами для просочення й сушіння обмоток.

Ділянка складання й випробування машин. На ділянці збирають і випробовують машини. Вона оснащена верстатами й пристосуваннями для складання, випробувальними стендами.

Ділянка ремонту трансформаторів. На ділянці проводять розбирання, ремонт і складання трансформаторів. Ділянка оснащується встаткуванням для розбирання й складання трансформаторів; намотувальними верстатами для намотування обмотки; устаткуванням для випробувань.

Ділянка ремонту апаратури. На ділянці проводить ремонт пускорегулюючої і іншої апаратури. Вона оснащена робочими місцями для розбирання й складання апаратури; намотування котушок; іспитовими пультами.

Цех повинен мати необхідне підйомно-транспортне встаткування: мостові крани, кран-балки, тельфери, електрокари, електронавантажувальники, ручні візки й т.п. Для нормальних умов роботи в цеху повинна бути приточно-витяжна вентиляція, а робітники місця, пов'язані з використанням лаків, розчинників, деяких видів ізоляції, повинні мати витяжну вентиляцію безпосередньо на робочому місці.

На ремонтних ділянках організуються робочі місця для здійснення окремих операцій або ряду операцій. Робочі місця виконують універсальними, тобто такими, щоб на кожному робочому місці можна було ремонтувати практично будь-який двигун. Робочі місця намагаються розташовувати по ходу технологічного потоку. Для здійснення транспортних операцій ділянку оснащують кран-балкою й тельферами. Як правило, ділянка має наступні робочі місця: розбирання й дефектація ремонтних двигунів; мийка деталей і вузлів; верстат для видалення обмоток; верстат для намотування котушок; укладання обмотки й пайка схеми; просочувальна ванна; сушильна піч; складання; випробування. Механічний ремонт деталей роблять, як правило, на механічній ділянці, куди передають дефектні деталі.

## ***2 Розборка та дефектація асинхронних двигунів при ремонті***

В електроремонтних цехах підприємств капітальному ремонту із заміною обмотки піддаються низьковольтні електродвигуни, що мають обмотку із круглого проводу. Низьковольтні двигуни з обмоткою із прямокутного проводу й високовольтні двигуни ремонтують із заміною обмоток у випадку одержання обмотки як запасної частини. Виготовлення високовольтних обмоток або їхнє відновлення в електроремонтних цехах не проводять, тому що для цього потрібне складне встаткування й спеціальна технологія.

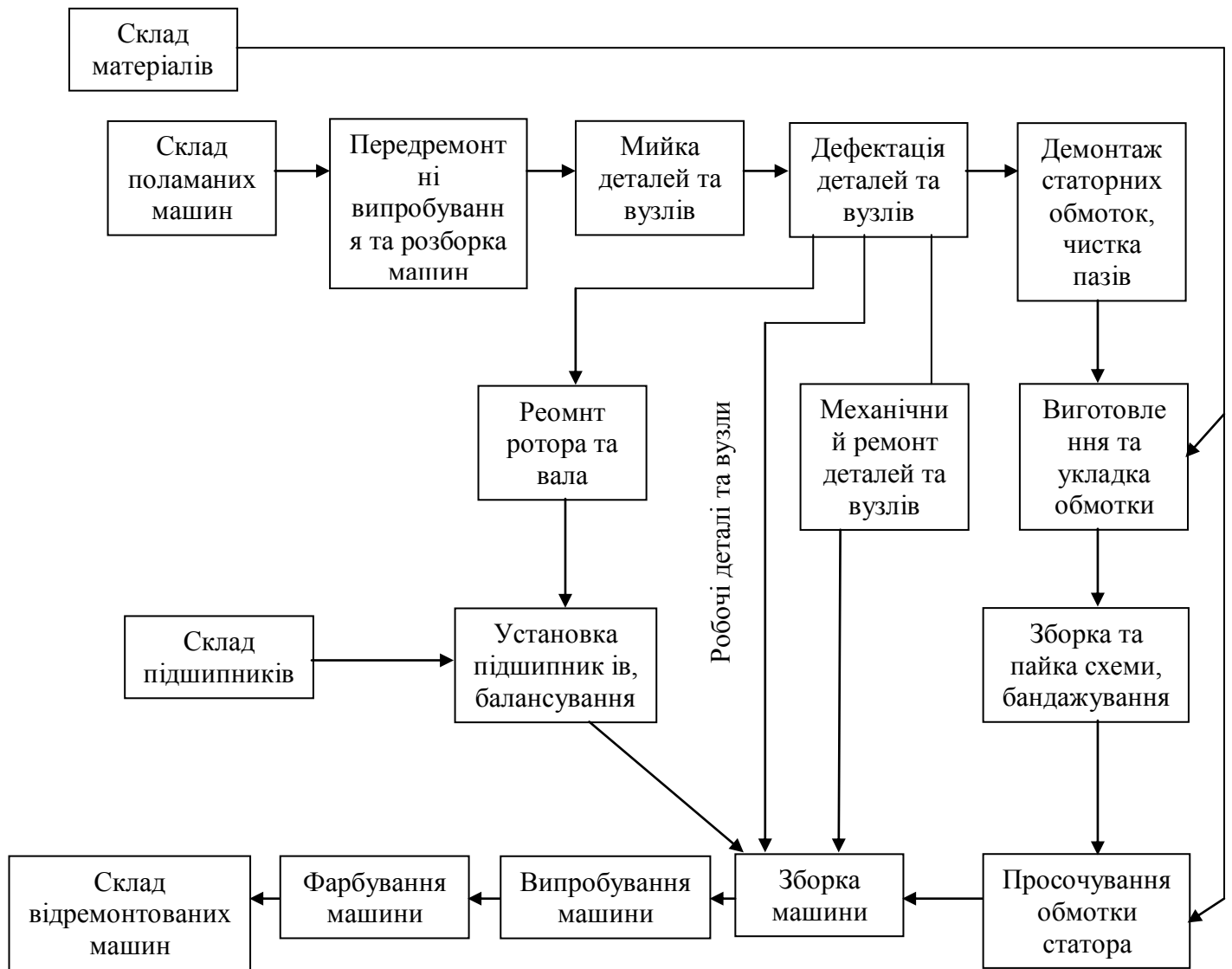


Рисунок 28.1 – Послідовність основних технологічних операцій при капітальному ремонті асинхронних двигунів

Послідовність основних технологічних операцій при ремонті асинхронних електродвигунів показана на рисунку 28.1. При необхідності перед розбиранням двигуни піддають предремонтним випробуванням, для того щоб виключити можливість помилкового надходження на ремонт справної машини. Предремонтні випробування включають електричні випробування (вимір опору ізоляції, перевірку електричної міцності ізоляції, вимір опорів обмоток і їхніх частин при постійному струмі) і виміри вузлів і деталей (ексцентриситет, биття, конусність і т.п.). Несправні двигуни відправляють на розбирання.

З точки зору ремонту низьковольтні електричні машини можна конструктивно розділити на два типи. Перший тип машин має сердечник,

запресований у корпус і обмотку із круглого проведення, а другий тип має сердечник, набраний у корпус і обмотку із прямокутного проведення. Ці особливості необхідно враховувати при розбиранні й дефектації.

При розбиранні електричних машин також необхідно витягти обмотку з пазів. Обмотку низьковольтних машин потужністю до 60-80 кВт виготовляють із круглого проводу й укладають у напівзакритий паз. Діаметр використовуваних проводів від 0,27 до 0,8 мм. Число витків тонкого проводу досягає більше сотні в пазу. При діаметрі проведення 0,8 мм і вище число витків у пазу кілька десятків. На деяких великих електроремонтних підприємствах з високою культурою виробництва круглий провід діаметром вище 1,0 мм витягають із паза й відновлюють. На переважній більшості електроремонтних підприємств і у всіх ремонтних цехах круглий проведення витягають зі статора в такий спосіб.

Лобову частину обмотки з боку схеми зрізують на токарських верстатах, а обмотку, що залишилася, витягають із іншого боку, попередньо обвугливши ізоляцію в печах або розм'якшивши її в розчинах каустику (або соди) або розм'якшивши лак у високочастотних установках. Порядок проходження операцій різний і залежить від типу ремонтної машини й прийнятої на підприємстві технології.

Для обрізки лобових частин використовують токарські верстати й ножовий різець (рисунок 28.2).

Статор 2 установлюють у патрон 1 і розтискають кулачки 3. Довжина кулачків повинна перекивати не менш  $\frac{3}{4}$  довжини сердечника.

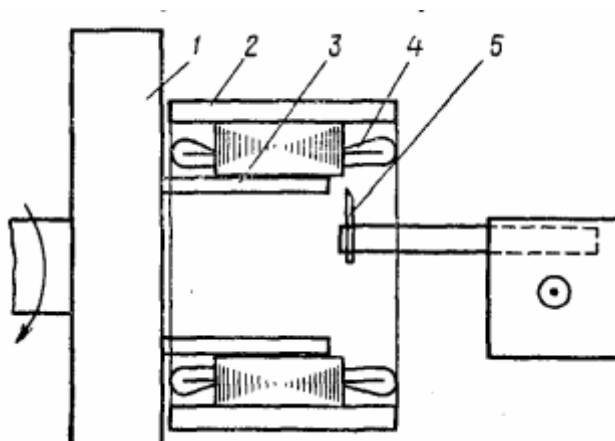


Рисунок 28.2 – Схема відрізки лобової частини обмотки

Ножовий різець 5 заводиться в статор і біля самого сердечника відрізається лобова частина 4. Ножовий різець робить відрізок без стружки, не зтягує проведення, а відрізана лобова частина відділяється спокійно. Ізоляцію обвуглюють у печах при температурі 300–350 °С. При більшій низькій температурі ізоляція не обвуглюється, а при більшій високій порушується межлистова ізоляція сердечника й можливі зміни магнітних властивостей електротехнічної сталі у бік погіршення. Цій операції можна піддавати статори електродвигунів серії А і А2 із чавунними корпусами. У статорів електродвигунів серії 4А з чавунним корпусом і сердечником, запресованим з натягом, але без фіксуючого штифта, можливе ослаблення посадки й зрушення сердечника, а в статора з алюмінієвим корпусом крім цього можливі втрати основних посадкових розмірів. Статори в печах завжди варто розташовувати горизонтально. Обмотку витягають із пазів неостиглого статора.

Для розм'якшення ізоляції статори поміщають у ванну з гарячим 5–8%-ним розчином каустику або соди й витримують при температурі 80–90 °С часом 6–8 год залежно від габаритів і конструкції статора, після чого їх промивають у гарячій воді. При витримці в каустику замічені випадки порушення міжлистової ізоляції сердечника. Тому на заводах намагаються користуватися розчином соди, хоча час витримки при цьому збільшується.

Обмотку витягають вручну гачками зі сталевого дроту або механізмом з електро- або пневмоприводом. Механізм висмикування обмотки показаний на правій частині установки (рисунок 28.3). Обмотку зачіпають гачками 6 і пневмоциліндр 7 дає рух штоку, з яким з'єднані гачки. Обмотка витягає з пазів, після чого необхідно видалити з них що залишилася у пазу ізоляцію, прочистити паз і продути сердечник стисненим повітрям у камері з витяжною вентиляцією.

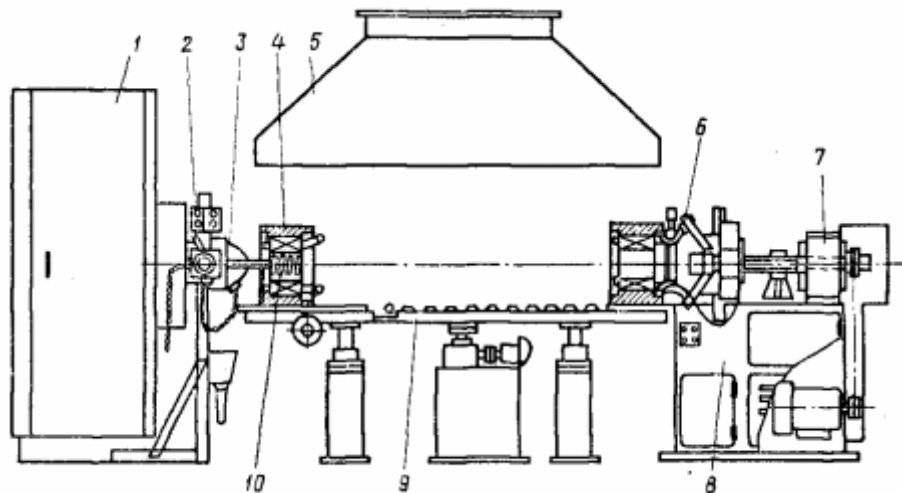


Рисунок 28.3 – Схема високочастотної установки для розігріву та витягання обмотки статора

Найбільш ефективним варто вважати витягання обмотки способом розм'якшення лаку при нагріванні сердечника струмами високої частоти. При цьому розм'якшується просочувальний лак, що перебуває між сердечником і пазовою ізоляцією. Просочувальний лак, що перебуває між проводами й пазовою ізоляцією, нагрівається менше, тому що розташовується далі від нагрітого тіла – сердечника. При витяганні обмотки разом з нею витягає вся пазова ізоляція, тому що зчеплення між сердечником і пазовою ізоляцією слабке, а між обмоткою й пазовою ізоляцією – досить сильне. Після добування обмотки паз виходить чистим і не вимагає додаткового зачищення.

Схема високочастотної установки для розм'якшення лаку й видалення обмотки, розроблена Центральним конструкторско-технологічним бюро електроремонта, показана на рисунку 28.3. Статор 4 з обрізаною лобовою частиною встановлюють на піднімальний стіл і виставляють так, щоб центр статора був перед затискачем 3 індуктори. Відповідно до внутрішнього діаметра й довжиною сердечника вибирають індуктор 10 і встановлюють у затискач 3. Зазор між індуктором і внутрішнім діаметром сердечника повинен бути можливо мінімальним. До індуктора підключають шланги для водяного охолодження. Роблять настроювання установки й із кнопкової станції 2 включають високочастотний генератор 1. Час випалювання ізоляції становить 10 хв. Потім по рольгангу 9 статор подають до механізму висмикування 8. Обмотку витягають

із пазів статора. Над установкою є витяжний парасоль 5. Споживана потужність високочастотної установки 103 кВА.

Після добування обмотки від лобової частини відрізають шматок котушки й прикріплюють його до статора. По цій частині обмотки при необхідності визначають число проводів у котушці й діаметр проведення. Обмотку низьковольтних машин потужністю від 60–80 до 300–400 кВт виготовляють із прямокутного проведення й укладають у напіввідчинені пази. Число провідників у пазу не більше 20–30.

Обмотку високовольтних машин потужністю понад 300–400 кВт виготовляють із прямокутного проводу й наносять високовольтну корпусну ізоляцію безпосередньо на котушку. Таку котушку можна укласти тільки у відкритий паз.

Ізоляція може бути термореактивна або термопластична. Обмотки з термореактивною ізоляцією мають низьку ремонтпридатність і їхній ремонт може здійснюватися тільки спеціалізованими ремонтними підприємствами<sup>4</sup>. Термореактивна ізоляція на основі епоксидних смол не розм'якшується при нагріванні; котушки не можна витягти з пазів; при спробі незначно деформувати котушку ізоляція ламається. Термопластична ізоляція на основі мзляно-бітумних лаків при нагріванні розм'якшується; котушки можна витягти з паза; у нагрітому стані котушку можна незначно деформувати, не порушуючи цілісності ізоляції. Електродвигуни з термопластичною ізоляцією в цей час промисловістю майже не випускаються, однак в експлуатації є велика кількість двигунів з такою ізоляцією.

Витягання обмотки з термопластичною ізоляцією роблять у наступному порядку. Спочатку ножом, зубилом або ножицями видаляють бандажі, що скріплюють котушки між собою й з бандажним кільцем. Потім вибивають клини, розігрівають обмотку. Для цього кілька котушок з'єднують послідовно між собою й пропускають по них постійний струм. Для цих цілей можна використовувати зварювальні генератори постійного струму. Сила струму не повинна перевищувати 0,3–0,4 від номінального струму. Температура нагрівання повинна бути не більше 100–110 °С. Форсувати нагрівши щоб уникнути спухання ізоляції котушок не треба. Нагрівання триває 15–30 хв. Нагріті котушки дістають із пазів,

використовуючи різні пристосування. Після цього знімають прокладку під клином, дістають катушку і знімають прокладку. Нижню сторону і прокладку витягають після того, як піднімуть із паза стільки верхніх сторін, скільки пазів у кроці. При цьому намагаються, щоб катушка якнайменше втратила свою форму й не ушкодилася ізоляція.

Дефектацію роблять у процесі розбирання машини й починають із зовнішнього огляду. Визначають наявність всіх деталей; цілісність лабетів, ребер охолодження, коробки виводів і т.п. Потім проводять виміру биття вала, якщо це дозволяє якість підшипників. Знімаючи із двигуна деталі, визначають їхню придатність для складання. Знімаючи підшипниковий щит, визначають щільність його посадки на корпус і на зовнішню обойму підшипника. Оглядають його посадкові місця, на яких не повинне бути забоин, вм'ятин; поверхня повинна бути чистою. На зовнішню поверхню підшипника шитий повинен надіватися туго. У машинах, що мають щит і корпус із алюмінію, пості декількох складань може ослабнути посадка підшипникового щита. Знявши підшипники з вала, оглядають шейки вала, які повинні мати рівну поверхню й не бути зношеними. Вал не повинен мати скривлень, вм'ятин і вибоїв вивідного кінця. Відвертаючи болти, визначають їхню якість і якість різьбових отворів, куди їх загортають.

Після добування обмотки статора проводять дефектацію сердечника. Основні несправності сердечників: ослаблення прессовки, віяло зубців, оплавлення окремих ділянок, порушення ізоляції між аркушами, погнутість окремих зубців, ослаблення посадки сердечника в корпус. Щільність прессовки визначають контрольним ножем, що всувають між аркушами сердечника. Щільність прессовки варто вважати задовільною, якщо при сильному натисканні на рукоятку ножа лезо входить у сердечник не більше ніж на 2–3 мм. Інші дефекти визначають, як правило, візуально. Результати дефектації записують у відомість, по якій розробляється технологія ремонту.

### ***3 Механічний ремонт асинхронних двигунів***

У валів електричних машин можливі наступні дефекти: ушкодження вихідного кінця вала; зношування шийок під підшипники; скривлення осі;



ослаблення посадки сердечника; виробіток шпонкових канавок. Зношування посадкових поверхонь і задири відбуваються при зніманні напресованих на вал деталей; через ослаблення посадки в період експлуатації, а також зусиль, що виникають у процесі роботи й зношування підшипників. При невеликій кількості задирів і забоин виступаючі місця сошлифовують. Якщо дефекти перевищують 20% посадкової поверхні, то вал ремонтують, наплавляючи метал електрозварюванням або методом металізації.

У випадку електрозварюванням для зменшення жолоблення вала наплавляемі валики розташовують паралельно осі, і кожний наступний валик накладають діаметрально протилежно попередньому. Місця, що мають уступи, сточують на конус для зменшення можливих термічних напруг (рисунок 28.4, а). Після наварки вал обробляють на токарському верстаті й шліфують. При обробці вала необхідно забезпечити співвісність поверхні вихідного кінця вала, шийок під посадку підшипників і поверхні під посадку сердечника, а якщо наплавлення виробляється із сердечником, то необхідно забезпечити співвісність із зовнішньою поверхнею сердечника.

Тому що зовнішня поверхня сердечника не обробляється при установці ротора на верстат, необхідно перевіряти її радіальне биття.

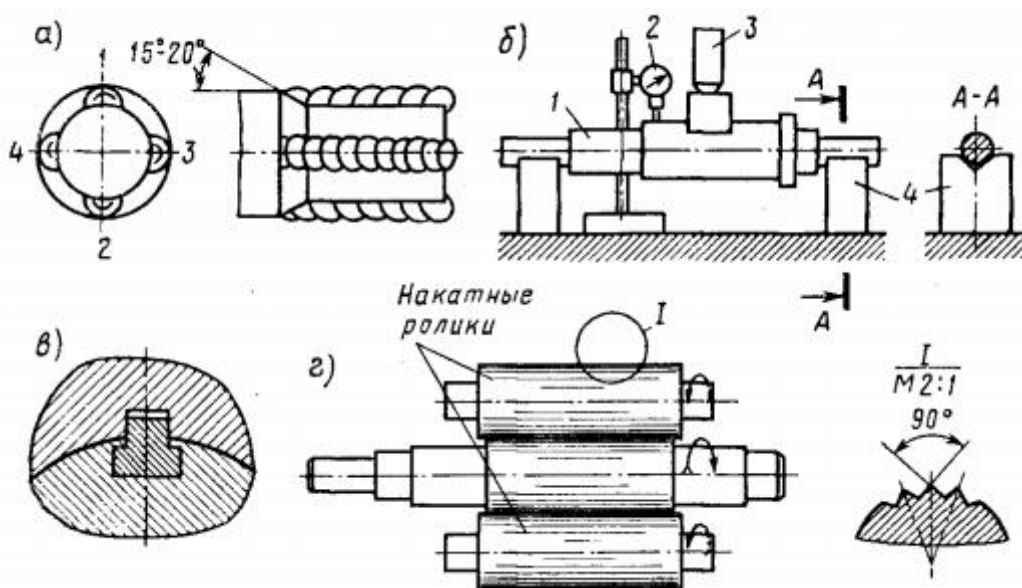


Рисунок 28.4 – Виправлення дефектів валів

Скривлення валів зустрічається зазвичай в електродвигунів малої потужності. Вали правлять на гідравлічних або гвинтових пресах після випресовки із сердечника або без розбирання. Вал 1 (рисунок 28.4,б) установлюють кінцями на призми 4 і за допомогою індикатора 2 визначають величину й напрямок прогину. Розташовуючи опуклу частин нагору проти штока преса 3, роблять виправлення за кілька прийомів. Після кожного натиску преса індикатором контролюють биття й при його значенні 0,05–0,1 мм виправлення припиняють.

У шпонкових з'єднаннях зношуються шпонки й шпонкові пази. Зношені шпонки замінюють новими. Розроблений шпонковий паз можна відновити електродуговим зварюванням і наступною механічною обробкою. Можна перейти на більший розмір шпонки з відповідною зміною шпонкового паза на валу й відповідній деталі.

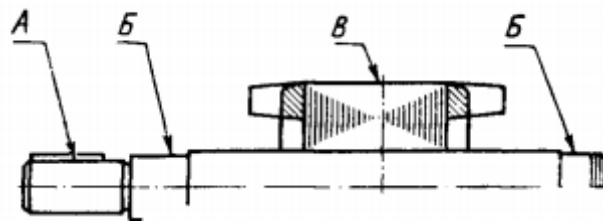


Рисунок 28.5 – Ротор асинхронного двигуна

При виготовленні східчастої шпонки (рисунок 28.4, в) шпонковий паз на відповідній деталі можна зберегти колишнім. При необхідності може бути профрезерован новий шпонковий паз на валу зі зміщенням його на чверть окружності щодо старого. Вибір способу відновлення залежить від можливостей ремонтної ділянки.

Ротори з ослабленою посадкою сердечника ремонтують шляхом заміни вала на новий або відновленням посадкової поверхні. Посадкову поверхню збільшують шляхом напилювання або накатки (рисунок 28.4, г). Крок накатки вибирають залежно від діаметра вала. Після накочування первісний діаметр збільшується на 0,25–0,5 мм. Торовану поверхню шліфують, витримуючи заданий розмір.

Вали невеликих розмірів, що мають серйозні дефекти, доцільно замінити новими, виготовленими в ремонтному цеху. Після виправлення дефектів і складання ротори піддають балансуванню.

Корпуса електричних машин ушкоджуються відносно рідко. Найпоширеніший наступні дефекти: отлом лабети в чавунної станини; зношування або зрив різьбових отворів; зношування посадкових місць під шиті; поява тріщин. Приварку відламаних частин і заварку тріщин роблять електродуговим зварюванням. Перед заваркою тріщин деталь очищають від іржі й знежирюють. На кінцях тріщин засверлюють отвору, щоб запобігти їхнє подальше поширення. При товщині тріснутої стінки більше 5 мм зубилом скошують крайки тріщини по всій довжині під кутом 45–60°С. Для підвищення якості заварки необхідно нагріти деталь до температури 350–600°С; перед зварюванням і після зварювання її варто повільно остудити.

Зношування й зрив різьблення в кріпильних отворах відбувається при багаторазових складаннях і розбираннях нарізних сполучень або надмірно більших моментах затягування. У сталевих корпусах гнізда зі зношеним різьбленням заварюють електродуговим зварюванням, просвердлюють отвір і нарізають різьблення того ж діаметра. У чавунних або алюмінієвих корпусах 1 (рисунок 28.6, а) нарізають різьблення великого діаметра й установлюють футорку 3 із зовнішнім і внутрішнім різьбленням і стопорять її штифтом 2 або клеєм. Нарізне сполучення зі шпилькою можна відремонтувати, нарізавши в корпусі різьблення великого діаметра й виготовивши шпильку 4 (рисунок 28.6, б) із двома різьбленнями різного діаметра. В алюмінієвих корпусах доцільна заміна болтів на шпильки з гайками (рисунок 28.6, в). Шпильку стопорять у корпусі клеєм, установлюють втулку 6 і закручують гайку 5. У цьому випадку зношування з'єднання при складанні й розбиранні значно зменшується, тому що відбувається свинчівание двох сталевих деталей.

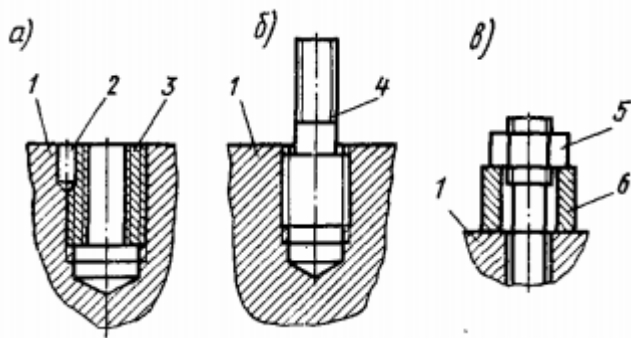


Рисунок 28.6 – Встановлення різьбових з'єднань

У підшипникових щитах може бути зношування поверхні під посадку підшипника *B* (рисунок 28.7), поверхні посадки щита на корпус *A*. При зношуванні обох поверхонь їх можна відновити металізацією або наплавленням металу електрозварюванням. Механічну обробку обох поверхонь проводять при одному установі щита на верстаті, для того щоб забезпечити мінімальне биття між поверхнями *A* і *B*. Ремонт поверхні під посадку підшипника можна здійснити запресовуванням сталеві втулки 1 у розточений отвір щита. Втулку кріплять декількома стопорними шпильками 2, які раскернивають для запобігання від самовідгвинчування. При механічній обробці щит необхідно базувати на поверхню *A* або виставляти при кріпленні по цій поверхні.

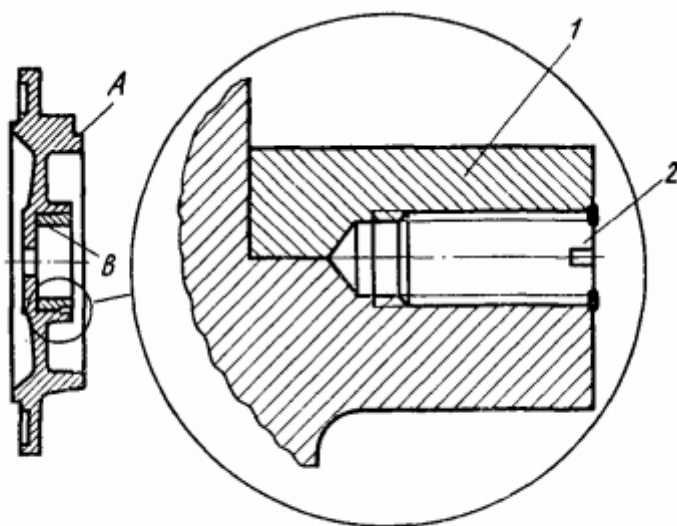


Рис. 20-12. Восстановление подшипникового щита

Рисунок 28.7 – Встановлення підшипникового щита

При капітальному ремонті сердечники малих і середніх машин не перешихтовують, тому що це не економічно й вимагає спеціального устаткування. Іноді перешихтовують сердечники великих електричних машин, ремонт яких тут не розглядається. Після добування обмотки сердечники очищають від залишків ізоляції, вирівнюють і підбивають крайні аркуші. При сильному распушенні крайніх аркушів їх склеюють лаком. У машинах середньої потужності, що мають високі зубці й натискні пальці, ослаблення пресовки крайніх аркушів можна усунути забиванням текстолітових клинів, що мають зразкову форму зубця й промазаних клеєм. Щоб клини не випали, їх заглиблюють нижче поверхні аркушів, а аркуш, що лежить поруч, відгинають. Після установки клинів поверхня сердечника покривають ізоляційним лаком. Після капітального ремонту електродвигунів змінного струму без заміни обмоток проводять випробування обмоток напругою промислової частоти.

## Лекція №29

**Тема:** Схеми обмоток якоря, розборка, дефекація.

**Мета:** ознайомитися зі схемами обмоток якоря електричних машин та з правилами їх розборки та дефекації.

**Методи:** словесні, наочні

### План:

- 1 Схеми обмоток якоря електричних машин.
- 2 Розборка електричних машин.
- 3 Дефекація електричних машин.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** конспект, підручник.

### Література:

1 Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

2 Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для проф. учеб. заведений / Ю. Д. Скибин, М. Ю. Скибин – М.: Высш. шк., 2003. – 462с.

## *1 Схеми обмоток якоря електричних машин*

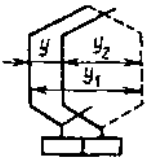
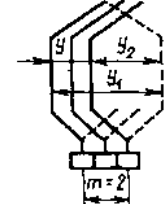
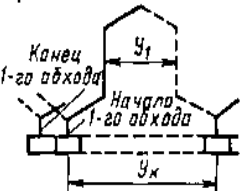
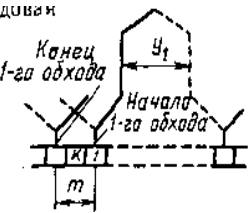
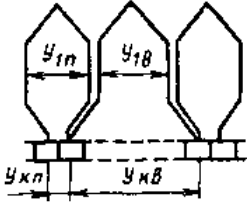
Обмотка якоря складається з котушок, число яких дорівнює числу пазів. Кожна котушка може складатися з декількох секцій. Вивідні кінці секцій приєднують до колекторних пластин. Секції розрізняють за напрямом відгину лобових частин. У таблиці 29.1 наведені найбільш часто зустрічаємі обмотки, їх характеристики і області застосування.

У таблиці 29.1 – орієнтовно приймається, що до машин малої потужності відносяться машини до 50 кВт, середньої потужності – від 50 до 500 кВт і великої потужності – від 500 кВт і вище. Також приймається низька напруга до 24 В включно, зниженої напруги – від 60 до 80 В, нормального – від 110 до 220 В, підвищеного – від 440 до 600 В і високого – від 750 В і вище.

У секціях обмотки якоря розрізняють три кроки, які виражають в елементарних пазах:  $y_1$  – перший частковий крок – це відстань між сторонами однієї секції, тобто ширина секції, виражена в елементарних пазах; другий частковий, крок  $y_2$  – відстань між лівою стороною однієї секції і правою стороною, послідовно з'єднаної з нею наступною секцією; результуючий крок  $y$  – відстань між однойменними сторонами (лівими або правими) двох сусідніх послідовно з'єднаних у схемі секцій; він показує їх зсув по елементарним пазах  $y = y_1 - y_2$ . Крок може бути позитивним або негативним в залежності від послідовності з'єднання секцій у схемі.

Крім кроків в елементарних пазах у схемі розрізняють крок по колектору  $y_k$ , тобто число колекторних пластин між початками наступних за схемою одна за одною секцій. Так як число пластин колектора дорівнює числу елементарних пазів, то числа, що визначають результуючий крок  $y$  крок  $i$  по колектору  $y_k$ , збігаються:  $y = y_k$ .

Таблиця 29.1 – Основні типи обмоток

| Тип обмотки   | Число паралельних віток | Кроки обмоток       |                              | Рекомендації по вибору                                       | Область застосування  |
|---|-------------------------|---------------------|------------------------------|--|---|
|   |                         | $y$                 | $y_1$                        |  |   |
| <p>Проста петльова</p>                 | $2a=2p$                 | $y=\pm 1$           | $y_1=\kappa/(2p)\pm\epsilon$ | $z/p$ – ціле число;<br>$z/(2p)$ – ціле число $\frac{1}{2}$ . | Машини середньої потужності нормальної напруги та більшої потужності підвищеної напруги                   |
| <p>Складна петльова двоходова</p>      | $2a=4p$                 | $y=\pm 2$           | $y_1=\kappa/(2p)\pm\epsilon$ | -  | Машини малої потужності дуже низької напруги і великої потужності нормальної, пониженої і низької напруги |
| <p>Проста хвильова</p>                 | $2a=2$                  | $y=(\kappa\pm 1)/p$ | $y_1=\kappa/(2p)$            | $z/(2p)=b+(c/d)$<br>$2p/d$ – ціле число                      | Машини малої потужності нормальної напруги та середньої потужності підвищеної напруги                     |
| <p>Складна хвильова багатотокова</p>  | $2a=2m$                 | $y=(\kappa\pm m)/p$ | $y_1=\kappa/(2p)\pm\epsilon$ | $p/a$ – ціле число;<br>$\kappa/(u_0a)=z/a$ – ціле число      | Машини середньої потужності підвищеної напруги  |
| <p>Жабчаста</p>                      | $2a=2p2m$               | $y=\kappa/p$        | $y_1+y_{1\kappa}=\kappa/p$   | $z/(2p)$ – ціле число  | Машини великої потужності   |



Як правило, прості петльові обмотки і складні обмотки (петльові і хвильові) мають зрівняльні з'єднання. Прості хвильові і комбіновані обмотки виготовляють без зрівняльних з'єднань. Розрізняють зрівняльні з'єднання першого і другого роду.

*Зрівняльні з'єднання першого роду* використовуються в петльових обмотках для вирівнювання напруги між паралельними гілками обмотки. Несиметрія напруги виникає через те, що практично неможливо виготовити машину з абсолютно однаковими опорами паралельних гілок, однаковим зазором під усіма полюсами і т. п. Несиметрія призводить до появи зрівняльних струмів, які замикаються через колектор і щітки і погіршують комутацію. Зрівняльні з'єднання представляють собою ізолювані провідники, які з'єднують точки обмотки, що мають однакові потенціали.

У простій петльовій обмотці однакові потенціали є у всіх секцій, розташованих на відстані подвійного полюсного поділу один від одного. Тому крок зрівняльних з'єднань  $y_{yp} = k/p$ , де  $k$  - число колекторних пластин;  $p$  - число пар полюсів. Найбільш зручні місця для приєднання зрівнювачів до секцій - це колекторні пластини або головки лобових частин секції з боку, протилежного колектору. У машинах загального застосування зазвичай встановлюють по два-три зрівняльних з'єднання на кожну пару паралельних гілок або по одному зрівнювальному з'єднанню на паз якоря, тобто в 2-4 рази менше, ніж секцій в обмотці.

*Зрівняльні з'єднання другого роду* використовують для вирівнювання напруги між колекторними пластинами в складних (багаторазово замкнених) обмотках. Різниця напруг між поруч розташованими колекторними пластинами виникає через несиметрії магнітного ланцюга.

## ***2 Розборка електричних машин***

Ремонт електричних машин постійного струму проводять на ремонтних ділянках спільно з машинами змінного струму. Організація ремонту для всіх машин однакова. Найбільш простий ремонт машин, що мають обмотку якоря з круглого дроту. Таку обмотку можна виготовити на електроремонтній ділянці. При ремонті машин з обмоткою якоря з прямокутного проводу намагаються зберегти і

відновити стару обмотку. Виготовлення нової обмотки пов'язане з придбанням прямокутного проводу необхідного розміру і ізоляції, виготовлення спеціальної і, як правило, тільки для даного типу машин оснащення, що різко збільшує трудомісткість ремонту.

Послідовність технологічних операцій при ремонті електричних машин постійного струму показана на рисунку 29.1. При необхідності перед розбиранням двигун піддають перед ремонтному випробуванню. Передремонтні випробування включають електричні випробування (вимірювання опору ізоляції, перевірку електричної міцності ізоляції, вимірювання опорів обмоток та їх частин при постійному струмі, зняття потенційної діаграми колектора, випробувань на холостому ході) і виміри вузлів і деталей (ексцентриситет, биття, конусність і т.д.). Невідремнтовані двигуни відправляють на розбирання.

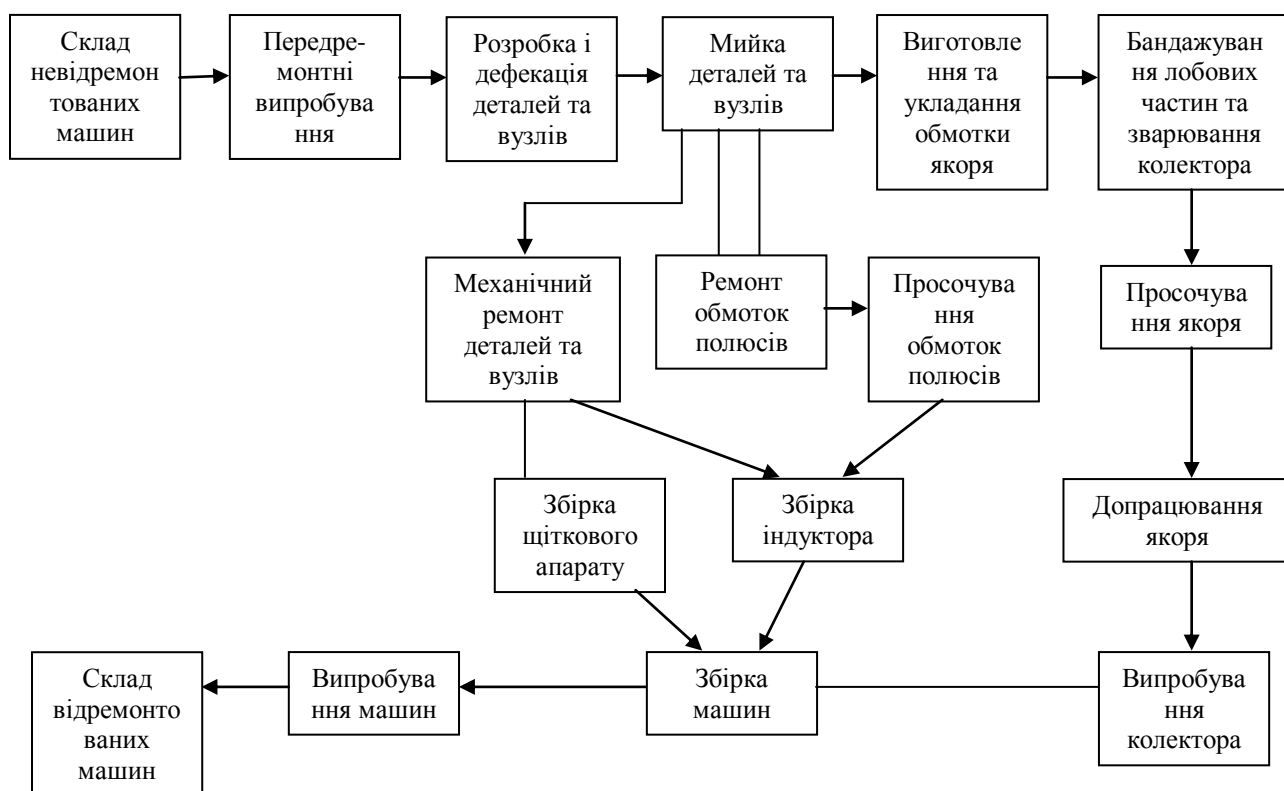


Рисунок 29.1 – Послідовність технологічних операцій при ремонті електричних машин постійного струму

У виробництві електричних машин постійного струму використовують кілька способів розмітки, які вказують у кресленнях. При ремонті, розбираючи обмотку, необхідно зафіксувати взаємне розташування пазів сердечника, пластин колектора і обмотки. Це виконують наступним чином. Вибирають колекторну пластину, середина якої розташовується нарівні з серединою паза, і маркують цю пластину номером 1 (рисунок 29.2). Знаходять паз, в якому розташовується сторона котушки, припаяна до цієї колекторної пластині, і маркують паз номером 1. Потім визначають паз, в якому розташовується друга сторона котушки, і знаходять  $y_1$  – перший частковий крок обмотки. Визначають пластину колектора, до якої припаяна друга сторона котушки, і знаходять крок по колектору  $y_k$ . Визначають кроки  $y_1, y_2$ . Знаходять номер паза, який розташовується нарівні з колекторною пластиною 1.

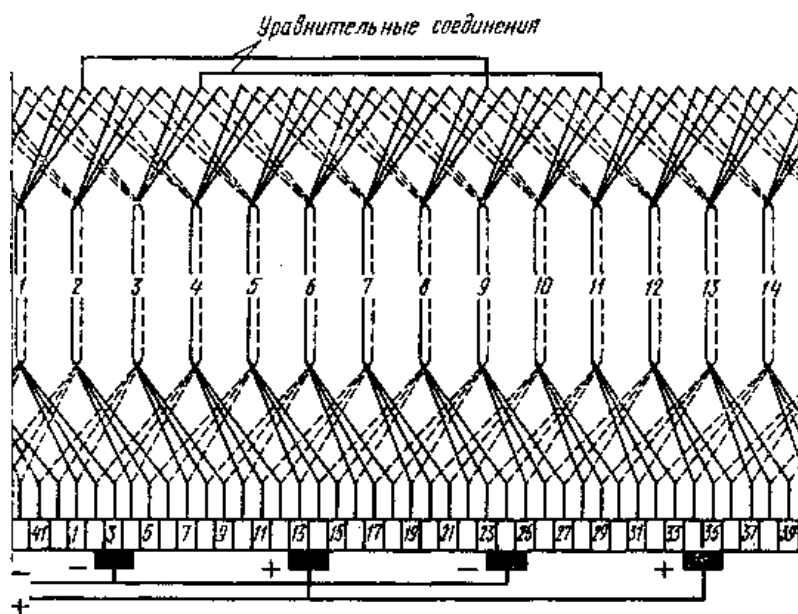


Рисунок 29.2 – Розмітка якоря при розбиранні обмотки

На рисунку 29.2 навпроти колекторної пластини 1 розташовується паз 2. Крок  $y_1 = 3, y_2 = 2, y_k = 1$ . Число секцій в котушці дорівнює 3. Після цього присвоюють номери всім колекторним пластинам 1-42 і всім пазам 1-14. Розмітку і схему обмотки визначають в процесі розбирання обмотки. Необхідно також визначити кількість зрівняльних з'єднань і схему їх розташування.

Основні і додаткові полюси знімають в разі необхідності ремонту. Перед зняттям полюсів необхідно їх замаркірувати для того, щоб при складанні поставити кожен полюс на колишнє місце. Спочатку розпаюють схему з'єднання полюсів, а потім відвертають болти, що кріплять їх до станини.

Колектор знімають з валу тільки в разі його ремонту або заміни. Колектор знімають спеціальними пристосуваннями захоплюючими на гідравлічному пресі або знімачем. Не можна захоплювати колектор за мідні пластини або упиратися в них. Зусилля при стягуванні прикладають до сталевій втулки колектора або до її кріпильних елементів. У деяких випадках для полегшення знімання колектор, зібраний на сталевий втулці, розбирають на валу якоря: відгвинчують гайку, знімають натискне кільце з манжетою, комплект мідних пластин і ізолювальних циліндр.

### ***3 Дефекція електричних машин***

Дефектацію виконують в процесі розбирання машини. При дефектації якоря (після його вилучення з індуктора або в зібраній машині) визначають стан і справність колектора та обмотки. Колектор слід оглядати особливо ретельно. Результати огляду та його аналіз дозволяють попередньо встановити вид несправності обмотки. Оглядають колекторні пластини, які не повинні виступати за зовнішній діаметр або западати. Визначають знос колекторних пластин, який має бути не більше 20% від початкової висоти. Подальше зменшення діаметру може призвести до неприпустимого зменшення висоти пластин, прогинанню їх під дією відцентрових сил і порушення циліндричної робочої частини. При дефектації та призначення виду ремонту враховують, що розібрати для ремонту можна тільки колектор, зібраний на сталеву втулку. Колектори, зібрані на пластмасі, розбирання для ремонту не підлягають.

При огляді обмотки визначають її цілісність, цілісність бандажів, клинів, пайки до колектора. Справність обмотки визначають випробуваннями. Обмотка якоря може мати обриви або такі короткі замикання: частини витків однієї секції; всієї секції; між двома секціями, що лежать в одному пазу; в лобових частинах

обмотки. Є декілька способів виявлення місця несправності і несправної котушки. Наведемо деякі з них.

Для виявлення міжвиткових замикань в секціях і обривів в них застосовують метод падіння напруги, що не вимагає спеціального обладнання. Цей метод використовують для петльової і хвильової обмоток і він особливо зручний при дослідженні якоря з зрівняльними сполуками. Метод зводиться до наступного. До двох суміжних колекторним пластин 1 (рисунок 29.3) підводять постійний струм за допомогою пари щупів 3, а другою парою щупів 2 вимірює падіння напруги на цій парі колекторних пластин.

У разі петлевої обмотки при наявності замикання в секції, приєднаної до досліджуваної пари пластин, опір її менше і падіння напруги на ній менше, ніж на іншій парі пластин, між якими немає замикання. При цих вимірах сила струму повинна бути однаковою.

У разі простою хвильової обмотки менше падіння напруги свідчить про наявність замикання в секціях обмотки, приєднаних до досліджуваної пари пластин.

Зазначеним вище способом досліджують весь якір і порівнюють результати вимірів. Іноді при дослідженні якорів з зрівняльними сполуками можуть вийти значні відключення в падіннях напруги між окремими пластинами і при справній обмотці якоря. У цьому випадку спостерігається закономірна зміна падінь напруги.

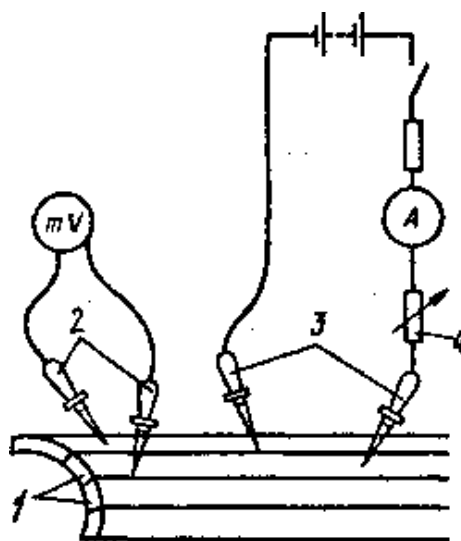


Рисунок 29.3 – Схема для визначення замикань між витками в обмотці якоря

Як джерело струму зручно застосовувати батарею акумуляторів, але можна також використовувати мережу напругою 110 і 220 В постійного струму. Для зменшення сили струму послідовно з якорем включають реостат 4, що дозволяє регулювати силу струму. Для вимірювання падіння напруги слід користуватися мілівольтметром з відповідним межею вимірювань. У разі необхідності падіння напруги можна відрегулювати шляхом зміни сили живильного струму за допомогою реостата.

Щоб не пошкодити мілівольтметр, слід спочатку прикласти до колектора щупи 3; забезпечивши їх надійний контакт з колектором, можна прикласти щупи 2. Віднімати від колектора слід спочатку щупи 2, а потім щупи 3. Якщо віднімати спочатку щупи 3, виникає значна ЕРС самоіндукції, яка виведе мілівольтметр з ладу. Те ж може вийти при поганому контакті щупів 3.

Перевіряти на виткове замикання якоря невеликих габаритів з петлевої і хвильової обмотками можна способом випробувальних електромагнітів. На електромагніти 1 (рисунок 29.4, а), що мають обмотку, встановлюється якір 2. Обмотка електромагніту живиться змінним струмом 50 Гц або підвищеної частоти. При проходженні по обмотці струму створюється магнітний потік, який замикається через якір. Якщо в обмотці якоря є міжвиткове замикання, то в замкнутих витках 3 піде струм великої сили і викличе їх нагрівання. Міжвиткове замикання також можна виявити, якщо провести по пазах якоря сталевий пластиною 4 (рисунок 29.4, б). При проходженні паза з короткозамкненими витками пластина притягнеться до них. Способом випробувальних магнітів не можна перевіряти межвиткове замикання в «жаб'ячі» обмотках і петльових обмотках з зрівняльними сполуками, так як в них завжди є короткозамкнені контури.

Для визначення місця обриву в обмотці можна користуватися тим же способом, яким визначають виткових замикання в якорі.

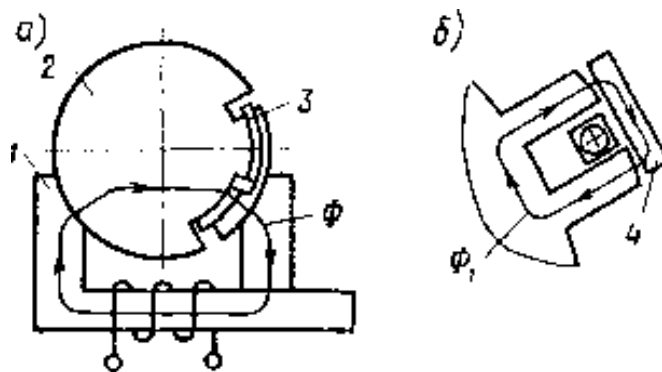


Рисунок 29.4 – Схема установки для перевірки якорної обмотки на виткове замикання (а) та спосіб визначення паза з короткозамкненим витком (б)

При наявності обриву або поганого контакту падіння напруги більше між пластинами, до яких приєднана дефектна секція. Якщо досліджується якір з петлевою обмоткою, то при наявності обриву прилад показує найбільше відхилення лише за однієї пари пластин; при хвильовій обмотці найбільше відхилення є на кількох парах пластин, що знаходяться попарно на відстані колекторного кроку один від одного.

Методом падіння напруги користуються для визначення якості пайок обмотки. При гарній пайці свідчення мілівольтметри між усіма колекторними пластинами приблизно однакові. Пайки можна вважати гарними, якщо різниця опорів між окремими пластинами колектора не перевищує 10% для невеликих машин та 5% для відповідальних і великих машин. Збільшення опору (або падіння напруги при незмінному струмі) між деякими суміжними колекторними пластинами вказує на погану пайку; необхідно всі місця пайок, що відносяться до цих пластин, перепаяти.

При дефектації визначають відсутність замикання обмотки якоря на корпус. Визначити замикання на корпус можна мегомметром або контрольною лампочкою. Місце замикання обмотки на корпус можна знайти способом живлення обмотки якоря постійним струмом від стороннього джерела струму (рисунок 29.5). Підбір всіх елементів схеми такої ж, як при визначенні замикань в обмотці. Джерело струму приєднується до колектора у разі петлевої обмотки – у двох діаметрально протилежних точках, в разі хвильової – до пластин, що знаходяться на відстані половини колекторного кроку. Один провідник від мілівольтметри

приєднують до валу якоря, а кінцем іншого провідника по черзі стосуються всіх колекторних пластин. Відхилення стрілки приладу відбувається тільки при наявності замикання.

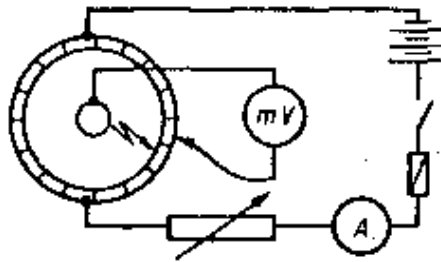


Рисунок 29.5 – Схема для визначення місця з'єднання обмотки якоря з корпусом

Якщо досліджується якір з петлевої обмоткою, то в міру наближення пластини, що приєднується до приладу, до пластини, з'єднаної з корпусом, показання приладу зменшуються. При хвильовій обмотці зміна показань мілівольтметри у міру переміщення приєднується до нього пластини відбувається періодично, відповідно його переміщенню на половину кроку по колектору; менші свідчення спостерігаються на пластинах обходу, секції якого замкнуті на корпус.

При поганому контакті обмотки на корпус, наприклад при досить низькому опорі ізоляції, цей спосіб не дає задовільних результатів, і в цьому випадку застосовують метод «пропалювання». Колектор обв'язують кількома витками голого дроту. Напруга через запобіжник і реостат подають до дроту і валу якоря. Проходження електричного струму через поганий контакт викликає обгорання цього місця, дугу і поява диму. За цими ознаками виявляється дефект і його місце.

Іноді місце замикання на корпус можна знайти, якщо «поворухити» по черзі секції у підозрілих місць і одночасно вимірювати опір ізоляції мегомметром.

При дефектації індуктора перевіряють надійність кріплення полюсів, міжполюсне з'єднання, стан сердечників полюсів і визначають випробуваннями цілісність обмоток. У котушках головних полюсів можливі такі дефекти: пробій ізоляції на корпус, виткове замикання, обрив у місцях пайок. У компенсаційних



обмотках і обмотках додаткових полюсів зустрічається один дефект - пробією на корпус. Щоб знайти котушку, замкнуту на корпус, через обмотку пропускають постійний струм. Один кінець вольтметра приєднують до корпусу, а другим стосуються з'єднувальних перемичок між полюсами (рисунок 29.6). Найменші показання вольтметра спостерігається з обох сторін котушки, замкнутої на корпус. Для знаходження обриву або поганого контакту в котушці паралельної обмотки до неї підводять нормальне напруження і вольтметром стосуються через вивідних кінців кожної котушки (рисунок 29.7). При наявності обриву вольтметр, поєднують до затискачів пошкодженої котушки, показує повне напруження мережі. На інших котушках вольтметр відхилень не має. При поганому контакті напруження на затискачах пошкодженої котушки більше напруження на затискачах інших котушок.

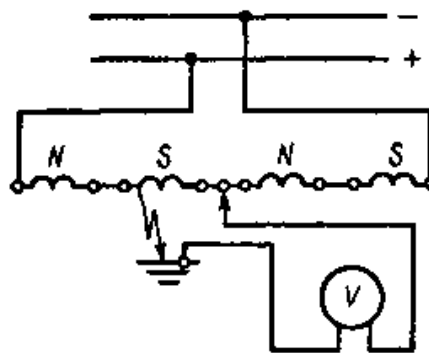


Рисунок 29.6 – Схема для визначення обмотки полюса, з'єднаної з корпусом

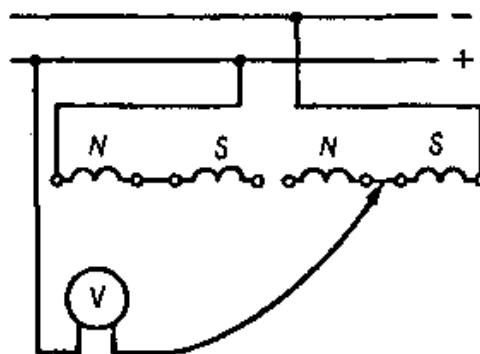


Рисунок 29.7 – Схема для визначення обриву в обмотці полюсів

Більш складно визначити виткове замикання в котушці головних полюсів. Виміром величини опору кожної котушки можна визначити виткове. Замикання великого числа витків. Для визначення замикання малого числа витків є кілька способів. Розглянемо один з них. Ланцюг порушення живлять змінним струмом, при цьому його значення не повинно бути більше номінального струму. Котушка, що має короткозамкнені витки, нагрівається за рахунок циркуляції в короткозамкнених витках струму великої сили. Якщо на полюсах є металеві каркаси, які є короткозамкненими витками, дефектні котушки при випробуванні змінним струмом виявити важко.

Після дефектації деталі й вузли відправляють в ремонт.

## **Лекція №30**

**Тема:** Види і причини пошкоджень апаратури

**Мета:** ознайомитися з видами та причинами пошкоджень пускорегулювальної апаратури і з методами її ремонту.

**Методи:** словесні, наочні

### **План:**

- 1** Види та причини пошкоджень апаратури.
- 2** Ремонт пускорегулювальної апаратури.
- 3** Підвищення експлуатаційної надійності апаратури.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:**  
конспект, підручник.

### **Література:**

**1** Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. Ф. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. для учащихся электротехнических спец. техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415с.

## *1 Види та причини пошкоджень апаратури*

Пускорегулююча апаратура має наступні види ушкоджень: надмірне нагрівання котушок пускачів, контакторів і автоматів, міжвиткові замикання й замикання на корпус котушок; надмірне нагрівання й зношування контактів; незадовільна ізоляція; механічні неполадки.

Причина небезпечного перегріву котушок змінного струму – заклинювання якоря електромагніту в його розімкнутім положенні й низька напруга харчування котушок. При цьому магнітна котушка споживає більший струм, чому при утягненому якорі й нормальній напрузі, внаслідок чого вона швидко перегрівається й виходить із ладу.

Міжвиткові замикання можуть відбутися внаслідок кліматичних впливів на котушку (підвищена вологість, різкі зміни температури навколишнього середовища, наявність у ній шкідливих для ізоляції домішок і т.п.), а також внаслідок поганого намотування котушок, особливо якщо витки, що прилягають до фланців каркаса котушки, зсковзують у розташовані нижче шари, внаслідок чого виникають відносно більші різниці напруг, що ушкоджують міжвиткову ізоляцію. Міжвиткові замикання відбуваються головним чином у котушках змінного струму, тому що в них міжвиткові амплітудні напруги більше, чим у котушок постійного струму; крім того, вони піддані посиленним струсам від вібруючого сталевих каркаса.

Замикання на корпус відбувається у випадку нещільної посадки безкаркасної котушки на залізному сердечнику; виникаючі в системі вібрації приводять до перетирання ізоляції котушки і її відводів, внаслідок чого відбувається замикання на заземлений сталевий корпус апарата.

На нагрівання контактів впливають струмове навантаження, тиск, розміри й розчин контактів, а також умови охолодження й окиснення їх поверхні, механічні дефекти в контактній системі. При сильнім нагріванні контактів підвищується температура сусідніх частин апарата й, як наслідок, руйнується ізоляційний матеріал. При несприятливих умовах гасіння електричної дуги контакти окисняються. На дотичних поверхнях утворюється погано провідний шар.

Зношування контактів залежить від сили струму, напруги й тривалості горіння електричної дуги між контактами, частоти й тривалості включень, якості й твердості матеріалу. Установлене, що в межах твердості 30—90 (по Бринелю) інтенсивність обгорання різко убуває, а при більш високій твердості знижується незначно, тому упрочнять матеріал контактів понад зазначену межу недоцільно.

На ступінь обгорання впливає форма й розмір контактів. При занадто великій ширині контактів (більш 30 мм) бічна складова струму й магнітне поле в контакті сильно збільшуються, електрична дуга «вторгається» у стінку дугогасильної камери й залишається в цьому положенні, руйнуючи контакти й стінки камери.

Несправність ізоляції проявляється у вигляді утвору на її поверхні струмів витоку (пробої ізоляції дуже рідкі), тому необхідно захищати її від скупчення бруду й пилу. Більша частина всіх несправностей викликається зволоженням ізоляції і її порушенням під час будівельно-монтажних робіт і транспортування.

Механічні неполадки в апаратах виникають у результаті утвору іржі, механічних поломок осей, пружин, підшипників і інших конструктивних елементів. Механічні неполадки, викликані зношуванням або іншими явищами, відбуваються через погане змащення рухливих частин, скупчування вологи, застосування в конструкціях, що працюють на удар, матеріалів або дуже тендітних, або м'яких.

## ***2 Ремонт пускорегулювальної апаратури***

Перед ремонтом оглядають всі основні частини контактора, щоб встановити, які деталі підлягають заміні та відновленню. При невеликому обгоранні контактної поверхні її очищають від кіптяви і напливів звичайним особистим напилком і скляним папером. При заміні контактів їх виготовляють з мідних циліндричних або фасонних прутків з твердої міді марки М-1.

При ремонті контакторів дотримуються паспортних величин натискання контактів. Відхилення від них в ту чи іншу сторону може привести до нестійкої роботи контактора, викликаючи його перегрів і зварювання контактів.

Особливість ремонту магнітних пускачів – зміна несправних котушок і теплових елементів. При виготовленні нової котушки необхідно зберігати її

конструкцію. Теплові елементи пускачів, як правило, замінюють новим, заводським, т.к. їх в умовах майстерні відремонтувати важко.

У автоматичних вимикачів серії А та інших конструктивно аналогічних вимикачів пошкоджуються переважно контакти, що відключають механізм і механічних пружин. Залежно від характеру пошкодження ремонтують автоматичні вимикачі в електроремонтний цеху або на місці їх установки. Закопчені сталеві обміднені пластини решітки обережно очищають дерев'яною паличкою або м'якою сталевією щіткою, звільняючи їх від шару нагару, а потім протирають чистими ганчірками і промивають.

Технологічний процес виготовлення котушок складається з операцій намотування, ізолювання, просочення, сушіння та контролю котушки можна намотувати на намотувальний шаблон, на каркас або безпосередньо на ізольований полюс.

### ***3 Підвищення експлуатаційної надійності апаратури***

Найбільш важкі умови роботи апаратури спостерігається на підприємствах, де дуже велика вологість і агресивність середовища, де електроустаткування працює в короткочасному режимі. Апаратура виходить з ладу через сильну корозію чорних і кольорових металів (нерухомі та рухомі контакти, сердечники,) і руйнування ізоляції. З випускаємої апаратури захисту та управління магнітні пускачі отримали найбільше застосування.

Основні заходи щодо підвищення експлуатаційної надійності апаратури (крім планового технічного обслуговування):

- винос апаратури за межі підприємства в спеціальні приміщення. Однак таке розміщення апаратури вимагає збільшення числа проводів і ускладнює управління приводами;

- створення мікроклімату в шафах управління. Для постійного підтримання температури дещо вище температури навколишнього середовища в шафі управління досить невеликий контрольної лампи, що сигналізує про наявність напруги в мережі живлення. При наявності такого позитивного термоградієнта (досить мати перепад температур всього близько  $10\text{ C}^0$ ) ні волога, ні агресивні

агенти середовища не можуть надходити в апаратуру управління де вона добре зберігається. Лампа, неправильно вибрана за потужністю, перегрів – кість повітря всередині шафи;

– створіння герметизованих шаф управління. Промисловістю вже випускаються такі шафи.

– застосування летких інгібіторів для захисту апаратури від корозії і уповільнення процесу старіння ізоляції. Суть запропонованого способу полягає в тому, що, перебуваючи в певному об'єкті, летючий інгібітор, випаровуючись, абсорбується на поверхні, з якими він стикається, і створює на них самосорбційну (захисну) плівку.