Практична робота №4. З'єднання та кінець жил кабелів і проводів

Мета роботи: вивчити способи з'єднання та віконця жил та проводів, набути практичних навичок їх виконання.

Теоретичні відомості

Контактні з’єднання дуже важливим елементом електромонтажні роботи, тому що надійність будь-якої електричної установки значною мірою визначається якістю виконання електричного контакту. До всіх контактних з’єднань пред'являють певні технічні вимоги, у тому числі до електричних параметрів, конструкції, добреї стійкості до механічних факторів, надійності та безпеки.

Вимоги до електричного контакту:

Механічна міцність. Змонтований на жилі контакт має бути стійким до механічних впливів у процесі монтажу та експлуатації та не повинен погіршувати її механічних властивостей. Ступінь механічних впливів на контакт залежить від способу прокладання струмопровідних жил, умов експлуатації та інших причин.

Електричний опір контакту певної довжини не має перевищувати опір цільної жили такої ж довжини більш як на 20%. Якщо опір контакту значно більший за опір такої ж ділянки цільної жили, виникають місцеві перегріви, які погіршують стан контакту.

Наявність електрохімічної корозії може бути викликано наступними причинами. При дотику двох провідників з різних металів, наприклад алюмінію та міді, утворюється гальванічна пара. Матеріал, що утворює негативний електрод-катод (алюміній по відношенню до більшості застосовуваних в електротехніці металів є катодом), що поступово руйнується. Електролітом у таких випадках служить конденсована волога у поєднанні з газами або окисами її металів, що з'єднуються.

Для запобігання електрохімічній корозії контактні поверхні покривають третім металом або сплавом (наприклад, оловом), змащують місця контакту безкислотним вазеліном або покривають лаком, запобігаючи попаданню

повітря і вологи до місця з'єднання. У місцях приєднання жил проводів та кабелів необхідно залишати запас по довжині, що дозволяє виконувати повторне з'єднання. Місця з'єднань та відгалужень мають бути доступними для огляду та ремонту. Якість ізолювання місць з'єднань і відгалужень має поступатися якості заводської ізоляції жил.

Після виконання контактного з'єднання та ізоляції місця з'єднання проводять приймально-здатні випробування. Вони зазвичай обмежуються вимірюванням електричного опору або падіння напруги при проходженні з'єднання струму, близького до номінального. Іноді на вимогу приймача вимірюють також температуру нагрівання з'єднання або перевищення її над температурою навколишнього середовища при номінальному навантаженні контактного з'єднання. Для алюмінієвих жил перерізом до 6 мм2 у місцях приєднання їх висновків електрообладнання нормальним вважають падіння напруги не більше 7 мВ при проходженні контактного з'єднання тривало допустимого струму провідника.

Нагрів контактного з'єднання вважається допустимим, якщо виміряна температура при тривалому проходженні номінального струму не перевищує 90 ° в установках напругою нижче 660 В і 80°С напругою вище 660 В при температурі навколишнього повітря 35°С (для жил проводів та кабелів навколишня температура приймається 25°С. У контактних з'єднаннях алюмінієвих жил перетином до 6 мм^2 температура нагрівання не повинна перевищувати 65ºС при проходженні струму вище.

Способи з'єднання жил проводів та кабелів

Електричні з'єднання проводять шляхом використання зварювання, паяння, опресування, створенням розбірних контактних з'єднань.

Скрутка. Найбільш поширений спосіб з'єднання дротів - скручування (рис. 4.1). Згідно з основним документом в електротехніці ПУЕ («Правила влаштування електроустановок») скручування взагалі заборонено. Тим не менш, скручування є основним етапом таких варіантів з'єднання, як зварювання та паяння. Найголовнішою перевагою скручування є те, що вона не вимагає

абсолютно жодних матеріальних витрат. Все що знадобиться, це ніж для зняття ізоляційного шару з жил проводів та пасатижі для виконання з'єднання.

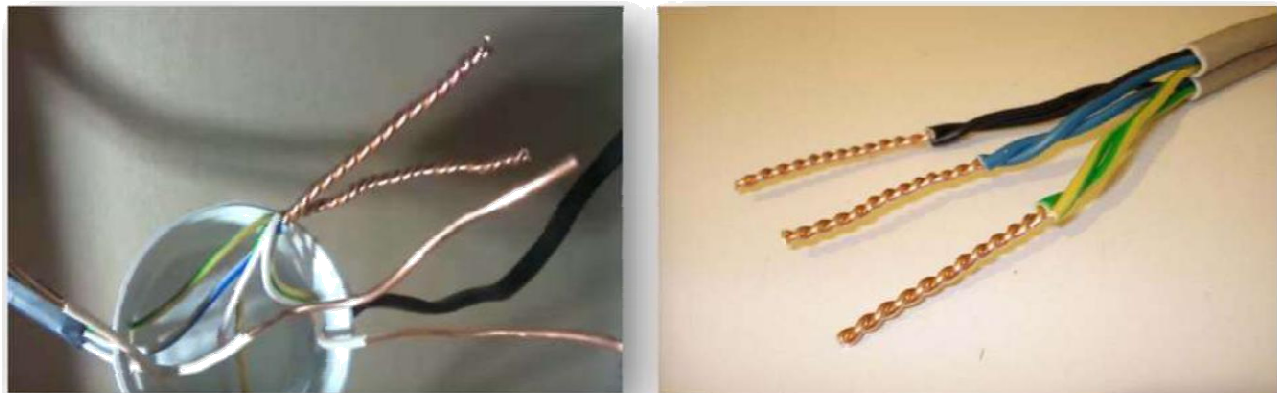

Рисунок 4.1 – Спосіб скручування

В скрутці можна одночасно з'єднувати кілька проводів, але їх загальна кількість не повинна перевищувати шести. Основним недоліком скручування є її ненадійність, згодом вона слабшає. Це з тим, що у жилах кабелю чи дроти присутня залишкова пружна деформація. У місці скручування збільшується перехідний опір, що може призвести до порушення контакту і нагрівання і може статися спалах. За допомогою скручування не можна з'єднувати електропроводи, виконані з різних металів. Як виняток можна скрутити мідний і алюмінієвий провід, але тільки в тому випадку, коли мідна жила попередньо буде залужена припоєм. У електротехніці існують поняття роз'ємного чи нероз'ємного з'єднання. Скрутка не відноситься до жодного, ні до іншого. Роз'ємне з'єднання характеризується тим, що його кінці можна багато разів роз'єднувати. У скрутці цього повноцінно не зробити, щоразу після чергової розкрутки та закрутки жил, вони псуватимуться. Назвати скручування нероз'ємним з'єднанням теж ніяк не можна, тому що в ньому немає необхідних для цього поняття міцності, надійності та стабільності. У цьому полягає ще один мінус скрутного з'єднання. Найчастіше вона використовується як тимчасовий варіант і замінюється надалі надійнішими способами комутації.

Порядок виконання скручування. Для початку зачищаються жили на 70-80 мм. Усі комутовані провідники потрібно закручувати в одне єдине скручування одночасно, а не намотувати один навколо іншого.

Помилковим вважається закручування жили між собою з того місця, де закінчується ізоляційний шар. Необхідно тут затиснути обидві жили одними пасатижами, а іншими захопити кінчики проводів і проводити обертальні рухи за годинниковою стрілкою. Отримане скручування необхідно ретельно заізолювати. Для цього використовується ізоляційна стрічка (ізострічка). Ізолювати потрібно не тільки саме з'єднання, а й заступ на 2-3 см поверх ізоляції жил. Таким чином, забезпечується в скручуванні надійність ізоляції. Заізолювати з'єднання проводів можна і за допомогою термусадних трубок (рис. 4.2). Основна сфера використання термусадних трубок (ТУТ) - ізоляція струмопровідних проводів. Відмінні електроізоляційні властивості та зручність монтажу дозволяють успішно замінювати ними звичайну ізоляційну стрічку.

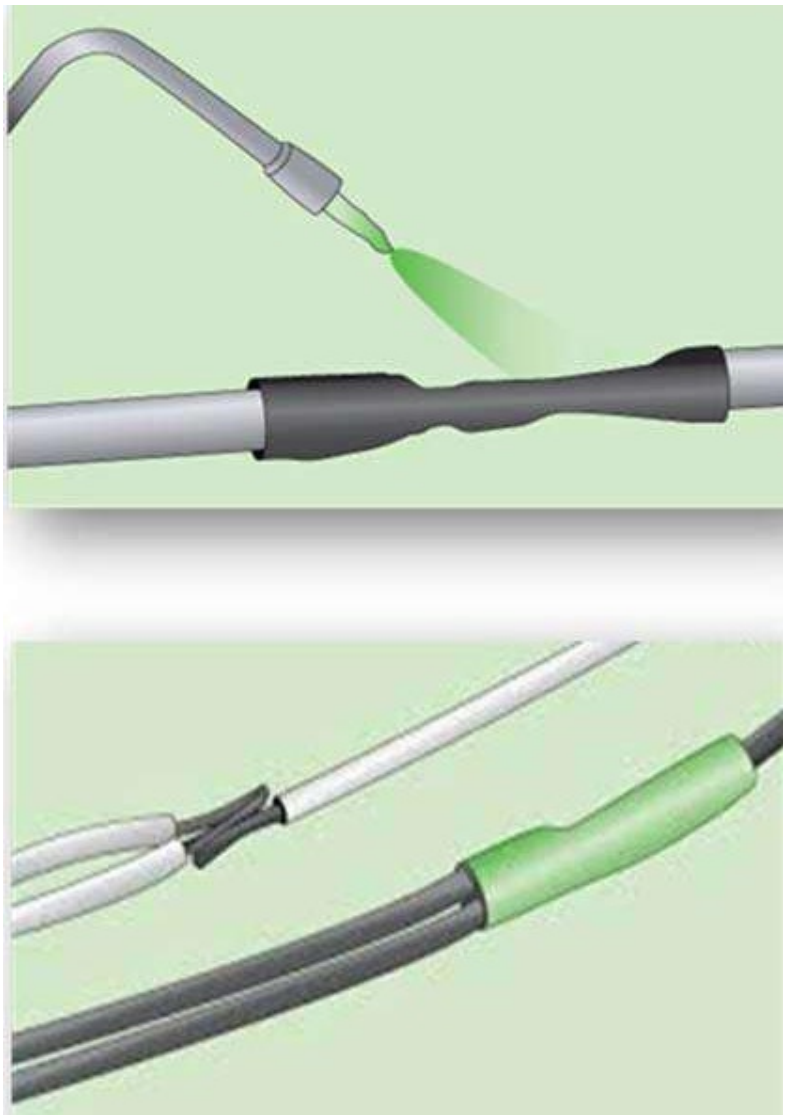

Рисунок 4.2 – Приклад використання термусадних трубок

Для цього термотрубка втягується заздалегідь на одну з жил, що з'єднуються, після скручування проводів підводять трубку на місце скручування. Під впливом високої температури термоусадна трубка стискається і щільно обхопить провід, тим самим забезпечуючи надійну ізоляцію та механічний захист. Для того, щоб скручування якісним потрібно зміцнити місце з'єднання зварюванням або паянням.

Паяння. Паяння – це коли електричні дроти з'єднуються при допомоги розплавленого припою (рис. 4.3).

Рисунок 4.3 – З'єднання проводів пайкою

Такий вид з'єднання найбільше підходить для мідних проводів. Хоча зараз є різні флюси і для алюмінію, але краще від такої пайки утримуватись. Але при необхідності можна використовувати спеціальні флюси та паяти навіть мідь з алюмінієм. За надійністю з'єднання пайкою поступається лише зварюванню.

Паяння мідних жил виконують із флюсом. Найчастіше застосовують олов'яно-свинцевий припій, який наносять на місце паяння. Після закінчення паяння з'єднання ізолюють ізострічкою. Паяння жил перетином до 1,5 мм^2 включно рекомендується виконувати паяльник. До недоліків такого методу варто віднести високу трудомісткість. Паяння вимагає певних підготовчих робіт, жили дротів перед скручуванням потрібно попередньо залудити.

Поверхні, що спаюються, повинні бути перед початком роботи вільними від окислів і абсолютно чистими.

Покроковий процес виконання паяння:

1. Зняти ізоляцію із жил на 40-50 мм.

2. Зачистити оголені ділянки жили за допомогою наждакового паперу.

3. Занурити в каніфоль розігрітий паяльник і поводити їм по зачищеним поверхням кілька разів

4. Виконати скручування

5. Жало паяльника піднести до припою

6. Набраним припоєм прогріти скрутку, олово повинне розплавитися і заповнити проміжки між витками

7. Таким чином, вся скручування обволікається оловом, після чого їй дають охолонути.

6. Затверділа паяння потрібно протерти спиртом і заізолювати.

Зварювання. Щоб з'єднання електричних проводів було максимально надійним, розглянутий спосіб скручування обов'язково надалі закріплюють зварюванням (рис. 4.4). Замість паяльника використовується зварювальний апарат. Цей спосіб найбільш кращий перед рештою, оскільки за надійністю і якістю відповідає всім нормативним вимогам. Метод зварювання ґрунтується на контактному розігріванні кінчиків проводів поки не утвориться кулька (контактна точка).

Рисунок 4.4 – З'єднання проводів зварюванням

Ця кулька виходить єдиним цілим із сплавлених кінців всіх жил, що з'єднуються, що забезпечує безпечний і надійний контакт, він не буде з часом слабшати і окислюватися. Мінусом зварювання є те, що для проведення подібних робіт потрібні певні знання, досвід, навички та спеціальні пристрої, найчастіше доводиться звертатися до фахівців.

Необхідні пристрої, інструменти та матеріали:

- зварювальний інвертор потужністю не менше кВт, вихідне напруга в нього має бути до 24 В;

- вугільний чи графітовий електрод; окуляри чи маска захисту очей; зварювальні шкіряні

- рукавички для захисту рук;

- монтерський ніж або стрипер для зняття ізоляційного шару з провідників;

- наждачний папір (для зачистки струмопровідних, що з'єднуються) поверхонь);

- ізоляційна стрічка для подальшої ізоляції зварювального місця з'єднання.

Послідовність виконання зварювання:

1. Кожен провід, що з'єднується, треба звільнити від ізоляції на 60-70 мм

2. Зачистити оголені жили до блиску за допомогою наждакового паперу

3. Виконати скручування, після відкушування довжина її кінчиків повинна бути не менше 50 мм

4. Згори скручування закріпити кліщі заземлення

5. Для розпалювання дуги до низу скрутки піднести електрод і злегка торкнутися їм з'єднаних жил. Зварювання відбувається дуже швидко.

6. Виходить контактна кулька, якій треба деякий час для охолодження, після чого заізолювати ізострічкою. В результаті на кінці виходить практично цілісний провід, тобто контакт матиме найменший перехідний опір.

Опресування. В основу методу опресування покладено принцип місцевого вдавлювання трубчастої частини сполучної гільзи, а для опресування мідних жил перетином до 2,5 – принцип гребінчастого вдавлювання. Якість

контакту при опресуванні визначається правильним вибором розмірів сполучних гільз, робочого інструменту та від чистоти поверхні жили та внутрішньої поверхні гільзи.

Для руйнування плівки оксиду алюмінію перед опресовуванням в гільзу вводять пасту, що складається з механічної суміші вазеліну та дрібних частинок кварцового піску. У процесі опресовування частинки кварцового піску руйнують плівку оксиду алюмінію, а вазелін запобігає новому утворенню плівки.

При опресуванні алюмінієвих та мідних жил застосовують два види механізмів: механічні та гідравлічні прес-кліщі, що розвивають зусилля на пуансоні від 5,5 до 14 кН, а також механічні та гідравлічні преси, що розвивають зусилля до кН. На рис. 4.5 показаний процес опресовування, на рис. 4.6 показані різні види сучасних кліщів для опресовування.

Рисунок 4.5 – Процес опресування

Рисунок 4.6 – Різні види кліщів для опресовування

Прес-кліщі (рис. 4.6) призначені для опресування алюмінієвих жил у гільзах, а також для кінець мідних жил перетином 4-6 мм^2 у наконечниках типу (Т) і мідних жил перетином 1,5-2,5 мм^2 у кабельних кінцевих наконечниках типу (П). Найчастіше застосовувані кліщі для опресування жил при електромонтажних роботах у житлових будинках) – кліщі КСП. Вибір гільз для

опресування алюмінієвих жил перерізом 2,5-10 мм^2 з підбором відповідного інструменту залежить від сумарного перерізу жил, що з'єднуються і відгалужуються, і здійснюється за табл.4.1.

Таблиця 4.1 . – Вибір гільз для опресування

Сумарний перетин жил, мм^2	Тип гільзи	Маркування інструменту в залежності від застосовуваного механізму						Залишкова товщина в місці опресування, (+0,2мм)
		ПК-2		ПК-1		КСП		
		Матр	Пуан.	Матр.	Пуан.	Матр.	Пуан.	
7,5	ГАО-4-1	А4	А4	А4	А4	А4	А4	3,5
15	ГАО-4-2	А4	А4	А4	А4	А4	А4	3,5
13	ГАО-5-1	А5	А5	А5	А5	А5	А5	4,5
26	ГАО-4-2	А5	А5	А5	А5	А5	А5	4,5

Опресовування при монтажі та ремонті за допомогою гільз (втулок) проводять у послідовності, показаній на рис. 4.7.

Рисунок 4.7 – Опресування за допомогою гільз (втулок)

Підготовка струмопровідних жил для одностороннього та двостороннього опресування, що містить у собі зняття ізоляції, зачищення жил, змащення гільз кварцовазеліновою пастою, заведення струмопровідних жил у

гільзу. При сумарному перерізі жил менше номінального, наведеного в таблиці, в гільзи вводять додаткові дроти, які зачищають аналогічно кінцям проводів, що піддаються обпресуванню; в процес опресування, що містить в собі вдавлювання пуансона в гільзу до моменту дотику із заплечиками матриці або до спрацьовування запобіжного пристрою.

Лунки від вдавлювання повинні розташовуватися на одній лінії вздовж осі гільзи.

Болтове з'єднання. Болти для з'єднання проводів раніше застосовувалися часто, зараз цей метод більше властивий колам із підвищеною напругою (рис.4.8). Контакт виходить надійним, але під'єднаний таким способом електричний вузол виходить занадто громіздким. Сучасні коробки менші і не розраховані під комутацію проводів подібним способом.

Рисунок 4.8 – Болтове з'єднання

Цей спосіб з'єднання – один із способів вирішити вічну проблему з'єднання провідників, виконаних з різних металів (наприклад, з'єднання алюмінієвих та мідних дротів тощо). Болтовий контакт ідеально підходить для комутації абсолютно несумісних жил – тонких і товстих, алюмінієвих та мідних, одножильних та багатожильних. При монтажі з'єднання, необхідно між мідним та алюмінієвим проводом встановити металеву анодовану шайбу.

Порядок виконання болтового з'єднання.

Жили дротів необхідно зачистити і кінчики скрутити у вигляді кільця. На болт надягається сталева шайба, далі накидаються кільця проводів, що з'єднуються (це в тому випадку, коли вони з однорідного металу), потім слідує ще одна сталева шайба і все закручується гайкою. Якщо підключення алюмінієвого та мідного проводів, між ними необхідно розташувати ще одну додаткову шайбу. Плюси такого з'єднання полягають у його простоті. За

потреби болтову конструкцію завжди можна розкрутити. Якщо треба, то можна додати ще жили дротів (наскільки дозволить довжина болта). Найголовніше у такому вигляді з'єднання – не допустити прямого контакту міді та алюмінію, не забувати прокладати між ними додаткову шайбу. І тоді такий комутаційний вузол прослужить довго та надійно.

Всі гвинтові та болтові з'єднання необхідно перевіряти: для алюмінієвих проводів - раз на пів року, для мідних - досить раз на два роки.

Сучасні технології. У багатьох випадках розглянуті методи поступово відходять у минуле. На заміну їм прийшли заводські з'єднувачі проводів, які значно полегшили та прискорили монтажні та комутаційні роботи:

1. Клемні колодки, всередині яких є латунні гільзи трубчастого виконання. У ці трубочки вставляються зачищені жили проводів і фіксуються закручуванням гвинтів.

2. Ковпачки СІЗ, усередині яких розташовані обтискні пружини. У ковпачок вставляються жили і потім його з невеликим зусиллям провертають за годинниковою стрілкою, тим самим усередині надійно здавлюються дроти, що з'єднуються.

3. Самозатискні клеми. У них достатньо розмістити проводок, а там він автоматично фіксується рахунок притискної пластини.

4. Клемники важеля виконання. Такий сполучний елемент багаторазового використання. Достатньо лише підняти важіль, вставити провідник у контактний отвір та опустити важіль назад, надійна фіксація забезпечена.

Клемні колодки дуже часто застосовуються при підключенні освітлювальних приладів до дротів з алюмінію (рис.4.9). Багаторазові скручування призводять до швидкого зламу подібних провідників, внаслідок чого від їхньої довжини практично нічого не залишається. У таких ситуаціях і нагоді колодка, адже для з'єднання з її допомогою достатньо лише сантиметрової довжини кабелю.

З'єднання проводів за допомогою клемних колодок:

1. Зчищаємо ізоляцію з кінців проводів, що з'єднуються, приблизно на 0,5 см.

2к. Вставляємо кабелі в клемну колодку та затискаємо гвинтом. Затягуємо його з невеликим зусиллям – алюміній є досить м'яким і тендітним металом, тому зайве механічне навантаження йому не потрібне.

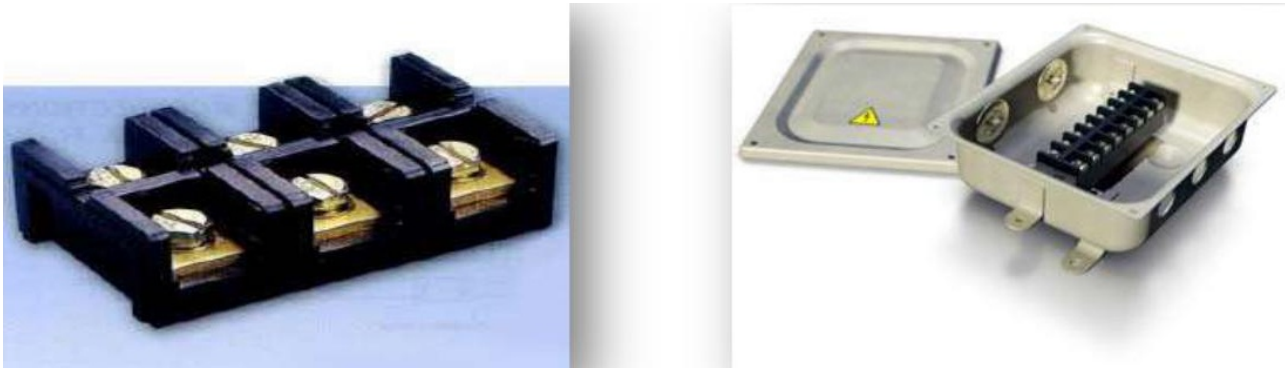

Рисунок 4.9 – Клемні колодки

Також клеми дуже добре підходять для з'єднання зламаних кабелів, прокладених у стіні, коли прокладка нової проводки є недоцільною, а довжини провідників, що залишилася, недостатньо для виконання з'єднань іншими методами.

Колодки можна заштукатурювати лише за умови їх установки у розподільчій коробці.

Клемні з'єднання «горішки». Іноді виникає потреба з'єднання алюмінієвих та мідних проводів. У таких випадках рекомендують застосовувати клемні з’єднувальні горішки (рис.4.10).

Рисунок 4.10 – Клемні з'єднання «Горішки»

З'єднання цього типу складаються з трьох пластин, між якими, власне, і затискаються дроти. Однією з переваг даного типу з'єднання є те, що для з'єднання дроту, що відходить, немає необхідності розривати магістраль.

Достатньо просто відкрутити 2 болти, вставити між двох пластин провід, і закрутити болти на місце. Відхідний провід вставляється між середньою пластиною, що залишилася. З'єднання готове.

Ковпачки СІЗ. Ковпачки СІЗ – це сполучні ізолюючі затискачі, які виготовлені з непідданого горіння пластикату (рис. 4.11).

Усередині таких ковпачків розташовується конічна пружинка із металу. Коли їх з невеликим зусиллям навертають на скручування, пружина розсувається і стискає дроти, а оболонка із пластику дає надійну електроізоляцію, а також механічний та протипожежний захист. Ковпачки СІЗ є конічними деталями з металевими втулками, усередині яких є різьблення. Вставивши два дроти в цю деталь і повернувши її кілька разів - дроти будуть надійно з'єднані. При необхідності це з'єднання можна без проблем розібрати.

Рисунок 4.11 – Ковпачки СІЗ

Також є сполучні ізолюючі затискачі з пелюстками (СІЗ-Л), призначені для з'єднання та фіксації пучка мідних проводів. Корпус має пелюстки збільшення важеля (рис.4.12)

Рисунок 4.12 – Сполучний ізолюючий затискач з пелюстками (СІЗ-Л)

Самозатискні клеми WAGO. Нещодавно з'явилися модифіковані клеми, оснащені пружинними затискачами (рис. 4.13).

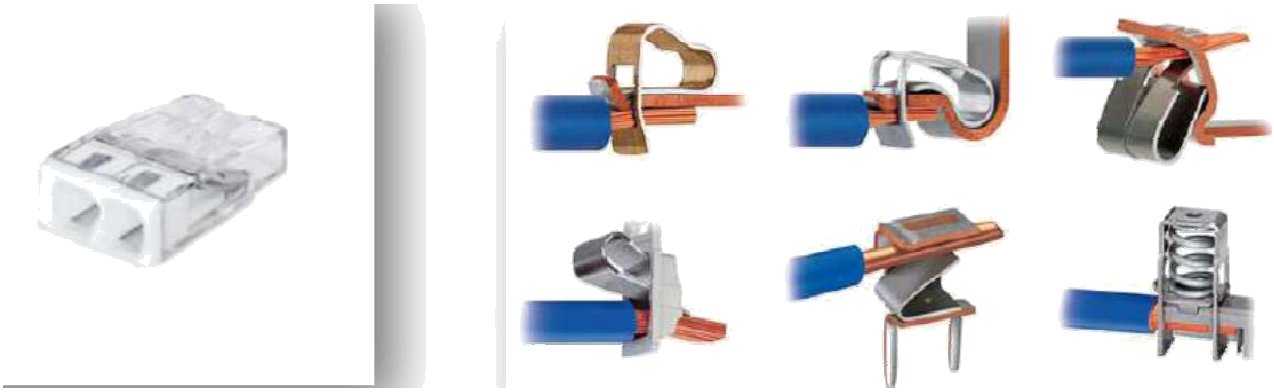

Рисунок 4.13 – Самозатискні клеми WAGO

Доступні одноразові (провідники вставляються без можливості їх подальшого вилучення) та багаторазові (оснащені важелем, що дозволяє діставати та вставляти кабелі) колодки. Універсальні самозатискні клеми WAGO призначені для приєднання та відгалуження одножильних та маложильних мідних проводів у колах змінного струму з частотою 50 Гц та напругою до 380 В. Мають зручний безгвинтовий пружинний механізм з'єднання струмопровідних проводів. Використання затискачів WAGO гарантує надійність контакту, за винятком нагрівання в місці з'єднання.

Клемники WAGO мають такі переваги:

- для монтажу не потрібні додаткові пристрої;
- можна з'єднувати різнорідні дроти (алюміній та мідь);
- можна з'єднувати провідники різних перерізів у межах одного клемника;
- деякі моделі можуть бути демонтовані та використанівдруге;
- деякі моделі поставляються зі змащенням на пружині та струмопровідній шині, що запобігає окислам. Це особливо актуально під час роботи з алюмінієвими жилами;
- займають мало місця у розподільчій коробці;
- ізольований корпус.

Існують інші фірми-виробники такого типу електротехнічних виробів - клемники REXANT, TRIDONIC, Klemsan, СМЯ і тощо.

Клемники важельного виконання. Універсальні ізольовані клеми важільного виконання призначені для підключення будь-яких типів мідних провідників: моножильних та багатожильних тонкодротяних (рис. 4.14).

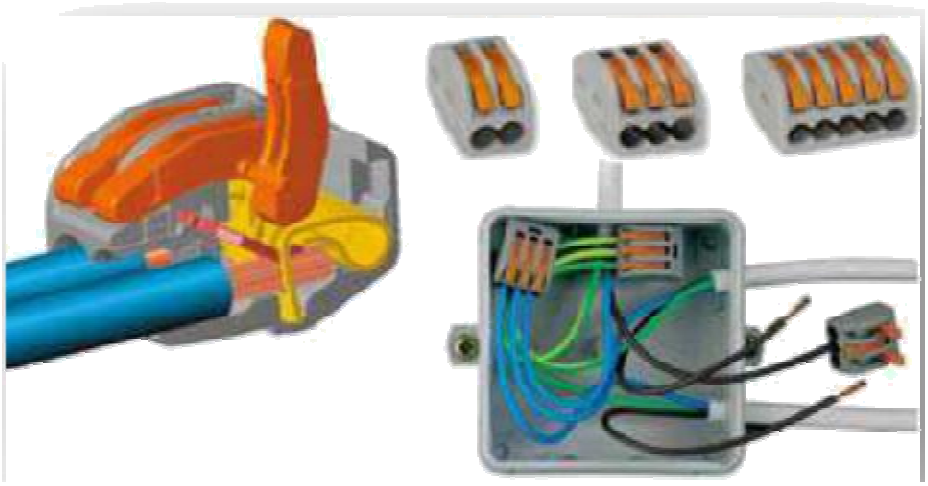

Рисунок 4.14 – Клеми важільного типу

Затискач проводів у клемі здійснюється за допомогою помаранчевих важелів. Наявність спеціального паза в корпусі клеми для розміщення важеля у закритому положенні надійно запобігає випадковому від'єднанню провідника.

Перевагою використання даних клем дає можливість вимірювання електричних параметрів кола без розбору та порушення ізоляції з'єднання, безпека та порядок у розподільчій коробці.

Відгалужувачі. Відгалужувачі (ВВ) – призначені для приєднання відведення до основного проводу та ізоляції місця приєднання. Монтаж відгалужувачів показано рис. 4.15.

Рисунок 4.15 – Монтаж відгалужувачів

Для монтажу відгалужувача потрібно закріпити відгалужувач на проводі, що відводить, закрити кришку відгалужувача. При цьому контактна частина з лудженої латуні прорізає ізоляцію дроту і забезпечує якісне з'єднання без зачистки ізоляції та паяння. А кришка відгалужувача повністю ізолює місце з'єднання, замикаючись зверху.

Монтаж затискачів-відгалужувачів. Для монтажу за допомогою затискачів-відгалужувачів, необхідно відгалужувач заклацнути на основному дроті. При цьому контактна частина із лудженої латуні прорізає ізоляцію дроту. Провід, що приєднується, підключається з торця відгалужувача через наконечник НПИ-П або НППИ-П за принципом "вилка-розетка". Монтаж затискачів-відгалужувачів показано рис. 4.16.

Рисунок 4.16 – Монтаж затискачів-відгалужувачів

Порядок виконання роботи

1. Вивчіть різні способи з'єднання та монтажу проводів та кабелів.

2. Виконайте з'єднання проводів і кабелів методом паяння, скручування та опресування по порядку виконання роботи, зазначених у теоретичній частині роботи.

3. Виконайте з'єднання проводів за допомогою сучасних клемних колодок. (В даному завданні пропонується з'єднання проводів за допомогою клемних колодок, ковпачків СІЗ, самозатискних клем WAGO, клемників важеля виконання, а також провести монтаж відгалужувачів та затискачів відгалужувачів).

4. Вимкнути паяльник. Упорядкувати робоче місце.

5. Виконану роботу надати викладачеві на перевірку.

Звіт по роботі

1. Найменування та мета роботи.

2. Порядок виконання.

3. Відповіді на контрольні питання.

4. Висновок щодо виконаної роботи.

Контрольні питання

1 Перелічіть вимоги ПУЕ, які слід виконати при розмітки електропроводки.

2. Які ви знаєте способи з'єднання кабелів та проводів?

3. Перерахуйте способи з'єднання жил проводів методом опресування.

4. У яких випадках застосовується спосіб з'єднання жил проводів методом болтового з'єднання?

5. У яких випадках застосовується спосіб з'єднання жил проводів методом паяння?

6. Які ви знаєте марки проводів та кабелів, опишіть їх характеристики?