

621.311(075)

Д, 31

О.Д. ДЕМОВ, М.П. СВИРИДОВ, В.В. ВЕРЖУК

**ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ
РОБОТИ.**

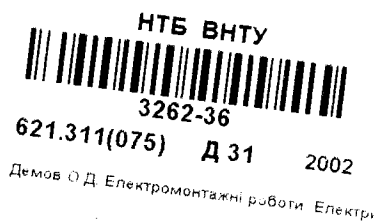
ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ДО 1000В

3262-36^u

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

О.Д.Демов, М.П.Свиридов, В.В.Вержук

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ РОБОТИ. ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ДО 1000В



Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів електротехнічних спеціальностей. Протокол № 9 від 27 квітня 2001 р.

Вінниця ВДТУ 2002

УДК 621.311

Д51

Рецензенти:

Б.С. Рогальський, доктор технічних наук, професор

В. І. Назул, кандидат технічних наук, доцент

О.Є. Рубаненко, кандидат технічних наук, доцент

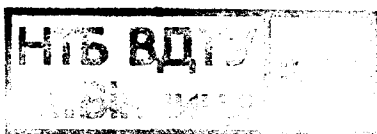
Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

О.Д.Демов, М.П.Свиридов, В.В.Вержук

Д51 Електромонтажні роботи. Електричні мережі до 1000В.

Навчальний посібник з дисципліни "Робоча професія". – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 55 с.

В навчальному посібнику викладені характеристики електричних мереж до 1000 В та їх елементів. Посібник написаний для студентів першого курсу факультету електроенергетики та електромеханіки і призначений для підготовки до лабораторного практикуму з дисципліни "Робоча професія", який включає в себе виконання чотирьох лабораторних робіт.



УДК 621.311

© О.Д.Демов, М.П.Свиридов, В.В.Вержук, 2002

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Характеристика та конструктивне виконання цехових мереж до 1000 В	5
1.1. Призначення цехових електричних мереж до 1000 В.....	5
1.2. Освітлювальні мережі промислових підприємств.....	15
1.3. Характеристика розподільних пристроїв.....	19
ТЕМА 1: РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ	26
2. Вибір автоматичних вимикачів та плавких запобіжників.....	28
2.1. Характеристика автоматичних вимикачів та плавких запобіжників.....	28
ТЕМА 2: ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ	38
2.2. Вибір плавких запобіжників та автоматичних вимикачів.....	40
ТЕМА 3: ВИБІР АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ	42
3. Перевірка автоматичних вимикачів та плавких запобіжників на спрацювання при коротких замиканнях.....	44
3.1. Визначення опору петлі "фаза-нуль".....	44
ТЕМА 4: ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ПЕТЛІ "ФАЗА-НУЛЬ"	46
3.2. Розрахунок струмів короткого замикання в мережах 0,4 кВ... ..	47
3.3. Перевірка автоматів на спрацювання при коротких замиканнях.....	48
Додаток А. Технічні дані автоматичних вимикачів напругою до 1000 В	50
Література	55

ВСТУП

Основою системи електропостачання промислового підприємства є живильні та розподільчі мережі. Останні, як правило, є електричними мережами до 1000 В. Вивчення основних характеристик цих мереж та їх елементів є обов'язковим при формуванні професійних навичок спеціалістів, які мають обслуговувати електричні мережі до 1000 В.

При підготовці даного посібника, який призначений для проведення лабораторного практикуму з дисципліни "Робоча професія", ставилась задача ознайомити студентів першого курсу з основними характеристиками електричних мереж до 1000 В та їх елементами. Метою виконання лабораторних робіт є освоєння практичних навичок з обслуговування вказаних мереж.

Матеріал посібника може бути використаний на старших курсах при вивченні дисциплін "Основи електропостачання" та "Монтаж і експлуатація".

В першому розділі дається характеристика силових та освітлювальних мереж до 1000В. Тут розглядається одна тема: розподільні пристрої низької напруги.

Другий розділ присвячений вивченню основних характеристик і вибору автоматичних вимикачів та плавких запобіжників. Тут розглядається дві теми:

1. Електричні апарати низької напруги.
2. Вибір автоматичних вимикачів.

У третьому розділі розглядається питання перевірки на спрацювання автоматичних вимикачів та плавких запобіжників при коротких замиканнях. В цьому розділі матеріал подається однією темою: Вимірювання опору петлі " фаза-нуль".

Розподіл розділів між авторами такий: Демов О.Д. – розділи 2, 3; Свиридов М.П. – розділ 1.2; Вержук В.В.– розділ 1.1; 1,3;

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КОНСТРУКТИВНЕ ВИКОНАННЯ ЦЕХОВИХ МЕРЕЖ ДО 1000 В

1.1 Призначення цехових електричних мереж до 1000 В

Електричні мережі використовують для передачі та розподілу електричної енергії цеховим споживачам промислових підприємств. Споживачі електроенергії приєднуються через внутрішньоцехові підстанції та розподільні пристрої за допомогою захисних і пускових апаратів.

Схеми електричних мереж для внутрішньоцехового розподілу електроенергії повинні виконуватись з урахуванням забезпечення необхідної надійності живлення споживачів електроенергії, зручності та безпеки експлуатації, високої індустріалізації електромонтажних робіт, особливостей та режимів роботи промисловості, для якої проектуються мережі. При цьому витрати на спорудження лінії, кількість провідникового матеріалу та втрати електроенергії повинні бути мінімальними.

Вирішальну роль при виборі схеми відіграє стан навколишнього середовища та рекомендований ступінь захисту електрообладнання у виробничих приміщеннях: нормальних, з підвищеною температурою і вологих – IP20; заплених – IP40; вогких – IP44; особливо вологих та з хімічно-активним середовищем – IP54. Наприклад, комплектні магістральні шинопроводи мають ступінь захисту IP-20. Розподільні шинопроводи - IP-31.

Отже, шинопровідні мережі не можуть застосовуватись в заплених, вологих, особливо вологих приміщеннях, а також в приміщеннях з хімічно-активним середовищем. Найбільш складними є схеми цехових мережу в вибухонебезпечних приміщеннях, для яких застосовується спеціальне вибухобезпечне обладнання.

Поділ мереж

Цехові мережі умовно поділяють на мережі живлення, які приєднуються до джерела живлення (підстанції), і розподільні, до яких приєднуються електроприймачі. Схеми мереж бувають радіальними, магістральними та змішаними.

Радіальні схеми характеризуються тим, що від джерела живлення, наприклад, від розподільного щита трансформаторної підстанції (ТП) окремими лініями підключають потужні електроприймачі (двигуни М) або групові розподільні пристрої, від яких, в свою чергу, самостійними лініями заживлюють інші електроприймачі малої потужності (рис. 1.1).

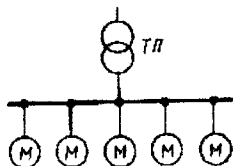


Рисунок 1.1 – Радіальна схема живлення електроприймачів до 1000 В

Прикладом радіальних схем є мережі живлення насосних або компресорних станцій, вибухонебезпечних та пожежобезпечних виробництв, заплених цехів та виробництв з хімічно-агресивним середовищем.

Радіальні схеми забезпечують високу надійність живлення; в них можуть бути використані елементи автоматики. Разом з тим радіальні схеми потребують великих витрат на монтаж розподільних щитів, кабелів та проводів.

Магістральні схеми

Магістральними називають мережі, в яких для передачі електроенергії до декількох споживачів використовується одна лінія електропередачі.

Використанню магістральних схем надають перевагу тоді, коли навантаження на площі цеху розподілене рівномірно.

Ці схеми не потребують установки розподільного щита на підстанції і енергія розподіляється за схемою блока “трансформатор-магістраль”, що спрощує спорудження цехової підстанції (рис.1.2).

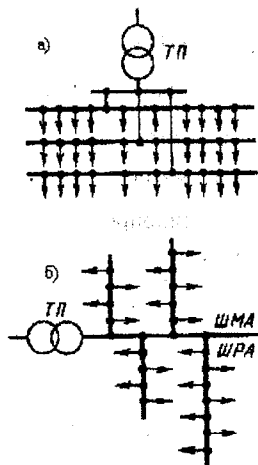


Рисунок 1.2 – Схеми живлення електроприймачів до 1000 В:

а) магістральна; б) блок “трансформатор-магістраль”

Наявність зв'язку між магістралями окремих підстанцій забезпечує надійне електропостачання та мінімальні витрати на резервування. Таким резервуванням може бути забезпечено надійне електропостачання приймачів другої та третьої категорій. Прикладом застосування магістральних схем є машинобудівна промисловість, споживачі якої, як правило, відносяться до другої категорії надійності електропостачання, а більша частина електроприводів малої потужності металообробних верстатів рівномірно розподілена на всій площі цеху.

В магістральних схемах можливе використання збірних конструкцій шинопроводів і швидкий монтаж мереж, можливе переміщення технологічного обладнання на території цеху без реконструкції мереж, але вони мають невисоку надійність електропостачання, оскільки пошкодження магістралі за трансформатором веде до відключення всіх споживачів.

Змішані схеми

Враховуючи особливості радіальних та магістральних мереж використовують змішані схеми, які складаються з елементів радіальних і магістральних електричних мереж. Наприклад, в механічних цехах при системі блока “трансформатор-магістраль” електропостачання виконують магістральним шинопроводом ШМА, до якого приєднують розподільні шинопроводи ШРА. На деяких ділянках цеху встановлюють розподільні пункти для живлення електроприймачів, які приєднують до найближчих магістральних або розподільних шинопроводів.

Конструктивне виконання цехових мереж

Основними вимогами щодо вибору типу, способу, прокладки різних проводів (проводів, кабелів, шинопроводів) є: стійкість проводів та їх ізоляції до дії навколишнього середовища, надійний захист від механічних пошкоджень, електро і пожегобезпечність, гнучкість змін схеми мережі, мінімальні витрати на монтаж мережі. При цьому слід враховувати, що кабельні лінії низької напруги прокладені відкрито, можуть бути дешевшими від прокладених в трубах, при довжині ліній більше 100 метрів. Для електричних мереж слід використовувати провідники з алюмінієвими жилами. Провідники з мідними жилами, враховуючи дефіцит міді, дозволяється використовувати тільки в особливих випадках, встановлених ПУЕ, наприклад, для живлення електроприводів кранових установок і вибухонебезпечних приміщень.

При виготовленні та прокладанні ізольованих проводів і кабелів необхідно широко використовувати пластмасову ізоляцію (полівінілхлоридну, поліетиленову, фторопластову та ін.). Цей матеріал відрізняється високою теплоемністю, малими діелектричними втратами, доброю теплопровідністю і повинен широко використовуватись при всіх напругах, що застосовуються в електропостачанні промислових підприємств.

Цехові електричні мережі виконують кабелями та ізольованими проводами, які прокладають безпосередньо на будівельних елементах і елементах технологічного обладнання, в коробах, на лотках, в трубах, а також тросовими проводами; комплектними шинопроводами – магістральними, розподільними та освітлювальними, які встановлюють на опорних конструкціях, на підлозі, стінах, колонах, фермах і ін.; комплектними тролєями, закріпленими на тролєйних кронштейнах та комплектними тролєйними шинопроводами, які закріплюють на спеціальних конструкціях. В цехових електричних мережах використовують для прокладання проводи марок: АПВ, АПРВ; АТПРФ безпосередньо по негорючих поверхнях; АПР на роликах та ізоляторах; АПВ, АПРТО, АПРВ, АПР в пластмасових трубах; АПВ, АПРТО, АПРВ, АПР в сталевих трубах і металорукавах; АПВ, АПР, АПРВ в коробах та на лотках. Тросові проводки виконують проводами АРТ.

При виконанні цехових мереж кабелями, окрім вище зазначених умов, передбачають також широке використання кабелів з алюмінієвою оболонкою і кабелів з пластмасовою ізоляцією на заміну кабелів зі свинцевою оболонкою. Використання кабелів зі свинцевою оболонкою передбачають тільки для підводного прокладання, а також в шахтах та особливо небезпечних корозійно-активних середовищах. В інших випадках вибір кабелів зі свинцевою оболонкою підлягає спеціальному обґрунтуванню.

При наявності небезпеки механічних пошкоджень слід використовувати кабелі з стрічковою бронею. Якщо мережа прокладається кабелями в ґрунтах або трубах, з наявністю надзвичайно агресивного середовища, необхідно використовувати кабелі з посиленими захисними антикорозійними покриттями.

При прокладанні кабелів з паперовою ізоляцією, різниця рівнів між верхньою та нижньою точками на тросі не повинна перевищувати максимально допустимої згідно з ДЕСТ 18410-73.

При виконанні цехових мереж найбільш широко використовують такі марки кабелів: ААШ_В, ААШ_П, ААБ_Л, АСБ, АА_Л, ААП_Л, АСП_Л, АВВГ, АП_СВГ – для прокладання в землі; ААГ, ААШ_В, ААБ_ЛП, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АП_ВВГ, АПВГ, АП_СВГ, АП_СВГ, АВРБГ та ін. – для прокладання в повітрі; СШ_ВААШ_В¹, СБ_Н, СБ_Л, СБШ_В, АОСК, ОСК та ін – для прокладання у воді.

Оскільки спектр кабельної продукції набагато ширший від приведенного вище, слід при виконанні цехових мереж за допомогою кабельної продукції користуватись “Єдиними технічними вказівками з вибору та використання електричних кабелів” [від 11 травня 1978 р. ГКНТ].

Крім проводок та мереж виконаних кабелями в цехах промислових підприємств, широко застосовують шинопроводи. Шинопровід це комплектна електрична мережа, яка складається з секцій, з’єднаних між собою гвинтами, зварюванням або штепсельними з’єднувачами. Секції бувають: прямі, кутові, гнучкі, ввідні, відгалуження, компенсуючі, перехідні та ін. Довжина секцій уніфікована і кратна 770 мм.

Шинопроводи бувають магістральні, розподільні, освітлювальні, тролейні. Магістральні шинопроводи використовують для живлення розподільних шинопроводів і пунктів потужних електроприймачів. Магістральні шинопроводи зібрані з алюмінієвих прямокутних ізованих шин, розташованих вертикально, і затиснутих всередині перфорованого кожуха між спеціальними ізоляторами. Кількість шин в магістральних шинопроводах 3, 4, 6 (три спарених). На даний час для цехових мереж використовують такі магістральні шинопроводи: ШМА – для чотирипровідних електричних мереж в системі з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В з номінальними струмами 400, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200 і 4000 А (рис.1.3).

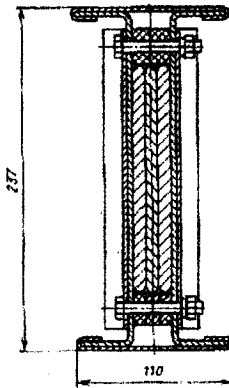
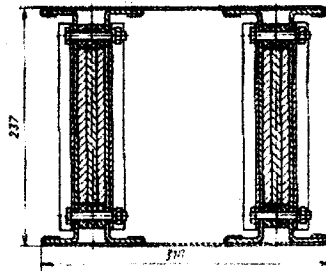


Рисунок 1.3 – Поперечний переріз магістральних шинопроводів ШМА4 на 2500 і 3200 А (зверху) і на 1250 і 1600 А (знизу)

Наприклад, шинопровід ШМА-73 використовують в чотирипровідних мережах при напрузі до 660/380 В. Нульовим проводом в цих шинопроводах є четверта шина, переріз якої складає 50 або 100 відсотків перерізу фазної шини.

В шинопроводі ШЗМ-16 шини фаз мають суцільну ізоляцію і стиснуті профільованою оболонкою з алюмінієвого сплаву так, що забезпечується безперервне кріплення шин по всій довжині секції. Оболонка без отворів робить цю конструкцію закритою. В ролі нульового провідника в шинопроводі ШЗМ-16 використовують його алюмінієву оболонку (рис. 1.4).

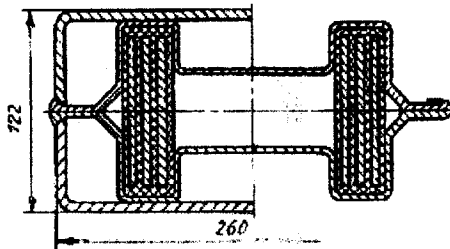


Рисунок 1.4 – Поперечний переріз магістрального шинопроводу ШЗМ-16

Крім того виготовляють шинопроводи для агресивних середовищ гальванічних цехів серії ШМА-Х на струми 2500 і 4000 А, а також шинопроводи постійного струму серії ШМАД і ШМАДК (рис.1.5) на напругу 1200 В і струми 1600, 2500, 3200, 5000 і 6300 А. Магістральні шинопроводи прокладають на вертикальних стійках висотою 3 м. У вигляді опорних конструкцій використовують також кронштейни і тросові підвіски.

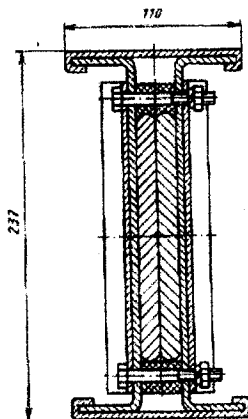


Рисунок 1.5 – Поперечний переріз магістральних шинопроводів ШМАД-1600-44-1УЗ і ШМАД-2500-44-1УЗ

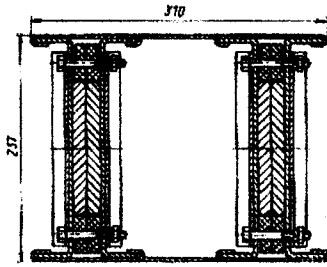


Рисунок 1.6 - Поперечний переріз магістральних шинопроводів ШМАД-3200-44-1УЗ і ШМАД-5000-44-1УЗ

Розподільні шинопроводи (ШРА) призначені для передачі та розподілу електроенергії напругою 380/220 В з можливістю безпосереднього приєднання до них електроприймачів в системах з глухозаземленою нейтраллю. Виготовляються промисловістю на струми ШРА – 100, 250, 400 і 630 А; ШРМ – 100, 250 А; ШРП – розподільний пилрозахищений на струми 250, 400, 630 А (рис.1.7). Шинопровід ШРМ 75 з мідними шинами виготовлено на базі шинопровода ШОС 73 і він призначений для чотирипровідних мереж з напругою 380 В, а також може бути використаний як освітлювальний. Розподільні шинопроводи кріплять аналогічно магістральним.

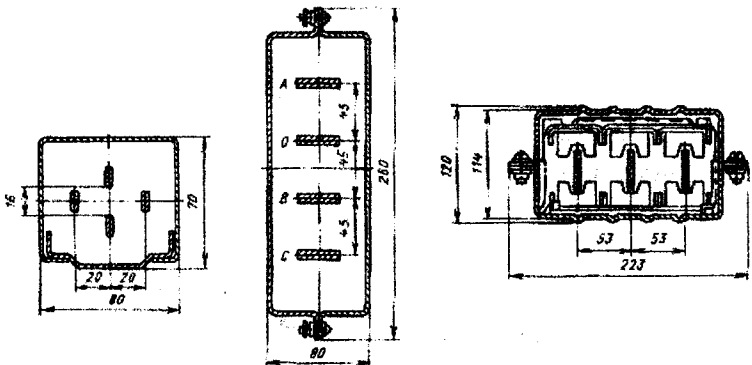


Рисунок 1.7 – Поперечний переріз розподільчих шинопроводів: а)ШРА4-100-44-1УЗ; б)ШРА4-250-321УЗ; в)ШРА-УУЗ

Тролейні шинопроводи ШТМ призначені для живлення підйомно-транспортних механізмів та переносного електрофікованого інструменту в мережах 380 та 660 В з глухозаземленою нейтраллю і розраховані на струми 100, 200, 400 А (рис.1.8). Комплектні тролейні шинопроводи ШТА виконують з тролейми із алюмінієвого сплаву з номінальними струмами 200, 250, 400 А. Багатотролейні шинопроводи ШМТ виготовляють на струми 100, 250, 400 А і використовують для роботи в зовнішніх умовах під накриттям, для живлення пересувних механізмів.

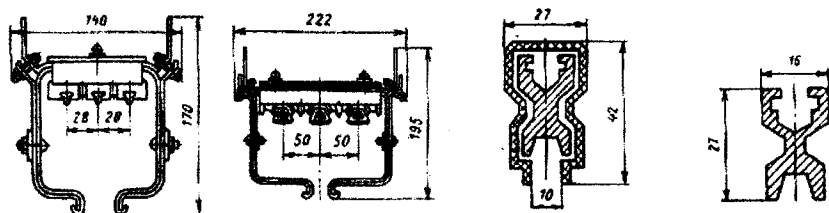


Рисунок 1.8 – Поперечний переріз тролейних шинопроводів: а)ШТМ73-У3; б)ШТМ-72-У3; в)ШТМ-АУ-2 на 400 А; г)ШТМ-АОУ2 на 250 А

Освітлювальні шинопроводи ШОС призначені для групових чотирипровідних ліній в мережах 380/220 В з нульовим проводом для живлення світильників та електроприймачів невеликої потужності. Виготовляють освітлювальні шинопроводи ШОС на струми 25, 63 і 100 А (рис.1.9). В ролі провідників використовують мідні ізолювані проводи (ШОС 67), алюмінієві шини або алюмінієві покриті міддю (ШОС 73А) і мідні шини (ШОС 73). На прямих секціях знизу через кожні 500 мм змонтовані з'єднувальні розетки, які закриті кришками і слугують для підключення світильників. Номінальний струм штепселя 10 А.

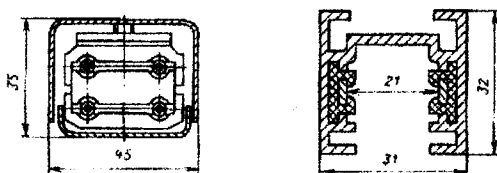


Рисунок 1.9 – Поперечні перерізи освітлювальних шинопроводів: а)ШОС4-25-44-1У3; б) ШОС80У3

1.2 ОСВІТЛЮВАЛЬНІ МЕРЕЖІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Освітлювальні мережі повинні відповідати всім вимогам, встановленим ПУЕ, крім того, до них висувається ряд специфічних вимог.

Освітлювальні мережі характеризуються великою протяжністю і доступністю. Від того, наскільки вони надійно захищені, залежить не тільки безперебійна робота освітлення, а також безпека людей, пожежна безпека.

При проектуванні освітлювальної мережі необхідно вирішити ряд питань, основними з яких є: вибір джерел живлення, вибір загальної схеми і траси мережі, вибір марки проводів і способів прокладки, визначення перерізу проводів і т.п.

При виборі джерела живлення необхідно керуватися наступним: доцільно заживлювати силові й освітлювальні споживачі від загальних трансформаторів; використовувати трансформатори, на шинах яких не відбувається частих і глибоких поштовхів напруги при вмиканні потужних силових споживачів; заживлювати освітлення від трансформаторів, розташованих поблизу центрів освітлювального навантаження.

У помешканнях із підвищеною небезпекою або особливо небезпечних (при висоті підвісу менше 2,5 м) для живлення світильників загального освітлення застосовується напруга не вища 42 В, більша ж напруга до 220 В включно допускається тільки при світильниках спеціальних конструкцій, що виключають можливість доступу до лампи без спеціальних пристосувань. Для місцевого освітлення виробничих приміщень стаціонарними світильниками, переносними і переставними, застосовуються однофазні і трифазні системи напруги 12/42 В.

Особливістю освітлювальних установок є наявність робочого й аварійного освітлення.

Робоче освітлення повинно заживлюватись самостійними лініями від підстанцій або від магістралей в системах блока “трансформатор – магістраль”. Зовнішнє освітлення варто заживлювати самостійними лініями, незалежно від мережі внутрішнього освітлення.

Заживлення робочого освітлення від силової мережі допускається за умови дотримання вимог щодо якості напруги, в основному, для допоміжних приміщень.

В залежності від схеми живлення силових електроприймачів виконується схема освітлювальної мережі. Якщо на підстанції є розподільний пункт, живлення освітлювальних електроприймачів виконується окремими лініями через комутаційні і захисні апарати, встановлені на щиті.

Мережі живлення виконують за магістральною або радіально-магістральною схемою. Кожна лінія живить один або декілька групових щитків освітлення (рис. 1.10-6). Однією лінією рекомендується заживлювати не більше чотирьох-п’яти щитків.

При заживленні цеху від вбудованої підстанції за схемою блока “трансформатор-магістраль” мережа робочого освітлення присьєднується до магістралі-шинопровода через апарати захисту і керування, встановлювані в безпосередній близькості від шинопровода (рис. 1.10, б).

Заживлення аварійного освітлення здійснюється аналогічно зазначеним схемам живлення робочого освітлення. Для зменшення протяжності ліній аварійного освітлення допускається заживлювати їх від силової мережі (рис. 1.11). Якщо в цеху розташовано декілька трансформаторних підстанцій, аварійне освітлення може живитись за перехресною схемою (рис. 1.11, б),

Джерела світла одержують живлення від групової мережі, що може бути одно-, дво- і трифазною, в залежності від навантаження та протяжності, але від кожної лінії повинно живитися не більш 20 ламп.

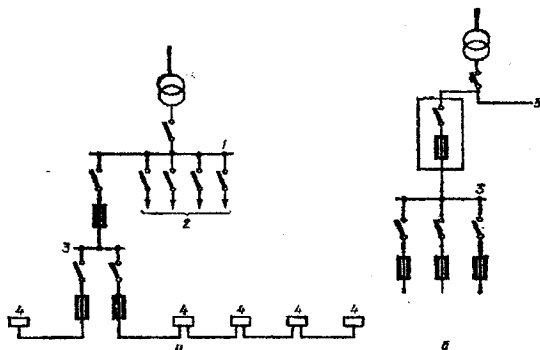


Рисунок 1.10 - Схеми живлення робочого освітлення:

а - від розподільного щита ТП; б - від магістралі живлення;

1 - щит ТП; 2 - відгалуження, що живлять силові електроприймачі;

3 - освітлювальний розподільний щит; 4 - груповий щиток освітлення;

5 - магістраль живлення.

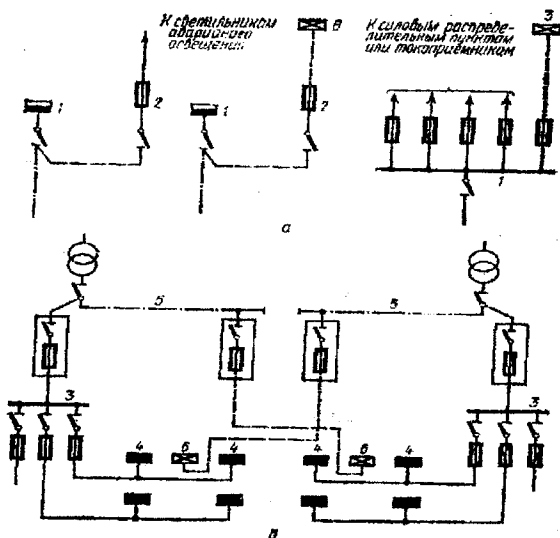


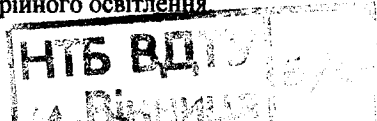
Рисунок 1.11- Схеми живлення аварійного освітлення:

а - від силового розподільного щита; б - від ТП без розподільного щита;

1 - силовий розподільний щит; 2 - запобіжник;

3 - освітлювальний розподільний щит; 4 - груповий освітлювальний щиток;

5 - магістраль живлення; 6 - щиток аварійного освітлення.



Найбільша протяжність групових ліній рекомендується для чотирипровідних ліній при напрузі мережі 380/220 В - 80 м і при 220/127 В - 60 м, а для двопровідних ліній відповідно 35 і 25 м.

Розподільна мережа живиться від групових щитків, що розміщуються в доступних місцях, поблизу центру навантаження цієї ділянки, по можливості, в сприятливих умовах середовища. Щитки розташовують так, щоб при керуванні було видно ті світильники, які вмикають.

Для визначення кількості груп, що живляться від одного щитка, виходять із гранично допустимого навантаження і граничного числа світлових одиниць на групу, а також враховують траси групових ліній. Групові лінії мереж внутрішнього освітлення, відповідно до ПУЕ, захищаються плавкими вставками запобіжників або розчеплювачами автоматів на робочий струм не більше 20 А.

В установках із лампами ДРЛ або з потужними лампами розжарювання (500 Вт і більше) дозволяється застосовувати захист на робочий струм до 50 А. Великі навантаження не допускаються через труднощі рівномірного розподілу їх по фазах і через деяке підвищення пожежної небезпеки установки.

В освітлювальних мережах промислових підприємств зустрічаються такі види електропроводок: відкриті проводки на ізолюючих опорах - роликах, ізоляторах і кліцах; відкриті проводки захищеними проводами та кабелями; сховані проводки в трубах і тросові проводки.

Відкриті проводки на роликах проводами ПРД, АПР, ПР не відповідають сучасним методам індустріалізації будівництва і застосовуються дуже рідко. Приховані проводки плоскими проводами (марок АППВ, АПН, ППР) знаходять широке застосування, тому що вони зручні при монтажі і експлуатації, дозволяють значну частину робіт із монтажу перенести в майстерні.

У виробничих корпусах промислових підприємств порівняно широко застосовуються електропроводки на конструкціях з ізоляторами або на пластмасових кліцах проводами типу АПР, АПВ, а також голими

проводами. Ці проводки прокладають по фермах цеху для ліній загального освітлення цехів.

Відкриті проводки захищеними проводами (тип АВРГ, АНРГ) застосовуються в приміщеннях, де неприпустима прихована прокладка плоскими проводами і не підходять інші види відкритих проводок. Проводки захищеними проводами мають високу вартість, вони трудомісткі і у них обмежені можливості для попередніх заготівель.

Мало застосовують в освітлювальних мережах електропроводки в сталевих трубах через їхню велику вартість, трудомісткість і велику витрату металу. Більш економічними є проводки в неметалевих трубах, легких металевих лотках і коробах.

Частіше всього застосовують тросові проводки. Ці проводки допускають вільні прольоти до 24 м, потребують мінімального числа кріплень, звільняють від трудомістких і дуже небажаних пробивних робіт на поверхнях залізобетонних будівельних конструкцій.

1.3 ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Розподільним пристроєм (РП) називається електроустановка, яка використовується для приймання та розподілу електроенергії, до складу якої входять комутаційні апарати, збірні і з'єднувальні шини, допоміжні пристрої, а також пристрої захисту, автоматики та вимірювальні прилади.

Згідно з ПУЕ до РП до 1 кВ належать: щити розподільні, управління, релейні, пульти, установки коміркового типу, шафи, шинні виводи, зборки.

Сучасні РП складаються з повністю чи частково закритих шаф або блоків, які поставляються виробником в змонтованому або повністю підготовленому для монтажу вигляді.

Монтаж цих пристроїв полягає в закріпленні в робочому положенні та приєднанні до електричної мережі.

Щити розподільні, управління, захисту; пульти управління

Панелі розподільних щитів серії ЩО70-1УЗ, ЩО70-2УЗ використовують для приймання та розподілення електроенергії трифазного струму 380 В.

Панелі обслуговуються з однієї сторони. Типи панелей: лінійні, ввідні, секційні, ввідно-секційні, ввідно-лінійні, з апаратурою АВР; з приводами та роз'єднувачами; диспетчерського управління вуличним освітленням; торцеві. Панелі забезпечують можливість як кабельного, так і шинного вводу. Панелі мають габарити 2200х600 /300-1000/ мм. Промисловість також випускає розподільні пристрої ПАР-П, які подібні до ЩО70 з 25 різними схемами.

Розподільні пункти (шафи). Пункти розподільні серії ПР11 (замість ПР9000) використовують для розподілу електроенергії напругою до 660 В змінного та 220 В постійного струму і для забезпечення захисту ліній при перевантаженнях та коротких замиканнях. Пункти укомплектовані автоматичними вимикачами серії АЕ20 в однополюсному та триполюсному виконанні з номінальним струмом 63 та 100 А. На вводах пунктів передбачається автоматичний вимикач серії А3700, А3790 та АЕ20 на струми 100-630 А. Виконання ПРП: утеплене, навісне, для встановлення на підлозі. Розміри шаф в залежності від схеми та виконання:

утеплене - від 750 х 800 х 200 до 750 х 1200 х 250 мм;

навісне - від 650 х 400 х 200 до 750 х 1200 х 250 мм;

підлогове - від 650 х 800 х 200 до 750 х 1500 х 250 мм.

В шафах, в залежності від схеми, встановлюють від 3 до 30 лінійних однополюсних автоматичних вимикачів і від 1 до 12 - триполюсних. Управління ввідними вимикачами шаф ПР11, крім утеплених, виконується ручним механічним приводом, рукоятка якого встановлена на зовнішньому боці шафи. Всі інші вимикачі вмикаються тільки при відкритих дверцятах шафи. Конструкція шаф дозволяє заживлювати їх як зверху, так і знизу, як кабелями, так і проводами в трубах. Приєднання провідників ввідних та

вивідних ліній, а також лінійних вимикачів - втичне.

Пункти розподільні серії ПР21, ПР22, ПР22Д, ПР24, ПР24Д, ПР24Н та ПР24Г з номінальним струмом ввідних автоматичних вимикачів серії А3700 - 400 і 630 А, лінійних вимикачів серії -АЕ2000 - 63 А і серії А3700 - 80, 160 і 250 А мають такі самі характеристики як і ПР11. Кількість автоматичних вимикачів на вивідних лініях - 4, 6, 8, 12 в залежності від схеми.

Пункти розподільні ПР21 використовують в експортних електроустановках для держав з тропічним кліматом. Всі перераховані пункти мають також заводське виконання для застосування в мережах постійного струму з використанням двополюсних вимикачів. Габарити шаф в залежності від схеми: висота - від 1100 до 1700 мм, ширина - 1000-1100 мм, глибина - 300 і 350 мм.

В розподільних пунктах використовуються тільки такі автоматичні вимикачі, які не мають контактів в допоміжному колі та дистанційних розчеплювачів. Ввідні вимикачі у всіх випадках обладнані приводом для керування вимикачем при зачинених дверцятах розподільного пункту. Цей привід при необхідності може блокуватись в будь-якому положенні. Керування іншими вимикачами пункту можливе тільки при відчинених дверцятах.

Розподільні шафи серії ПР8501 та ПР8701 розраховані на номінальний струм від 160 до 630 А, комплектуються автоматичними вимикачами серії ВА50. Шафи розподільні серії ПР8501 та ПР8701 є новим виконанням РП і застосовуються для розподілу електроенергії та захисту електроустановок при перевантаженнях та струмах КЗ, для не частих оперативних ввімкнень та вимкнень електричного кола і пуску асинхронних двигунів. Шафи мають виконання з номінальним струмом - 160, 250, 400, 630 А з такими способами установки: підлогове, нависне та втоплене.

За напругою до 660 В застосовуються ПР8501 змінного струму, ПР8701 - в мережах 220 В - постійного струму. Шафи можуть мати на ввіді автоматичні вимикачі серії ВА51, ВА55 і ВА56. У вигляді лінійних

вимикачів в шафах встановлюють автоматичні вимикачі однополюсні ВА51-29 і триполюсні ВА51-31 та ВА51-35. Розподільні шафи серії ПР8501 та ПР8701 поступово будуть замінювати розподільні пункти серії ПР11 та ПР20. Розподільні силові шафи серії ШРС, СПМ75, СПА77 використовують в цехових електроустановках промислових підприємств для приймання та розподілу електроенергії трифазного струму номінальною напругою 380 В з захистом відхідних ліній запобіжниками. Шафи мають ввідний рубильник з номінальним струмом 250 або 400 А. На відхідних лініях передбачені запобіжники ПН2 та НПН2. Число відхідних ліній в залежності від схеми - від 5 до 8, виконання - підлогове. Габарити ШРС при номінальному струмі 250 А - 1600x500x380 мм; при 400 А - 1600x700x560 мм.

Габарити СПМ75 при номінальному струмі 250 А - 1600x500x350 мм, при 400 А - 1600x700x350 мм. Шафи розподільні типу СПА77 використовують в тих самих випадках, що і СПМ 75. Шафи мають ввідний рубильник з номінальним струмом 250 та 400 А і автоматичними вимикачами на відхідних лініях типу АЕ2040 (63А), АЕ2050 (100А), А3710 (160А), А3720 (250А).

Габарити: при номінальному струмі 250А - 1600x700x350 мм, при 400А - 1800x700x350 мм.

Силові розподільні шафи з автоматичним вимикачем "Електрон" типу ШЕ - використовують для роботи в мережах постійного струму 440В та змінного струму до 660В для захисту мереж від перевантажень та КЗ, а також для нечастих вмикань і вимкнень при номінальних режимах, шафи випускають з висувними автоматичними вимикачами Е06В на 1000 А з реле максимального струмового захисту на 250, 400, 630, 800, 1000 А і Е16В на 1600А з реле максимального струмового захисту на 630, 1000, 1250 і 1600 А. Шафи з вимикачами Е06В мають ручний та електромеханічний привід, а з вимикачами Е16В - лише електромеханічний привід.

Силові (серії ШС) та релеїні (серії ШР) шафи використовують в мережах постійного струму до 500 В і трифазного струму до 660 В. В них

змонтовані апарати управління, захисту та сигналізації власних потреб електростанцій, підстанцій та інших електроустановок.

Силові розподільні пристрої серії СУ9500 з автоматичними вимикачами використовують в силових установках три- і чотирипровідних системах розподілу трифазного струму напругою 380 В, а також в двопровідних системах постійного струму напругою 220 В. Максимальне навантаження на головні шини - 4000 А, на нульову шину – 2000 А. СУ9500 виготовляють 38 типів з різною кількістю автоматичних вимикачів А3110 та А3130.

Ящики силові: ЯПП-15УЗ, ЯРП-20УЗ, ЯБПВУ-1МУЗ, ЯБІ-2УЗ і ЯБПВУ-4УЗ

Для вмикання, вимикання і захисту мереж трифазного струму 380В, в тому числі трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором, використовують ящик силовий ЯПП-15УЗ. Він складається з металевго корпуса, в якому встановлені триполюсний пускач ПНВ-30 на 12,5 А і три запобіжники Е27 з вставкою на 16А.

Ящик силовий ЯРП20УЗ має подібне призначення, що і ЯПП-15УЗ. В металевому корпусі встановлені триполюсний рубильник на 20 А і три запобіжники Е27 з вставкою на 20 А. Дверцята блоковані з рубильником так, що його ввімкнення і вимикання можливе тільки при зачинених дверцятах.

Ящики силові ЯБПВУ-1МУЗ, ЯБІ-2УЗ і ЯБПВУ-4УЗ використовують для захисту мереж і окремих електроприймачів. Вони складаються з металевго корпуса з блоком “запобіжник-вимикач” (запобіжник в якому марки ПН-2 на 100, 200, 250, 315 і 400 А).

Дверцята ящика зблоковані з приводом.

Освітлювальні щитки та пункти

Для розподілу електроенергії, розміщення приладів захисту від КЗ та перевантажень, управління освітлювальними приладами, а також для

розміщення електричних лічильників використовують освітлювальні щитки та пункти. Для живлення житлових і громадських будівель використовують ввідно-розподільні пристрої, виготовлені у вигляді панелей (шаф), в яких зосереджені пристрої захисту та вимкнення вводу і магістралей, лічильники витрат електроенергії. Для розподілу електроенергії між квартирами встановлюють щитки поверхові з приладами захисту вимкнення та лічильниками. Щитки виготовляють з різьбовими запобіжниками або автоматичними вимикачами АЕ2000.

В промислових і громадських будівлях використовують щитки та пункти серії СУ і ПР з автоматичними вимикачами АЕ2000. Пункти виготовляють з різними схемами і з різною кількістю автоматичних вимикачів. Виконання їх - втоплене, навісне.

Щитки групові освітлювальні типів ЩОЗ1, ЩОЗ3, ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ, ОПМ, ЩОВ.

Щитки ЩОЗ1, ЩОЗ3 виготовляються з вимикачем АЗ114 на вводі та від 6 до 12 автоматичних вимикачів АЕ1031-1 - на групових лініях.

Щитки ОП-6, ОП-12 мають навісне виконання з автоматичним вимикачем АЗ114 на вводі та 6 шт АП25 (ОП-6) і 12 шт. АЕ1000-1 (ОП-12). Щитки ОЩ-6, ОЩ-12, ОЩВ-6, ОЩВ-12 мають навісне виконання з автоматичним вимикачем АЗ114 на вводі та від 6 до 12 автоматичних вимикачів АЗ161 або АЗ163 на групах. Щитки УОЩВ-6, УОЩВ-12 мають виконання з автоматичним вимикачем АЗ114/7 на вводі та від 6 до 12 автоматичних вимикачів АЗ161 на групах. Щитки ОПМ1, ОПМ3 мають навісне виконання з пакетним вимикачем 60А (ОПМ1) та 100А (ОПМ3). ОПМ1 має на групах три автоматичних вимикачі АЗ161, а ОПМ3 - 9 автоматичних вимикачів АЗ161, або 3 автоматичних вимикачі АЗ162 чи 3 - АЗ163.

Щитки ЩОВ-1, ЩОВ-2 мають навісне виконання з пакетним вимикачем на 100 А на вводі. На групах ЩОВ-1 має 2 автоматичних вимикачі АЗ163 чи 6 автоматичних вимикачів АЗ161. ЩОВ-2 на групах має 12 автоматичних вимикачів АЗ161.

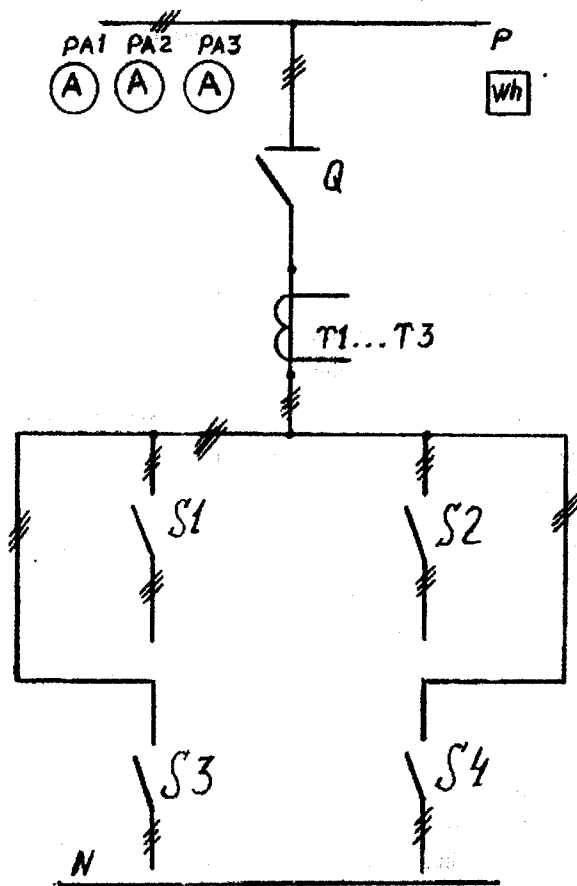


Рисунок 1.12 - ЩО70-1-27У3

PA1 - PA3 – амперметри 400/5 А

P – лічильник трифазний активної електроенергії

Q – роз'єднувач 400 А

T1 – T3 – трансформатори струму 400/5 А

S1 – S4 – вимикачі автоматичні АЕ2056, 100 А

Тема 1: РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ

Мета роботи: ознайомлення з розподільними пристроями низької напруги (до 1000 В). Вивчення їх конструктивного виконання і схем з'єднань. Надбання необхідних практичних знань монтажу, ремонту та обслуговування згідно з ПУЕ, ПТБ і ПТЕ.

Зміст роботи:

- 1) ознайомлення з призначенням, конструкцією і технічними даними розподільних щитів, силових ящиків, освітлювальних щитків та пунктів;
- 2) вивчення схем розподільних пристроїв;
- 3) виконання необхідних робіт з обслуговування та ремонту.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Після ознайомлення з усіма наявними розподільними пристроями, згідно з завданням викладача замалювати схему конкретного розподільного пристрою (рис.1).

2. На даному розподільному пристрої виконати необхідні роботи з ремонту та обслуговування згідно з індивідуальним завданням викладача. Приблизний перелік робіт з обслуговування та ремонту розподільних пристроїв.

1. Виконання необхідних підготовчих робіт перед ремонтом та обслуговуванням згідно з ПТЕ та ПТБ.
2. Ремонт рубильника та його обслуговування.
3. Перевірка запобіжника або його вставки.
4. Заміна трансформатора струму.
5. Обслуговування, ремонт, заміна автоматичного вимикача. Перевірки його дієдатності.
6. Монтаж, демонтаж вимірювальних приладів.
7. Заміна шин.
8. Приєднання та від'єднання електроприймачів до розподільного щита, пункта, силового ящика.
9. Перевірка, ремонт, заміна пакетного вимикача.
10. Монтаж і демонтаж лічильника електричної енергії.

ПЕРЕЛІК ПРИЛАДІВ, ІНСТРУМЕНТІВ, МАТЕРІАЛІВ

Згідно з нормами комплектування засобами захисту розподільних пристроїв (ПТБ)

1. Слюсарно-монтажні інструменти з ізолюючими ручками (сумка електромонтажника №1) - 1 комплект;
2. Показник напруги - 2 шт.
3. Ізолюючі кліщі - 1 шт.
4. Електровимірювальні кліщі - 1 шт.
5. Діелектричні рукавиці - 2 пари.
6. Діелектричні калоші - 2 пари.
7. Переносне заземлення - 2 шт.
8. Ізолюючі накладки та діелектричні килимки - 2 комплекти.
9. Переносні плакати та знаки безпеки - 2 комплекти.
10. Тимчасові загорожі - 1 комплект.
11. Захисні окуляри - 1 шт.

Техніка безпеки при обслуговуванні та ремонті РП напругою до 1000 В

Роботи в розподільних пунктах до 1000 В проводяться бригадою не меншою як з двох осіб. Випробування вимірювання на розподільних щитах, в шафах і ін. проводяться за умов відсутності робочої напруги в первинних та вторинних колах. Налагоджувальні роботи на обладнанні, яке не перебуває під напругою, виконують з накладанням заземлення або без нього після виконання запобіжних дій з метою попередження помилкової подачі напруги до місця роботи (запирання привода комутаційних апаратів, знімання запобіжників, встановлення ізолюючих накладок, використання килимків, калош, рукавиць, діелектричних тимчасових загорож, використання переносних плакатів та знаків безпеки і т.д.).

2 ВИБІР АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ ТА ПЛАВКИХ

ЗАПОБІЖНИКІВ

2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ ТА

ПЛАВКИХ ЗАПОБІЖНИКІВ

2.1.1 Короткі теоретичні відомості

Рубильники – це найпростіші повітряні вимикачі, що служать для неавтоматичного включення або відключення кіл постійного або змінного струму напругою до 1000 В. Використовуючи рубильник, додатково до нього встановлюють запобіжники, які призначені для автоматичного відключення електричного кола при перевантаженні та коротких замиканнях.

За конструктивним виконанням рубильники бувають одно-, дво- та триполюсними, з переднім або заднім приєднанням проводів. За способом управління рубильники бувають з центральними рукоятками для установки на передній панелі розподільних щитів та з ричажним приводом для установки їх на задній стороні щитів.

Рубильники не мають системи гасіння дуги, яка виникає при відключенні навантаження, і тому всі операції з рубильниками виконують на холостому ходу відповідного приєднання.

Повітряні автоматичні вимикачі (автомати) – використовують в установках змінного та постійного струму. Вони мають спеціальні пристосування для автоматичного відключення електричного кола при коротких замиканнях, перевантаженнях або від коротких замикань та перевантажень одночасно. Автоматичний вимикач замінює два простіших апарата – рубильник та запобіжник.

Автоматичний вимикач, що здійснює захист електричної мережі від коротких замикань, має електромагнітний розчеплювач, який влаштований

таким чином, рис. 2.1 . У вимкненому положенні автоматичний вимикач утримується засчкокою 4, яка відтягується пружиною 7, що зчеплена з ричагом 3.

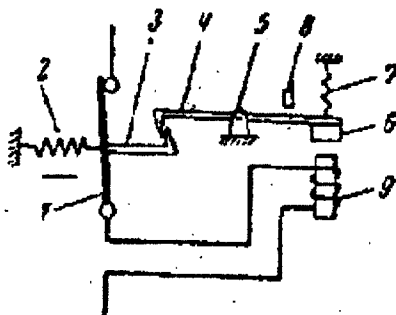


Рисунок 2.1 - Принципова схема однофазного автомата максимального струму

Коли струм стає більшим деякого значення, електромагніт 9 притягує якорі 6, долаючи протидію пружини 7, засчочка повертається на осі 5 і вивільнює ричаг. Після цього під дією пружини 2 ніж 1 автоматичного вимикача відключається. Положення засчочки при відключеному апараті визначається упором 8.

Величина струму, при якому автомат відключається, залежить від натягу пружини 7; із збільшенням натягу пружини збільшується величина струму відключення та навпаки.

Час відключення таких автоматів 0,25-0,5 сек. Щоб запобігти відключенням автомата при короткочасних перевантаженнях, що не є небезпечними для установки, встановлюють струм відключення автомата більшим від можливих короткочасних піків струму навантаження.

Автоматичні вимикачі мають пристрій, який забезпечує автоматичне їх відключення в тому випадку, коли за будь-яких причин його рукоятка утримується тривалий час в положенні "включено" (наприклад, рукою).

Цей пристрій називається механізмом вільного розчеплення автомата, рис. 2.2 .

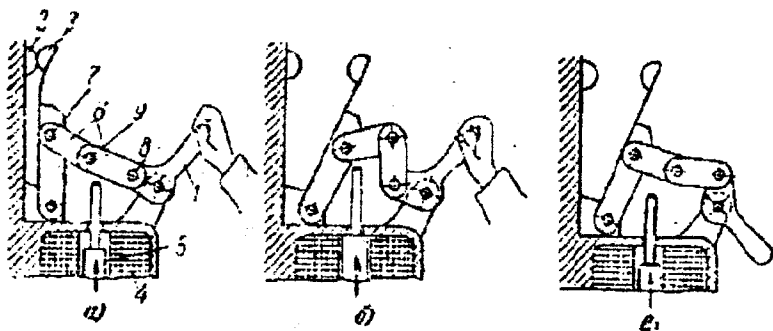


Рисунок 2.2 - Принципова схема механізму вільного розчеплення автомата

а – автомат включено;

б – після автоматичного відключення;

в – автомат підготовлено до включення.

Механізми вільного розчеплення автоматів виготовляють у вигляді системи рычагів, що ламаються – 6 на рис.2.2. В положенні автомата “включено” центр 9 знаходиться нижче прямої, що з’єднує шарніри 7 та 8, і не може опуститися ще нижче, так що при включенні автомата система рычагів 6 є жорсткою. Якщо ударник сердечника 5 котушки 4, що відключає, поверне ланки рычага 6 так, що шарнір 9 опиниться вище прямої, що з’єднує шарніри 7 та 8, то контакти 2 і 3 вимикача розійдуться не залежно від положення рукоятки. Щоб знову включити вимикач, потрібно поставити рукоятку в положення, яке відповідає відключеному вимикачу, тоді центр 9 знову опиниться нижче прямої 7-8 і автомат бути включеним.

Для прискорення гасіння дуги, яка утворюється в момент відключення автоматичного вимикача (особливо при відключенні струмів

короткого замикання), вони обладнуються решітками для гасіння дуги. На рис. 2.3. схематично показана решітка із стальними пластинами.

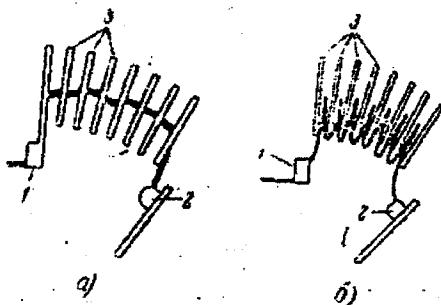


Рисунок 2.3 - Схеми решіток для гасіння дуги

а – із стальними пластинами;

б – із пластинами з дугостійкого ізоляційного матеріалу

1 - нерухомий контакт;

2 - рухомий контакт;

3 - пластина решітки.

При відключенні дуга, що утворюється між контактами, переміщується догори і входить в камеру, де зустрічає перпендикулярні, відносно неї, стальні пластини. Дуга перекидає невеличкі проміжки між стальними пластинами, в результаті цього утворюється послідовний ряд коротких дуг, як показано на рис. 2.3а. При переміщенні дуги уверх в камеру, гасіння дуги відбувається під дією електродинамічних сил взаємодії струму в різних частинах дуги зі струмом в струмоведучих частинах апарата, а також внаслідок переміщення уверх повітря, яке нагріте дугою.

Іноді автомати мають решітки для гасіння дуги із пластин з дуготривкого ізоляційного матеріалу. В цьому випадку дуга, піднімаючись догори, входить в проміжки між пластинами, як це показано на рис.2.3б. Швидкому гасінню дуги сприяє суттєве її розтягування та тісне стискання з поверхнею діелектрика. В таких умовах дуга гасне значно швидше, ніж

дуга, що вільно горить.

Магнітні пускачі – використовують для дистанційного управління, наприклад, електричними двигунами. Магнітний пускач (рис.2.4) складається із контактної системи 1 (кожний контакт має рухоми частину, що механічно приєднана до якоря, та частину нерухому), котушки електромагніта 2, якоря 3.

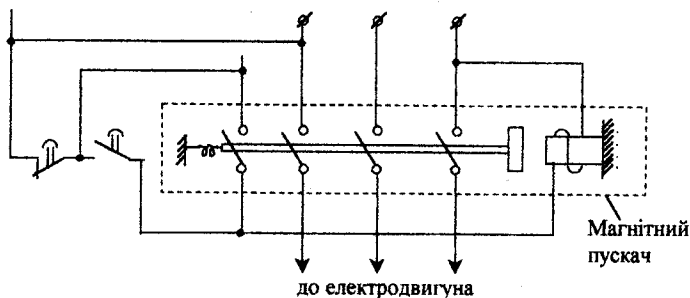


Рисунок 2.4 - Схема встановлення магнітного пускача та його включення

При натисканні кнопки 5 “Пуск” через котушку 2 електромагніта протікає струм і якорь 3 притягається до сердечника 4. При цьому відбуваються відповідні перемикання контактів. В схемі магнітного пускача, що зображена на рис.2.4, всі контакти замикаються. Контактна система може складатися із нормально замкнутих контактів, які після спрацювання магнітного пускача розмикаються, а також із нормально розімкнутих контактів, які, навпаки, при спрацюванні пускача замикаються. Для утримання якоря в такому положенні через катушку магнітного пускача весь час повинен протікати струм, тому що магнітні пускачі нормально утримуючих заскочок не мають. Для цього контакти кнопки “Пуск” шунтуються нормально розімкнутими контактами магнітного пускача, які при його спрацюванні замикаються. При відпусканні кнопки “Пуск” коло котушки магнітного пускача залишається замкнутим через відповідні контакти магнітного пускача.

Дистанційно магнітний пускач відключається натисканням кнопки

“Стоп” – 6.

Магнітний пускач вимикає двигун також при пониженні напруги до $(0,5-0,6)U_n$, тому що при цьому електромагнітне зусилля не зможе утримати якір у ввімкненому стані. Магнітні пускачі не захищають від коротких замикань і тому послідовно з ним в коло включають запобіжники.

Теплове реле – здійснює захист електричних споживачів від перевантажень. Реле містить біметалічну пластину, яка нагрівається ніхромовим елементом, по якому протікає струм двигуна. Біметалічний елемент складається із двох з'єднаних одна з іншою пластинок зі сплавів, що мають різні коефіцієнти лінійного розширення при нагріванні (наприклад, сплаву нікеля і заліза та константину). При перевантаженні електричного кола біметалічний елемент дуже нагрівається і в результаті неоднакового коефіцієнта лінійного розширення пластинок вигинається. При цьому заскочка теплового реле відпускає його контакти. Контакти теплового реле включаються в коло котушки магнітного пускача. В результаті спрацювання теплового реле магнітний пускач відключає електричне навантаження, що приєднане до нього. Теплові процеси, що мають місце в тепловому реле, інерційні (потребують певного часу). Тому теплове реле спрацьовує з витримкою часу. Завдяки цій властивості є змога відстроювати теплове реле від короточасних перевантажень, які виникають, наприклад, при запуску електричних двигунів.

Запобіжники – використовуються для захисту електричних установок від струмів перевантаження та від струмів короткого замикання. Для оперативних відключень або відключень в електричних колах послідовно із запобіжниками включають будь-які вимикачі, наприклад, рубильники.

Запобіжник складається із металевої плавкої вставки, контактного пристрою, що підтримує її, та корпусу. Деякі типи запобіжників мають

газоподібний стан (40 відсотків - водню, 50 відсотків вуглекислого газу, 10 відсотків водяної пари). Так як трубка закрита і об'єм її невеликий, то тиск газу в середині трубки швидко зростає. Такі умови не підтримують горіння дуги. В таких запобіжниках використовуються плавкі вставки, що мають декілька (два – чотири) звужень. У звужених місцях вставки виділяється більше тепла, ніж в широких частинах. При протіканні струму короткого замикання звужені місця плавкої вставки швидко нагріваються до температури плавлення, і плавка вставка плавиться одночасно в усіх звужених місцях. Широкі частини вставки падають в нижню частину трубки. Це полегшує гасіння дуги.

Запобіжники з закритими трубками та кварцевим заповненням конструктивно виконані таким чином, що плавка вставка розміщена в закритій трубці, яка заповнена кварцевим піском. При перегоранні плавкої вставки дуга горить у вузькому каналі, який створюється теплом плавкої вставки, що випарувалась. Контакт дуги з кварцем, що її оточує, прискорює її гасіння. Має також значення і те, що пари металу, які утворюються в каналі після випаровування плавкої вставки, розповсюджуються в усі напрямки в проміжку між частками кварцу, де вони охолоджуються та конденсуються. Зменшення парів металу в дузі збільшує її опір та сприяє гасінню дуги.

2.1.2 Технічні характеристики автоматичних вимикачів

Основними параметрами автоматичних вимикачів є номінальний струм, напруга та граничний струм відімкнення. Номінальним струмом автоматичного вимикача називається найбільший струм, при якому вимикач може працювати протягом необмежено тривалого часу. Номінальна напруга вимикача дорівнює напрузі мережі, для роботи в якій він призначений. Номінальним граничним струмом відімкнення називається

найбільший струм, який вимикач здатний відімкнути в аварійному режимі без його пошкодження. Номінальним струмом розчеплювача називається найбільший струм, тривале проходження якого ще не викликає спрацювання розчеплювача.

В кожному автоматичному вимикачі використовується один або декілька розчеплювачів - пристроїв, які діють на його вимкнення. За принципом дії, способом виявлення аварійної ситуації і призначенням розрізняють електромагнітні, теплові та напівпровідникові розчеплювачі.

Електромагнітні розчеплювачі здійснюють миттєве відімкнення, тобто виконують функцію відсічки без витримки часу. Основним призначенням розчеплювача є відімкнення КЗ.

Теплові розчеплювачі призначені для захисту електрообладнання від струмів перевантаження і віддалених КЗ. Тепловий розчеплювач становить собою біметалічні пластинки з двох металів з різними температурними коефіцієнтами розширення, які увімкнені в кожний полюс вимикача. При нагріванні така пластинка вигинається і своїм незакріпленим кінцем діє на механізм вільного розчеплення, викликаючи відімкнення вимикача.

Тепловий розчеплювач розрахований на проходження струму, рівного його номінальному струмові, протягом як завгодно тривалого часу. Розчеплювач спрацьовує, якщо струм перевищує його номінальне значення на 15-35 відсотків, але при цьому час спрацювання складає хвилини, що і є першим принциповим недоліком теплового розчеплювача. Другим недоліком є великий вплив змін температури середовища на точність роботи теплового розчеплювача за струмом і за часом. Теплові розчеплювачі, як правило, використовуються разом з електромагнітними. Такі розчеплювачі називають комбінованими. Захисна (часо-струмова) характеристика комбінованого розчеплювача 16 А зображена на рис.2.6.

В деяких типах сучасних вимикачів серії А-3700, ВА замість теплових розчеплювачів встановлюються регульовані напівпровідникові

розчеплювачі. Напівпровідникові розчеплювачі мають обернено залежну часо-струмову характеристику для захисту від перевантаження і швидкодіючий захист (відсічку) від струмів КЗ. Для швидкого і надійного відімкнення однофазних КЗ у вимикачах серії ВА є спеціальний струмовий захист нульової послідовності, який більш чутливий до струмів однофазного КЗ. Вставки захисту від перевантаження, струмової відсічки, часу спрацювання регулюються. Для автоматичних вимикачів серії ВА струм спрацювання відсічки може бути встановлений рівним 3, 5, 7 або 10-кратним від номінального струму вимикача. Для селективних вимикачів цієї серії витримка часу спрацювання відсічки встановлюється рівною 0,1, 0,2 або 0,3 с, а час спрацювання захисту від перевантаження встановлюється - 4, 8, 16 с при $6 I_{н.р.}$.

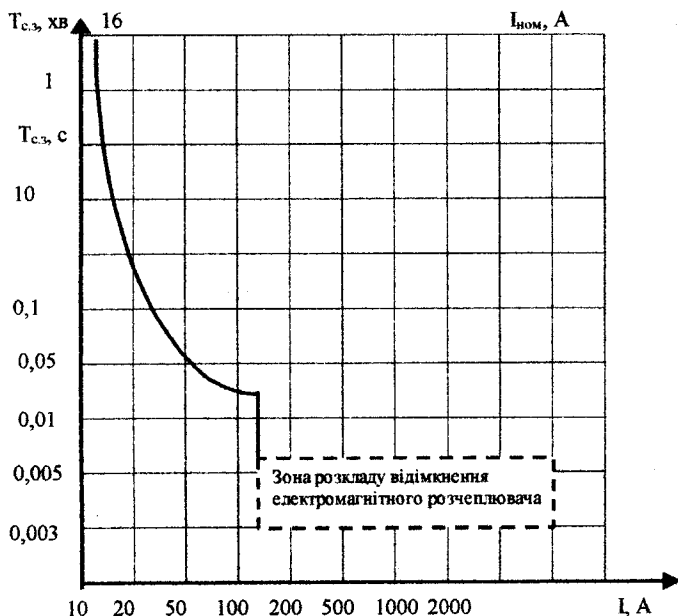


Рисунок 2.6 - Захисні характеристики автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі з комбінованими розчеплювачами застосовуються для захисту окремих електроприймачів /електродвигунів та інших/.

Тема 2: ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ

Мета роботи: вивчити конструкцію електроапаратів: рубильника, автоматичного вимикача, магнітного пускача, теплового реле, кнопочного поста та запобіжників, їх призначення в електричних схемах та роботу; навчитись підключати задані електроапарати.

Зміст роботи:

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) розглянути конструкцію електроапаратів на плакатах та на реальних об'єктах, що запропоновані для вивчення;
- 3) засвоїти функції, що виконує кожний з електричних апаратів, що вивчалися, в електричних схемах та навчитися їх підключати.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити теоретичний матеріал.
2. Розглянути конструкції рубильників різних типів на реальних об'єктах.
3. Розглянути конструкцію автоматичних вимикачів на плакатах та на реальних об'єктах.
4. Розглянути в роботі один із автоматичних вимикачів при ручному його включенні, а також при автоматичному відключенні в результаті спрацювання електромагнітного розчеплювача.
5. Перевірити в роботі пристрій вільного розчеплення автоматичного вимикача.

6. Розглянути конструкції магнітних пускачів, що запропоновані для вивчення, та дати характеристику контактної системи кожного з них.

7. Розглянути конструкцію теплового реле. Зобразити схему з магнітним пускачем, в якій забезпечується захист від перевантажень за допомогою теплового реле.

8. Розглянути конструкції запобіжників, які запропоновані для вивчення.

ПЕРЕЛІК ПРИЛАДІВ, ІНСТРУМЕНТІВ І МАТЕРІАЛІВ

Автоматичні вимикачі (трифазні та однофазні) АП-50, АЗ700, АЗ100, АЕ20, АЗ161, рубильники Р, РП, РБ, магнітні пускачі (різних габаритів) ПМЕ-071, ПМЕ-111, ПМЕ-211, ПМА-310, теплове реле РТТ-211, ТРН-25, запобіжники ПР-2, ПДС, ПРС.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яким чином забезпечується гасіння дуги в автоматичних вимикачах?

2. Наведіть найбільш повну характеристику конструкцій рубильників.

3. Дайте опис конструкцій контактів електроапаратів, що вивчалися.

4. Як конструктивно влаштовані запобіжники?

5. Як здійснюється гасіння дуги в запобіжниках?

6. Які електричні апарати мають функції захисту від коротких замикань?

7. Як працюють електроапарати дистанційного управління?

8. Зробити порівняльний аналіз запобіжників та автоматичних вимикачів за різними ознаками.

9. Як влаштовані магнітні пускачі та які їх функції ?

10. Які пристрої мають функції захисту від перевантажень?

11. Які електроапарати здійснюють захист від понижень напруги? На чому основана дана функція захисту?
12. Як влаштований електромагнітний розчеплювач автоматичного вимикача і для чого він призначений?
13. Як влаштований механізм вільного розчеплення автоматичного вимикача? Які його функції?

2.2 ВИБІР ПЛАВКИХ ЗАПОБІЖНИКІВ ТА АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ

Найбільш простими захисними апаратами є запобіжники. Вибір запобіжників і їх вставок здійснюється за умовами:

$$I_{н.вст} \geq k_{відс} I_M,$$

$$I_{н.вст} \geq \frac{I_p}{k_{пер}},$$

де $I_{н.вст}$ - номінальний струм вставки запобіжника; I_M - максимальний розрахунковий струм, який протікає через плавкий запобіжник; $k_{відс}$ - коефіцієнт відстройки ($k_{відс} = 1,1 \dots 1,25$); I_p - пусковий струм; $k_{пер}$ - коефіцієнт перевантаження ($k_{пер}$ приймають рівним 2,5 - при легких пусках; 1,6...2,0 - при важких і частих пусках; 0,8...1,0 - для електродвигунів з фазним ротором).

Більш досконалими комутаційно-захисними апаратами є автоматичні вимикачі. Вибір автоматичних вимикачів зводиться до виконання таких умов:

$$I_{нр} \geq k_{відс} I_M,$$

$I_{нр}$ - номінальний струм розчеплювача автомата; $k_{відс}$ - коефіцієнт відстроювання автоматичних вимикачів визначається з умов надійності

відстроювання захисту від перевантажень і його не спрацювання (повернення) при (після) пуску або самозапущу.

Струмова відсічка автоматичного вимикача повинна бути відстроєна від пікового (пускового) струму: $I_{c.v} \geq k_n I_{н.р.}$ де $I_{c.v}$ - струм спрацювання відсічки; k_n - коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки.

Значення $k_{відс}$ і k_n для різних типів вимикачів приведені в табл. 2.1.

При виборі вимикачів перевагу слід віддавати вимикачам серії ВА

Таблиця 2.1 - Розрахункові коефіцієнти автоматичних вимикачів

Тип автомата	Розчеплювач		$k_{відс}$	k_n
ВА, А3700, АП50, А3110	комбінований		1	2,1
ВА, А3700, А3790	напівпровідниковий		1,1...1,6	1,5
"Електрон"	напівпро- відниковий	РМТ	1,27	1,6
		МТЗ-1	1	2,2
А В М	електромагнітний		1,2	1,8
А3120 -А3140	комбінований		1	1,9

Приклад

Вибрати автоматичний вимикач для захисту асинхронного двигуна

$P_H=15$ кВт, $\cos\varphi_H=0,9$.

Номінальний струм асинхронного двигуна заходимо з формули

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3}U_H I_H \cos\varphi_H} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 25 \text{ А}$$

Пусковий струм електродвигунів з короткозамкненим ротором в чотири-сім разів перевищує номінальний струм $I_{п.р.} = (4 - 7) I_H$. Відповідно пусковий струм $I_{п.р.}=5I_H=5 \cdot 25=125\text{А}$. Тому вибираємо автомат А3714Б; $I_{п.р.}=40\text{А}$ і $I_{св}=7 I_H=7 \times 40=280\text{А}$

$$I_{н.р.} \geq 25 \text{ А}, I_{св} \geq 2,1 \cdot 125 = 263 \text{ А.}$$

Тема 3: ВИБІР АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ

Мета роботи: засвоїти основні поняття, що стосуються захисту асинхронних електродвигунів з коротко-замкнутим ротором з допомогою автоматичних вимикачів.

Зміст роботи:

- 1) вивчити основні поняття, що стосуються автоматичних вимикачів та їх розчеплювачів;
- 2) зняти захисну характеристику автоматичного вимикача з тепловим розчеплювачем;
- 3) вивчити методика вибору автоматичних вимикачів для захисту відгалужень до електродвигунів;

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Зібрати електричну схему, яка дозволяє визначити час спрацювання автоматичного вимикача (див. рис.2.7).

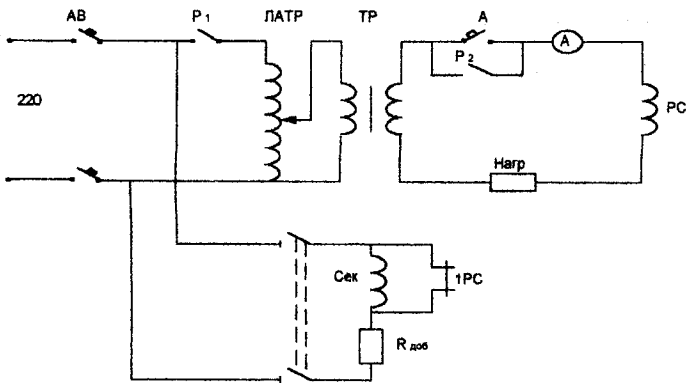


Рисунок 2.7 – Схема для визначення часу спрацювання

автоматичного вимикача А. Основні елементи схеми: ЛАТР – лабораторний автотрансформатор; ТР – понижувальний трансформатор; Сек – секундомір; РС – струмове реле та його контакти; P_1 , P_2 – вимикачі.

2. Увімкнути схему, задати струм через один з полюсів автоматичного вимикача і зафіксувати за допомогою секундоміра або годинника час спрацювання теплового розчеплювача автоматичного вимикача.
3. Дослід п.2 повторити ще двічі з іншими полюсами автоматичного вимикача.
4. Побудувати захисну характеристику даного автоматичного вимикача.
5. Для заданого викладачем електродвигуна вибрати автоматичний вимикач, який забезпечить захист від перевантаження.
6. Зробити висновки з виконаної роботи.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що розуміють під номінальним струмом автоматичного вимикача?
2. Що розуміють під номінальним струмом розчеплювача?
3. Який розчеплювач призначений для захисту від перевантаження, а який для захисту від коротких замикань?
4. Що таке захисна характеристика автоматичного вимикача?
5. Запишіть умову вибору автоматичного вимикача для захисту електродвигуна.
6. Як здійснюється відстроювання електромагнітного розчеплювача від пускового струму?

3 ПЕРЕВІРКА АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ ТА ПЛАВКИХ ЗАПОБІЖНИКІВ НА СПРАЦЮВАННЯ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ

3.1 Визначення опору петлі "фаза - нуль"

На рис.3.1 показана схема електропостачання споживача електроенергії (асинхронного двигуна). Схема складається з таких елементів: трансформаторної підстанції (ТП 10/0,4 кВ), автоматичного вимикача (А), кабельної лінії (К6). Схема виконана трифазною чотирипровідною мережею з заземленою нейтраллю трансформатора (основне заземлення). Крім того періодично заземляється нульовий провід (повторне заземлення).

Для приведеної схеми опір петлі "фаза - нуль" складається з опорів ділянок фазної та нульової жил між джерелом живлення (трансформаторна підстанція) і електроустановкою (двигуном) (рис.3.1).

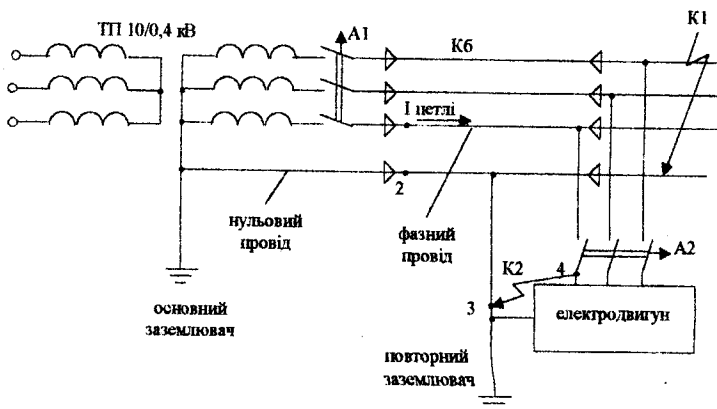


Рисунок 3.1 - Схема електропостачання споживача електроенергії

Опір петлі "фаза - нуль" визначають за допомогою вольтметра та

амперметра при відключеній електроустановці. Для цього понижувальний трансформатор з вториною напругою 12В підключають до нульового і фазного дотів по можливості ближче до силового трансформатора (рис.3.2). Фазний провід під'єднують до корпусу двигуна перемичкою (коротке замикання). В результаті ми одержуємо коло 1234, опір якого і є опором петлі "фаза - нуль" $Z_{\phi-n}$.

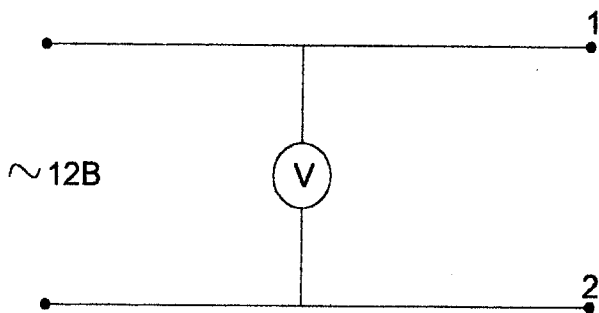


Рис. 3.2 – Схема підключення понижувального трансформатора

Відповідно до схеми, яка показана на рис.1, величина $Z_{\phi-n}$ розраховується таким чином:

$$Z_{\phi-n} = \frac{U_n}{I_n}, \quad (3.1)$$

де U_n - напруга, яка подається на петлю "фаза-нуль"; I_n - струм, який протікає в петлі "фаза-нуль".

Величина опору $Z_{\phi-n}$ може бути знайдена розрахунковим шляхом як

$$Z_{\phi-n} = z_{\phi-n}L, \quad (3.2)$$

де $z_{\phi-n}$ - погоний опір петлі "фаза-нуль"; L - відстань від джерела живлення до електроустановки.

Тема 4: ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ПЕТЛІ "ФАЗА-НУЛЬ"

Мета роботи: познайомитися з методами вимірювання (розрахунку) опору петлі "фаза-нуль".

Зміст роботи

- 1) Вивчити схему вимірювання опору петлі "фаза-нуль" (рис. 3.1, 3.2).
- 2) Познайомитися з методикою розрахунку опору петлі "фаза-нуль".

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Зібрати електричну схему, приведену на рис. 3.2.
2. Переключити затискачі 3 і 4 на лабораторному стенді.
3. Підключити схему, зібрану в п.1 до зажимів 1 і 2 схеми, приведеної на рис.3.1.
4. Подати напругу 12В на лабораторний стенд.
5. За допомогою вимірювальних приладів визначити напругу U_n і I_n .
6. За формулою (3.1) розраховуємо опір $Z_{ф-н}$.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Для чого призначений автоматичний вимикач?
2. Від чого залежить струм однофазного короткого замикання?
3. З чого складається опір петлі "фаза-нуль"?
4. Як узгодити спрацювання автоматичного вимикача з опором петлі "фаза-нуль"?

3.2 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ

Коротким замиканням (к.з.) називається замикання між собою фаз, а в системах з заземленою нейтраллю також замикання фаз на землю.

Короткі замикання в електроустановках виникають в результаті пробів та перекриттів ізоляції електрообладнання, накидів та з багатьох інших причин.

При к.з. струми в фазах збільшуються порівняно з їх нормальним значенням, а напруги знижуються. В трифазній електричній мережі можливі трифазне, двофазне, двофазне на землю та однофазне к.з.

Для протікання однофазного струму к.з. необхідно, щоб на ділянці мережі, де виникло пошкодження, була заземлена нульова точка трансформатора, електрично зв'язана з місцем к.з.

Якщо трифазна система симетрична, тобто опори всіх фаз рівні між собою, то розрахунок трифазного короткого замикання можна проводити для однієї фази.

На рис.3.1 показана схема ділянки цехової мережі, на якій виникло трифазне к.з. (точка к1). Величина струму трифазного короткого замикання для цієї схеми розраховується як

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_c}{\sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2}},$$

де R_{Σ} , X_{Σ} - сумарні активний та індуктивний опори ділянки мережі від живлячого вузла А до точки трифазного к.з.; U_c - напруга живлячої мережі.

На рис.1 показано також однофазне к.з. при зануленні (точка к2).

Величина струму однофазного к.з. в цьому випадку розраховується як

$$I_{\text{св}}^{(1)} = \frac{220}{Z_{\phi-n} + \frac{Z_m^{(1)}}{3}},$$

де $Z_m^{(1)}$ – повний опір трансформатора струмам однофазного к.з.

3.3 ПЕРЕВІРКА АВТОМАТІВ НА СПРАЦЮВАННЯ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ

При короткому замиканні в точці К2 (рис.3.1) автомат А повинен спрацювати (відключити коло) від джерела живлення. Умову цього спрацювання аналітично можна записати таким чином:

$$\frac{I_{\text{к.з.}}^{(1)}}{I_{\text{св}}} \geq \alpha,$$

де $I_{\text{к.з.}}^{(1)}$ – струм однофазного короткого замикання; спрацювання α - коефіцієнт чутливості, який залежить від типу вимикача і класу приміщення за технікою безпеки.

Для автоматичних вимикачів, які встановлені в нормальних приміщеннях, величина α приймає такі значення:

$\alpha=3$ (для автоматичних вимикачів з тепловим або напівпровідниковим розчеплювачами); $\alpha=1,4$ при $I_{\text{ном.вим.}} \leq 100\text{А}$; $\alpha=1,25$ при $I_{\text{ном.вим.}} > 100\text{А}$ (для автоматичних вимикачів тільки з електромагнітним розчеплювачем).

Для запобіжників, які встановлені в нормальних приміщеннях $\alpha=3$.

Спрацювання автоматів повинно бути узгодженим в часі. Таке узгодження називається селективністю. Забезпечення селективності дії захисту досягається правильним вибором вставок спрацювання струмової відсічки автоматичних вимикачів суміжних ступенів (рис.3.3а)

$$I_{\text{св1}} > (1,3-1,5)I_{\text{св.2}},$$

де $I_{\text{св1}}$; $I_{\text{св2}}$ – струми спрацювання електромагнітних розчеплювачів 1-го та

2-го автоматичних вимикачів.

Для аналізу селективності дії захисту в мережах напругою 0,4 кВ будується карта селективності захисту. Ця карта будується в такій системі координат: по осі абсцис відкладається значення струмів, а по осі ординат – час спрацювання захисних апаратів. Таким чином карта селективності представляє сукупність захисних характеристик вимикачів (запобіжників), номінальних, пускових струмів споживачів та струмів к.з.

На рис.3.3б подано карту селективності захисних апаратів мережі, показаної на рис.3.3а.

Криві 1 та 2 є відповідно захисними характеристиками першого та другого вимикачів, а прямі 3 і 4 – відповідно номінальним струмом споживача та струмом к.з. в точці К. Як видно з карти селективності, при короткому замиканні в точці К час спрацювання 1-го автомата t_{c1} більший від часу спрацювання 2-го автомата t_{c2}

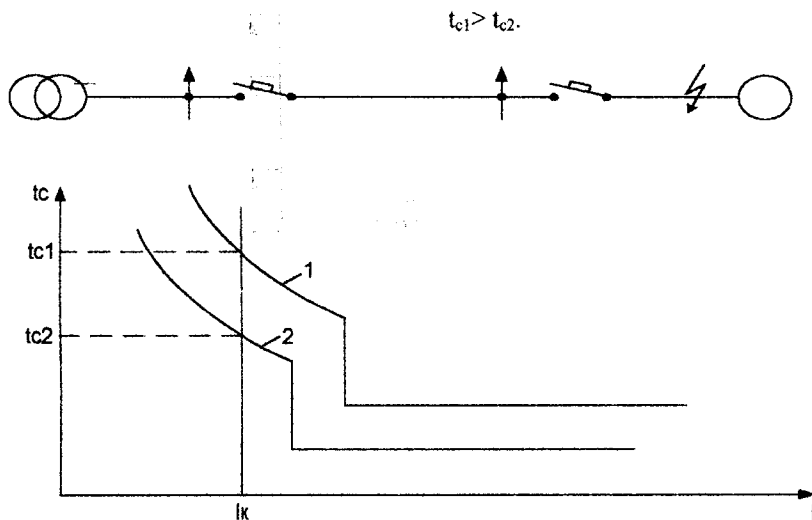


Рис. 3.3 – Електрична схема мережі (а) та карта селективності автоматів (б)
Таким чином в мережі, приведеній на рис.2а, забезпечується селективність роботи захисних апаратів.

Додаток А

Технічні дані автоматичних вимикачів напругою до 1000 В

Таблиця Д.1 - Автоматичні вимикачі серії А3700 з тепловими і електромагнітними розчеплювачами

Тип	Номинальний струм вимикача, А	Номинальний струм розчеплювача, А	Струм спрацювання електромагнітного розчеплювача, А	Діюче значення номінального струму відключення, кА
А3716 Б	160	32, 25, 20, 16 80, 63, 50, 40 160, 125, 100	630	
	160	63, 50, 40, 32 160, 125, 100, 80	1600	
А3726 Б	250	250, 200, 160	2500	
А3736 Б	400	400, 320, 250	4000	
А3746 Б	630	630, 500, 400	6300	
А3712 Б	80	-	250, 400	35
	160	-	630, 1000, 1600	75
А3722 Б	250	-	800, 1600, 2000, 2500	75
А3732 Б	400	-	1250, 1600, 2500, 3200, 4000	100
А3742 Б	630	-	2000, 4000, 5000, 6300	100

Таблиця Д.2 - Автоматичні вимикачі серії А3700 з напівпровідниковими розчеплювачами

Тип	Номинальний струм вимикача, А	Номинальний струм розчеплювача, А	Струм спрацювання електро - магнітного розчеплювача, А	Миттєве значення номінального струму відключення, кА
А3714 Б	32	32, 25, 20, 16	1600	14
	40	40, 32, 25, 20	1600	18
	80	80, 63, 50, 40	1600	35
	160	160, 125, 100, 80	1600	75
А3724 Б	160	160, 125, 100, 80 250, 200, 160	2500	75
	250		2500	75
А3734 Б	250	250, 200, 160	4000	100
	400	400, 320, 250	4000	100
А3744 Б	400	400, 320, 250	6300	100
	630	630, 500, 400	6300	100
А3734 С	250	250, 200, 160	-	50
	400	400, 320, 250	-	50
А3744 С	400	400, 320, 250	-	60
	630	630, 500, 400	-	60

Таблиця Д.3 - Автоматичні вимикачі серії ВА 51з тепловими і електромагнітними розчеплювачами

Тип	Номинальний струм вимикача, А	Номинальний струм розчеплювача, А	$\frac{I_{с.ем}}{I_{н.роз}}$	Діюче значення номінального струму відключення, кА
ВА 51-25	25	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	7, 10	
ВА 51-31	100	6,3; 8; 10; 12,5	3, 7, 10	
ВА 51-33	160	80, 100, 125, 160	10	
ВА 51-35	250	80, 100, 125, 160, 200, 250	12	
ВА 51-37	400	250, 320, 400	10	
ВА 51-39	630	400, 500, 630	10	

Таблиця Д.4 - Автоматичні вимикачі серії ВА 51 Г з тепловим і електромагнітним розчеплювачами для керування і захисту асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором

Тип	Номинальний струм вимикача, А	Номинальний струм розчеплювача, А	$\frac{I_{с.ем}}{I_{н.роз}}$	Діюче значення номінального струму відключення, кА
ВА 51Г-25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5 6,3; 8; 10; 12;	-	6
	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100		
ВА 51Г-31	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	3, 7, 10	6
ВА 51Г-33	160	80, 100, 125, 160	10	6

Таблиця Д.5 - Автоматичні вимикачі серії ВА 52 з тепловим і електромагнітним розчеплювачами

Тип	Номинальний струм вимикача, А	Номинальний струм розчеплювача, А	$\frac{I_{сст}}{I_{н,роз}}$	Діюче значення номінального струму відключення, кА
ВА 52-31	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80;100	3, 7, 10	16
	100			
ВА 52-33	100	80, 100, 125, 160	10	16
ВА 52-35	250	80; 100; 125; 160; 200; 250	12	16
ВА 52-37	400	250; 320; 400	10	16
ВА 52-39	630	250; 320; 400; 500; 630	10	16
ВА 52Г-31	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80;100	14	16
ВА 52Г-33	160	80; 100; 125; 160	14	16

Таблиця Д.6 - Автоматичні вимикачі серії ВА 53, ВА 54 з напівпровідниковим розчеплювачем (неселективні)

Тип	Номінальний струм вимикача, А	$\frac{I_{н.рз}}{I_{ном.в}}$	$\frac{I_{св}}{I_{н.рз}}$	Граничний струм комутаційної здатності, кА
ВА 53-37	400, 250, 160	0,63; 0,8; 1,0	2, 3, 5, 7, 10	47,5
ВА 53-39	630, 400, 250, 160	-	Те ж	55
ВА 53-41	1000	-	2, 3, 5, 7	135
ВА 53-43	1600	-	Те ж	135
ВА 54-37	400, 250, 160	-	2, 3, 5, 7, 10	87
ВА 54-39	630, 500, 400	-	Те ж	100
ВА 54-41	1000	-	2, 3, 5, 7	150

Таблиця Д.7 - Автоматичні вимикачі серії ВА 55, ВА 75 з напівпровідниковим розчеплювачем (селективні)

Тип	Номінальний струм вимикача, А	$\frac{I_{н.рз}}{I_{ном.в}}$	$\frac{I_{св}}{I_{н.рз}}$	Струм спрацювання електромагнітного розчеплювача А	Граничний струм комутаційної здатності, кА
ВА 55-37	400, 250, 160	0,63; 0,8; 1,0	2, 3, 5, 7, 10	20	32,5
ВА 55-39	630, 400, 250, 160	-	Теж	25	47,5
ВА 55-41	1000	-	2, 3, 5, 7	25	55
ВА 55-43	1600	-	Теж	31	80
ВА 75-45	2500	-	Теж	36	60
ВА 75-47	2500	-	2, 3, 5	36	70
	4000			Теж	45

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок. - М.: Энергоатомиздат, 1999.
2. Васильева Р.Н. Справочник. Электромонтажные приборы и изделия. -М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Крупович В.Й., Барибин Ю.Г., Самовер М.Л. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. - М.: Энергоатомиздат, 1981.
4. Орлов И.Н. и другие. Электротехнический справочник в 3-х томах. Т.3. Производство и распределение электроэнергии - М.: Энергоатомиздат, 1988.
5. ПТБ й ПТЭ - М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий.-М.: Высшая школа, 1975.
7. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий. - М.: Энергия, 1973.

Навчальне видання

О.Д.Демов, М.П.Свиридов, В.В.Вержук

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ РОБОТИ. ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ДО 1000В

Навчальний посібник

Оригінал-макет підготовлено авторами

Редактор В.О. Дружиніна

Коректор Ю.І.Франко

Підписано до друку *29.01.02р*

Формат $29.7 \times 42 \frac{1}{4}$ Гарнітура Times New Roman

Друк різнографічний Ум. друк. арк. *2.26*

Тираж 75 прим.

Зам. № *2002 - 035*

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького державного технічного університету

21021, м.Вінниця, Хмельницьке шоссе, 95, ВДТУ, ГНК, 9-й поверх

Тел. (0432) 44-01-59