

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з НР
_____ С.В.Бондаренко
_____ 20__ р.

**Методичне забезпечення
практичних робіт з дисципліни
Електропостачання підприємств і цивільних споруд
для студентів III курсу
спеціальності 5.05070104 «Монтаж і експлуатація
електроустаткування підприємств і цивільних споруд»**

Уклав

О.І. Богдан

Розглянуто на засіданні
циклової комісії
спеціальних електротехнічних дисциплін
Протокол №__ від __ _____ 2016 року

Голова циклової комісії

В.В. Олійник

Інструкція для виконання практичної роботи №1

Тема: Побудова картограми електричних навантажень

1 Мета:

- 1.1 Отримати навички з побудови електричних навантажень
- 1.2 Зрозуміти призначення картограми навантажень

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Підстанція (ГЗП (головна знижуюча), ГРП (головна розподільча), цехова ТП) є однією з головних складових системи електропостачання будь-якого промислового підприємства. Тому оптимальне розміщення підстанцій по території промислового підприємства – найважливіше питання при побудові раціональних систем електропостачання.

При проектуванні систем електропостачання підприємств розробляється генеральний план проєктованого об'єкту, на який наносяться всі цехи. Розміщення цехів визначається технологічним процесом виробництва. На генеральному плані вказуються встановлені чи розрахункові потужності цехів і всього підприємства.

При раціональному розміщенні ГЗП, ГРП і ТП на території промислового підприємства техніко-економічні показники системи електропостачання є оптимальними і, отже, забезпечується мінімум приведених затрат. Для визначення місцезнаходження ГЗП, ГРП і ТП при проектуванні системи електропостачання на генеральний план промислового підприємства наноситься картограма навантажень, яка являє собою розміщені на головному плані прямокутники, причому площі, обмежені цими прямокутниками, в вибраному масштабі рівні реальній площі цехів. Для кожного цеху наноситься свій прямокутник, центр якого співпадає з центром навантажень цеху.

Центр навантажень цеха чи підприємства є чисто символічним. Головну знижуючу і цехові підстанції потрібно розміщувати, як можна ближче до центра навантажень, так як це дозволяє приблизити високу напругу до центру споживання електричної енергії і значно зменшити довжину як розподільчих мереж високої напруги підприємства, так і цехових електричних мереж низької напруги, зменшити витрати провідникового матеріалу і знизити втрати електричної енергії.

Координати ГЗП по активній потужності X_0 , Y_0 , м:

$$X_0 = \frac{X_1 \cdot \Sigma P_{p1} + X_2 \cdot \Sigma P_{p2} + X_3 \cdot \Sigma P_{p3} + X_4 \cdot \Sigma P_{p4} + X_5 \cdot \Sigma P_{p5}}{\Sigma P_p}, \quad (1.1)$$

$$Y_0 = \frac{Y_1 \cdot \Sigma P_{p1} + Y_2 \cdot \Sigma P_{p2} + Y_3 \cdot \Sigma P_{p3} + Y_4 \cdot \Sigma P_{p4} + Y_5 \cdot \Sigma P_{p5}}{\Sigma P_p}, \quad (1.2)$$

Координати ГЗП по реактивній потужності X_0 , Y_0 , м:

$$X_0 = \frac{X_1 \cdot \Sigma Q_{p1} + X_2 \cdot \Sigma Q_{p2} + X_3 \cdot \Sigma Q_{p3} + X_4 \cdot \Sigma Q_{p4} + X_5 \cdot \Sigma Q_{p5}}{\Sigma Q_p}, \quad (1.3)$$

$$Y_0 = \frac{Y_1 \cdot \Sigma Q_{p1} + Y_2 \cdot \Sigma Q_{p2} + Y_3 \cdot \Sigma Q_{p3} + Y_4 \cdot \Sigma Q_{p4} + Y_5 \cdot \Sigma Q_{p5}}{\Sigma Q_p}, \quad (1.4)$$

4 Хід роботи:

4.1 Побудувати картограму електричних навантажень для активної і реактивної потужності промислового підприємства, план якого приведений на рисунку 1.2 у масштабі 1:20.

4.2 Занести то таблиці 1.1 центри електричних навантажень кожного цеху

4.3 Вибрати дані для розрахунку згідно свого варіанту з таблиці 1.1

4.4 Визначити за формулами (1.1) – (1.4) координати центру електричних навантажень і вказати місце спорудження головної знижувальної підстанції (ГЗП) підприємства на картограмі навантажень.

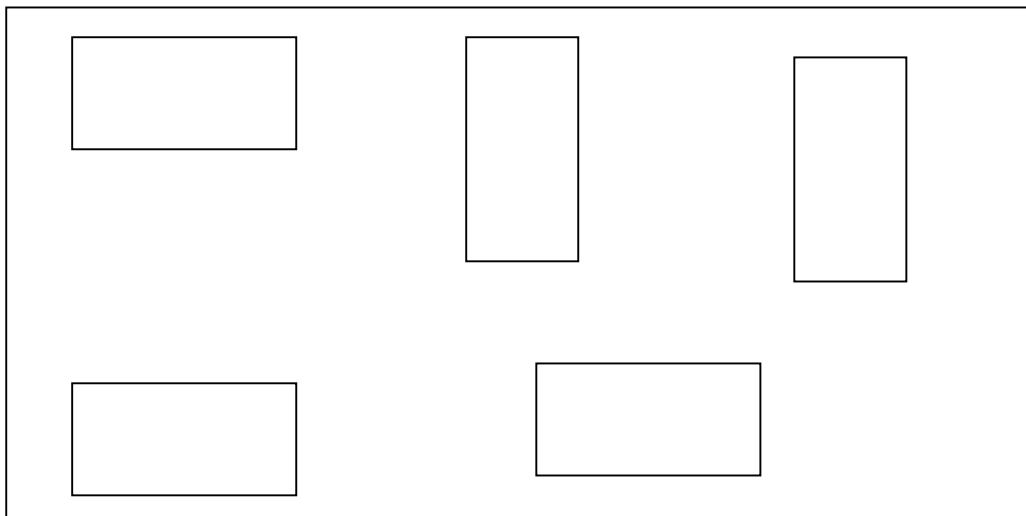


Рисунок 1.1 – План промислового підприємства

Таблиця 1.1 – Координати розташування цехів

Назва цеху	X , м	Y , м
Цех №1		
Цех №2		
Цех №3		
Цех №4		
Цех №5		

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунку

Номер варіанта	Цех 1 Рм, кВт/Қм, кВАр	Цех 2 Рм, кВт/Қм, кВАр	Цех 3 Рм, кВт/Қм, кВАр	Цех 4 Рм, кВт/Қм, кВАр	Цех 5 Рм, кВт/Қм, кВАр
1	1000/400	2000/800	2600/1000	1800/800	800/350
2	4200/1500	5000/2400	2400/1000	5400/2300	2000/1500
3	1200/550	1800/800	2300/1100	2900/1300	3400/1500
4	680/320	1400/600	1900/900	2700/1200	3000/1300
5	4500/1200	6000/2600	800/3400	5800/2500	4000/1800

5 Висновки:

6 Контрольні запитання:

- 6.1 Дати визначення поняттю картограма навантажень
- 6.2 Охарактеризувати по яким параметрам будується картограма навантажень.
- 6.3 Пояснити для чого будується картограма навантажень.
- 6.4 Пояснити в якій послідовності знаходили розташування ГЗП.

Література

- 1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.
- 2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М.: «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №2

Тема: Розрахунок потужності силових трансформаторів головної знижувальної підстанції (ГЗП)

1 Мета:

- 1.1 Отримати навички розрахунку потужності трансформаторів ГЗП по активній і реактивній складовій потужності і по коефіцієнту завантаження трансформатора
- 1.2 Ознайомитись з правилами вибору трансформатора в довідниках по повній розрахунковій потужності
- 1.3 Навчитися перевіряти трансформатор на перевантажувальну здатність в аварійному режимі

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Для розрахунку потужності та вибору кількості трансформатора необхідно знати повну потужність, яка споживається S_M , кВА:

$$S_M = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Реактивна потужність Q , кВАр:

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

Для споживачів електричної енергії I та II категорії надійності електропостачання необхідно два трансформатора.

Номінальна потужність одного трансформатора:

$$S_{ном} = \frac{S_M}{k_{з.тр.} \cdot n},$$

де n - кількість трансформаторів.

По таблицям каталогу вибирається трансформатор стандартної потужності, який перевіряється на перевантажувальну здатність в аварійному режимі роботи при відключенні одного трансформатора.

4 Хід роботи

- 4.1 По даним задачі визначити реактивну потужність
- 4.2 Обчислити повну потужність двох трансформаторів ГЗП
- 4.3 Обчислити потужність одного трансформатора
- 4.4 По номінальній потужності з каталогу вибрати трансформатор

Умова задачі

Визначити потужність силових трансформаторів ГЗП, якщо відомі первинна і вторинна напруги трансформатора $U_{1н}/U_{2н}$ кВ, активна потужність P кВт, коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, коефіцієнт завантаження трансформатора $k_{з.тр.}$.

Дані для розрахунку взяти з таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Розрахункові дані

№	$U_{1н}/U_{2н}$, кВ	P , кВт $\cos \varphi$						$k_{з.тр.}$
		Лінія 1	Лінія 2	Лінія 3	Лінія 4	Лінія 5	Лінія 6	
1	110/10	8000/0,95	8600/0,97	6200/0,98	9300/0,95	5000/0,97	4400/0,9	0,75
2	35/10	3400/0,94	2500/0,96	1800/0,97	1800/0,97	1200/0,9	2400/0,95	0,7
3	110/6	5200/0,95	4300/0,96	3700/0,97	2400/0,9	3100/0,95	2800/0,97	0,75
4	35/10	2100/0,94	1700/0,92	1900/0,93	2200/0,96	2900/0,9	900/0,95	0,75
5	110/10	6300/0,92	5800/0,94	4900/0,93	5600/0,9	7100/0,95	4000/0,9	0,7

5 Висновки:

6 Контрольні запитання:

- 6.1 Яка кількість трансформаторів встановлюється на ГЗП.
- 6.2 На якій підставі вибирається потужність трансформаторів.

6.3 Як перевірити вибраний трансформатор на перевантажувальну здатність в аварійному режимі.

Література

1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.

Інструкція для виконання практичної роботи №3

Тема: Розрахунок річних втрат електроенергії в трансформаторі

1 Мета:

- 1.1 Отримати навички з розрахунку річних втрат електроенергії в трансформаторі
- 1.2 Навчитись вибирати каталожні дані трансформатора

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Втрати електричної енергії в міді (кВт·год):

$$\Delta W_m = \Delta P_{m.ном} \cdot \left(\frac{S_{макс}}{S_{ном}} \right)^2 \cdot \tau, \quad (3.1)$$

де $\Delta P_{m.ном}$ - втрати потужності в міді;

$S_{макс}$ - максимальне навантаження;

τ - час втрат, який знаходиться по кривій залежності $\tau = f(T_{макс}, \cos \varphi)$.

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності.

Втрати електричної енергії в сталі: вони визначаються втратами потужності при холостому ході ($\Delta P_{ст.} = \Delta P_{х.х.}$) і часом ввімкнення трансформатора T_g (кВт·год):

$$\Delta W_{ст.} = \Delta P_{ст.} \cdot T_{макс} \quad (3.2)$$

Сумарні активні втрати електроенергії за рік:

$$\Delta W = \Delta P_{m.ном} \cdot \left(\frac{S_{макс}}{S_{ном}} \right)^2 \cdot \tau + \Delta P_{ст.} \cdot T_{макс} \quad (3.3)$$

Кількість переданої електричної енергії за рік (кВт·год):

$$W_{рік} = S_{макс} \cdot \cos \varphi \cdot T_{макс}. \quad (3.4)$$

де $T_{макс.}$ - число годин використання максимального навантаження;

Річні втрати електричної енергії в трансформаторі:

$$\Delta W_{\text{рік}} = \left(\frac{\Delta W}{W_{\text{рік}}} \right) \cdot 100\% \quad (3.5)$$

4 Хід роботи:

4.1 Виписати технічні дані трансформаторів;

4.2 Визначити по графіку час втрат τ ;

4.3 По формулам визначити сумарні активні втрати електричної енергії, кількість переданої електричної енергії за рік, річні втрати електричної енергії.

Умова задачі

Визначити річні втрати електричної енергії в трансформаторі потужністю $S_{\text{ном}}$, напругою $U_{1н}/U_{2н}$. Максимальне навантаження в трансформаторі $S_{\text{макс}}$ при середньому коефіцієнті потужності $\cos \varphi$ і кількості годин використання максимального навантаження. Дані для розрахунку взяти з таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Номер варіанта	$S_{\text{ном}}$, кВА	$U_{1н}/U_{2н}$, кВ	$S_{\text{макс}}$, кВА	$\cos \varphi$	$T_{\text{макс}}$, ГОД
1	250	10/0,4	160	0,6	2000
2	400	10/0,4	295	0,8	3500
3	630	10/0,4	550	0,8	3000
4	1000	10/0,4	830	0,6	4500
5	1600	35/10	1400	0,8	4000

5 Висновки:

6 Контрольні запитання:

6.1 По яким параметрам вибирається трансформатор з каталогу.

6.2 Пояснити як визначається сумарні активні втрати електричної енергії.

6.3 Пояснити від яких параметрів залежить кількість переданої електричної енергії

6.5 Пояснити від яких параметрів залежить річні втрати електричної енергії в трансформаторі

Література

1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.

2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Тема: Розрахунок активних, реактивних втрат електричної енергії і відповідних втрат потужностей в повітряній лінії за рік

1 Мета:

- 1.1 Отримати навички з розрахунку активних і реактивних втрат електричної енергії
- 1.2 Отримати навички з розрахунку активних і реактивних втрат потужності
- 1.3 Навчитись вибирати каталожні дані повітряної лінії

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Електричне навантаження, як правило, має змінний характер, тому втрати потужності і електричної енергії в лінях залежить від зміни навантаження. Втрати потужності і електричної енергії по проектуваному об'єкту можна розрахувати або по величині середньоквадратичного струму $I_{ср.}$ з урахуванням часу ввімкнення лінії T_{θ} , або максимальному струмі $I_{макс.}$ при часу втрат τ .

Середньоквадратичний струм представляє собою еквівалентний струм, який, проходячи по лінії за час T_{θ} , викликає ті ж втрати потужності і електричної енергії, що і дійсний, який змінюється за той же час струм.

Час втрат τ - це розрахунковий час, протягом якого лінія, яка з незмінною максимальним навантаженням $I_{макс.}$, мала б ті ж втрати потужності і електричної енергії, що і при роботі по дійсному змінному графіку навантаження.

Втрати електричної енергії залежать від опору, струму в лінії і часу втрат. Щоб зменшити втрати потрібно зменшувати не тільки величину струму, а також величину опору лінії. При наявності парних ліній необхідно вмикати їх паралельно.

Застосування підвищеної напруги 20 кВ і 660 В для мереж промислових підприємств також значно зменшує втрати електричної енергії в електропостачаючих і розподільчих мережах промислових підприємств.

Максимальна потужність навантаження лінії визначається за формулою:

$$P_{макс.} = \sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot I_{макс.} \cdot \cos \varphi, \quad (4.1)$$

Час протягом, якого дана лінія могла б передати певну електричну енергію визначається за формулою:

$$T_{макс.} = W / P_{макс.}, \quad (4.2)$$

Максимальний струм за розглянутий проміжок часу (доба, рік):

$$I_{\text{макс.}} = \frac{W}{(T_{\text{макс.}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.}} \cdot \cos \varphi)}, \quad (4.3)$$

де $T_{\text{макс.}}$ - число годин використання максимального навантаження.

При розрахунку втрат потужності і електричної енергії в лінії по максимальному струмі вводиться поняття часу втрат τ , яке залежить від часу використання максимуму $T_{\text{макс.}}$ і коефіцієнта потужності $\cos \varphi$. Якщо відомі ці величини, по кривим залежності $\tau = f(T_{\text{макс.}}, \cos \varphi)$, визначають час втрат, а потім визначають активні і реактивні втрати електричної енергії.

Загальний активний опір лінії:

$$r = r_0 \cdot l, \quad (4.4)$$

Загальний реактивний опір в лінії:

$$x = x_0 \cdot l, \quad (4.5)$$

Активні втрати електричної енергії в лінії визначають за формулою:

$$\Delta W = 3 \cdot I_{\text{макс.}}^2 \cdot r \cdot \tau, \quad (4.6)$$

Реактивні втрати електричної енергії в лінії визначають за формулою:

$$\Delta V = 3 \cdot I_{\text{макс.}}^2 \cdot x \cdot \tau, \quad (4.7)$$

Активні втрати потужності в лінії визначаються за формулою:

$$\Delta P = \frac{\Delta W}{\tau}, \quad (4.8)$$

Реактивні втрати потужності в лінії визначаються за формулою:

$$\Delta Q = \frac{\Delta V}{\tau}, \quad (4.9)$$

4 Хід роботи:

4.1 Виписати технічні дані повітряної лінії з каталогу;

4.2 Визначити загальний активний і реактивний опір;

4.2 Визначити по графіку час втрат τ ;

4.3 По формулам визначити максимальну потужність навантаження лінії; час використання максимуму навантаження в лінії; втрати активної і реактивної електричної енергії в лінії; втрати активної і реактивної потужності в лінії.

Умова задачі

Визначити втрати активної і реактивної енергії, втрати активної і реактивної потужності за рік в трифазній повітряній лінії напругою $U_{\text{л}}$, довжиною l , поперечним перерізом проводу S , живлячим промислові підприємства з тризмінною роботою. Річні витрати електричної енергії W , при максимальній струмовому навантаженні $I_{\text{макс.}}$ і коефіцієнт потужності $\cos \varphi$. Дані для розрахунку взяти з таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку

Номер варіанта	Марка провода	$U_{л}$, кВ	l , км	$\cos \varphi$	$I_{\text{макс.}}$, А	W , кВт·год.
1	АС-50	6,3	6	0,8	120	$5000 \cdot 10^3$
2	АС-120	10,5	6,5	0,8	250	$5500 \cdot 10^3$
3	АС-150	10,5	9	0,8	150	$5300 \cdot 10^3$
4	АСБ-95	6,3	8,2	0,8	200	$4980 \cdot 10^3$
5	А-70	6,3	10	0,8	180	$5000 \cdot 10^3$

5 Висновки:

6 Контрольні запитання:

- 6.1 По яким параметрам вибираються параметри лінії з каталогу.
- 6.2 Пояснити як розраховували загальний активний і реактивний опір в лініях
- 6.3 Пояснити як визначали по кривій час втрат τ
- 6.4 Пояснити як розраховували активні і реактивні втрати електричної енергії в лінії
- 6.5 Пояснити як розраховували активні і реактивні втрати потужності в лінії
- 6.6 Як знизити втрати електричної енергії в лінії

Література

- 1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.
- 2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М.: «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №5

Тема: Вибір комутаційної високовольтні апарати – вимикачі навантаження, роз'єднувачі

1 Мета:

- 1.3 Отримати навички з вибору комутаційних високовольтних апаратів по каталогу
- 1.4 Навчитися перевіряти вибраний комутаційний апарат по основним технічним параметрам

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Роз'єднувач - це контактний комутаційний апарат, призначений для відключення і включення електричного кола без струму або з незначним струмом, який для забезпечення безпеки має між контактами у відключеному положенні ізоляційний проміжок.

Роз'єднувачами не можна відключати струми навантаження, так як контактна система їх не має дугогасильних пристроїв і у випадку помилкового відключення струму навантаження виникає стійка дуга, яка може призвести до міжфазних КЗ і нещасних випадків з обслуговуючим персоналом. Перед операцією з роз'єднувачем мережа повинна бути розімкнута вимикачем.

Роз'єднувачі перевіряються по таким технічним параметрам:

- по напрузі:

$$U_{уст.} \leq U_{ном.} \quad (5.1)$$

- по струму:

$$I_{норм.} \leq I_{ном.}, \quad I_{макс.} \leq I_{ном.} \quad (5.2)$$

- по конструкції, роду установки;

- по електродинамічній стійкості:

$$i_y \leq i_{нр.с.}; \quad I_{н.0} \leq I_{нр.с} \quad (5.3)$$

де $i_{нр.с.}, I_{нр.с}$ - граничний наскрізний струм КЗ (амплітуда і діюче значення);

- по термічній стійкості:

$$B_k \leq I_{тер.}^2 \cdot t_{тер.} \quad (5.4)$$

де B_k - тепловий імпульс по розрахунку, $кА^2 \cdot с$;

$I_{тер.}$ - граничний струм термічної стійкості;

$t_{тер.}$ - тривалість протікання граничного струму термічної стійкості.

Вимикач навантаження – це комутаційний апарат, який використовується для включення і відключення струмів.

Вимикач навантаження являється основним апаратом в електричних установках, він потрібен для відключення і включення електричної мережі в будь-яких режимах: довге навантаження, перевантаження, коротке замикання, холостий хід, несинхронна робота. Найбільш важкою і відповідальною операцією є відключення струмів КЗ.

Вимикачі навантаження перевіряються по таким технічним параметрам:

- по напрузі:

$$U_{уст.} \leq U_{ном.} \quad (5.5)$$

- по струму:

$$I_{норм.} \leq I_{ном.}, I_{max.} \leq I_{ном.} \quad (5.6)$$

- на електродинамічну стійкість вимикача по граничним наскрізним струмам короткого замикання:

$$i_y \leq i_{дин.}; I_{n.0} \leq I_{дин.}, \quad (5.7)$$

де $i_{дин.}$ - найбільший пік (струм електродинамічної стійкості) по каталогу;
 $I_{дин.}$ - дійсне значення періодичної складової граничного наскрізного струму короткого замикання (КЗ) по каталогу.

$I_{n.0}$ - початкове значення періодичної складової струму КЗ в мережі вимикача.

- на термічну стійкість по тепловому імпульсу струму КЗ по каталогу:

$$B_k \leq I_{тер.}^2 \cdot t_{тер.} \quad (5.8)$$

- на термічну стійкість по тепловому імпульсу струму КЗ за розрахунками:

$$B_{кр} = I_{п}^2 \cdot (t_{відкл.} + T_a), \quad (5.9)$$

де T_a - приймається рівним 0,05 с.

- по конструкції та роду установки.

4 Хід роботи:

4.1 По каталогу вибрати роз'єднувач і вимикач з відповідними номінальними параметрами за вихідними даними з таблиці 5.1

4.2 Зробити відповідні розрахунки і порівняти ці параметри з каталожними.

4.3 Зробити висновок чи відповідає роз'єднувач і вимикач розрахунковим параметрам.

Умова задачі

Виконати вибір апаратів на стороні високої напруги $U_{уст.}$, кВ головної знижувальної підстанції (ГЗП) підприємства, яка живить споживачів першої категорії. На ГЗП встановлено: роз'єднувач та вимикач навантаження.

Розрахункова потужність ГЗП S_m , кВА. Значення періодичної складової $I_{n.0}$, кА, ударного струму i_y , кА, коефіцієнта потужності $\cos \varphi$ взяти з таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Вихідні дані

№ варіанта	S_m , кВА	$U_{уст.}$, кВ	$I_{n.0}$, кА	i_y , кА	$\cos \varphi$
1	25600	110	9,7	22	0,6
2	16200	35	11,3	25,6	0,8
3	31800	35	10,5	23,8	0,85
4	18500	110	8,9	20,2	0,8
5	14400	35	12,7	28,8	0,6

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Чому роз'єднувачем не можна відключати струм навантаження.

6.2 Дайте визначення вимикач навантаження, роз'єднувач.

6.3 По яким технічним параметрам вибирали з каталогу роз'єднувач і вимикач навантаження.

6.4 По яким основним технічним параметрам робиться перевірка на відповідність розрахункових параметрів каталожним даним.

Література

1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.

2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №6

Тема: Вибір шин і ізоляторів розподільного пристрою високої напруги

1 Мета:

1.5 Отримати навички з вибору шин і опорних ізоляторів по каталогу

1.6 Навчитися перевіряти вибрані шини і опорні ізолятори по основним технічним параметрам

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Аркуш паперу А4

2.2 Обчислювальна техніка

2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Основне електрообладнання електростанцій та підстанцій з'єднується між собою провідниками – **шинами різного типу**, які утворюють струмопровідні частини електроустановки.

Ошиновку розподільних установок, як правило, виконують алюмінієвими чи сталевалюмінієвими проводами, алюмінієвими трубами, а також шинами профільного перерізу з алюмінію та, значно рідше, з міді.

Збірні шини – це струмопроводи, які об'єднують в єдину електричну мережу все електричне обладнання, в тому числі відгалуження, вимірювальні трансформатори.

Жорсткі шини в закритих РУ 6-10 кВ виготовляють з алюмінієвих чи мідних смуг розміром від 60×6 мм до 120×10 мм в одну, дві чи три паралельні смуги або коробчастого перерізу.

Жорсткі прямокутні шини кріпляться до порцелянових опорних ізоляторів вертикально (на ребро) або горизонтально за допомогою шино тримачів, які повинні допускати поздовжнє зміщення шин при їх нагрівання чи охолодженні, а до головок ізоляторів – гвинтами з накладками, виконаними з того матеріалу, що і шини.

Ізолятор це пристрій з фарфору (гуми) для кріплення проводів, шин та частин приладів, які знаходяться під електричною напругою.

Розрізняють: лінійні — для кріплення проводів до опор ЛЕП; стаціонарні — для монтажу струмопровідних частин у розподільних пристроях (РП); апаратні — для кріплення і розділення деталей в електричних апаратах та машинах.

Ізолятори вибираються:

по номінальній напрузі:

$$U_{\text{розр}} \leq U_{\text{ном}}$$

по номінальному струму:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{ном}}$$

по допустимому навантаженню:

$$F_{\text{розр}} \leq F_{\text{доп.}}$$

Перетин шин для підстанцій і розподільних пристроїв вибирається по струму:

$$I_{\text{м}} \ll I_{\text{доп}}$$

Вибрані шини перевіряються на:

- термічну стійкість:

$$q_{\text{мін}} = \frac{I_{\text{к.з.}} \cdot \sqrt{t_{\text{відкл.}}}}{C}$$

- механічну міцність:

при двофазному к.з.

$$F^{(2)} = 2,04 \cdot i_y^{(2)2} \cdot \frac{l}{a} \cdot k_\phi \cdot 10^{-7}$$

де $i_y^{(2)}$ – ударний струм при двофазному КЗ.

a – відстань між осями провідників, м;

l – довжина провідників, м;

k_ϕ – коефіцієнт форми провідників.

при трифазному к.з.

$$F^{(3)} = 1,76 \cdot i_y^{(3)2} \cdot \frac{l}{a} \cdot k_\phi \cdot 10^{-7}$$

де $i_y^{(3)}$ – ударний струм при трифазному КЗ.

Механічна напруга в матеріалі шин виникає при дії вигинаючого моменту при КЗ:

$$\sigma_{\max} = \frac{F \cdot l}{10 \cdot W}, [\text{МПа}]$$

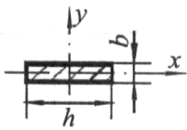
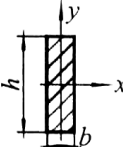
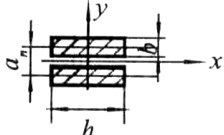
де l – відстань між опорними ізоляторами шинної конструкції, м;

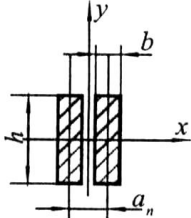
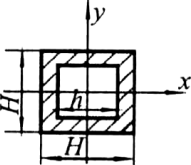
W – момент опору шини відносно осі перпендикулярної дії механічного зусилля, $[\text{см}^3]$;

F – максимальна сила, що виникає в шині при КЗ (при 2-х або 3-х фазному КЗ), $[\text{Н}]$.

Момент опору перерізу шинної конструкції залежить від розмірів і способу розміщення шин. Формули для визначення моменту опору деяких типів шинних конструкцій приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Формули для визначення моменту опору шинних конструкцій

Переріз шин	$W, \text{см}^3$
	$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6}$
	$W_y = \frac{b^2 \cdot h}{6}$
	$W_y = \frac{b \cdot h^2}{3}$

	$W_y = \frac{b^2 \cdot h}{3}$
	$W_y = \frac{H^2 - h^2}{6 \cdot H}$

Таблиця 6.2 – Допустима механічна напруга в матеріалі шин

Матеріал	Марка	$\sigma_{\text{доп.}}$, МПа
Алюміній	А0, А1	70
Алюмінієвий сплав	АД31Т, АД31Т1	90
Мідь	МГМ, МГТ	140
Сталь	Ст.3	160

При перевірці ізоляторів на механічну міцність слід приймати:

– для опорних ізоляторів

$$F_{\text{max}} = F^{(3)} \cdot k_h,$$

– для прохідних

$$F_{\text{max}} = 0,5 \cdot F^{(3)} \cdot k_h,$$

де k_h – коефіцієнт, що враховує поправку на висоту шини, якщо вона розміщена “на ребро”.

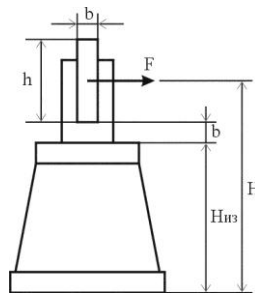


Рисунок 6.1 – Розміщення шинної конструкції “на ребро”

$$k_h = \frac{H}{H_{\text{из}}},$$

$$H = H_{из.} + b + \frac{h}{2}.$$

4 Хід роботи:

4.1 По каталогу вибрати шини і ізолятор з відповідними номінальними параметрами

4.2 Зробити відповідні розрахунки і порівняти ці параметри з каталожними.

4.3 Зробити висновок чи відповідають шини і ізолятори розрахунковим параметрам.

Умова задачі

Перевірити шинну конструкцію розподільчої установки 10кВ на електродинамічну дію струмів КЗ. Шини мідні перерізом F , розташовані “на ребро” в одній горизонтальній площині на опорних ізоляторах. Відстань між ізоляторами однієї фази (проліт) – l , відстань між осями шин – a . Ударний струм трифазного КЗ складає i_y .

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

№ варіанта	S_m , кВА	$U_{уст.}$ кВ	Переріз шини	Марка опорного ізолятора	i_y , кА	Відстань між ізоляторами однієї фази (проліт), см	Відстань між осями шин, см
1	1200	10	15×3	ОФ-10-375	27	70	25
2	1000	10	20×3	ОФ-10-750	35	80	30
3	8800	10	25×3	ОФ-10-1250	46	90	35
4	5600	6	30×4	ОФ-10-2000	58	100	40
5	6300	6	40×4	ОНШ-10-500	83	110	45
6	6100	6	40×5	ОНС-10-1000	32	120	50
7	5500	6	50×5	ОНС-10-2000	54	70	25
8	5400	10	50×6	ОФ-10-375	65	80	30
9	5100	10	60×6	ОФ-10-375	39	90	35
10	5250	10	60×8	ОФ-10-750	84	100	40

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Дайте визначення поняттю шини і ізолятори.

6.2 По яким параметрам вибираються шини з каталогу?

6.3 По яким параметрам вибираються ізолятори з каталогу?

6.4 По яким параметрам перевіряються шини?

6.5 По яким параметрам перевіряються ізолятори?

6.6 Які ізолятори застосовуються в електротехніці?

6.7 Які шини застосовуються в РП?

Література

1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.

2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №7

Тема: Вибір плавких запобіжників

1 Мета:

1.7 Ознайомитись з вибором плавких запобіжників

1.8 Навчитися розраховувати і вибирати плавкі запобіжники

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Аркуш паперу А4

2.2 Обчислювальна техніка

2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Відбудова плавких вставок запобіжників від пускових струмів електродвигунів

Основною умовою, що визначає вибір плавких запобіжників для захисту асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором, є відбудова від пускового струму.

Відбудова плавких вставок від пускових струмів виконується за часом: пуск електродвигуна повинен повністю закінчитися раніше, ніж вставка розплавиться під дією пускового струму.

Досвідом експлуатації встановлено правило: для надійної роботи вставок пусковий струм не повинен перевищувати половини струму, який може розплавити вставку за час пуску.

Всі електродвигуни розбиті на дві групи по часу і частоті пуску. Двигунами з легким пуском вважаються двигуни вентиляторів, насосів, металорізальних верстатів і т. п. Пуск яких закінчується за 3 - 5 с, пускаються ці двигуни рідко, менше 15 разів на 1 годину.

До двигунів з важким пуском відносяться двигуни підйомних кранів, центрифуг, кульових млинів, пуск яких триває більше 10 с, а також двигуни, які пускаються дуже часто - більше 15 разів на 1 годину. До цієї категорії відносять і двигуни з більш легкими умовами пуску, але особливо

відповідальні, для яких абсолютно неприпустимо помилкове перегорання вставки під час пуску.

Вибір номінального струму плавкої вставки для відбудови від пускового струму проводиться за виразом:

$$I_{нвст} \geq \frac{I_{пуск.дв}}{K_n}$$
$$I_{нвст} \geq I_{нов}$$

де $I_{пуск.дв}$ - пусковий струм двигуна, який визначається за паспортом, каталогам або безпосереднім виміром; K - коефіцієнт, який визначається умовами пуску і рівний для двигунів з легким пуском 2,5, а для двигунів з важким пуском 1,6 - 2.

Оскільки вставка під час пуску двигуна нагрівається і окислюється, зменшується перетин вставки, погіршується стан контактів, вона може помилково перегоріти при нормальній роботі двигуна. Вставка, обрана у відповідність з формулою, може згоріти також при тривалому в порівнянні з розрахунковим часом пуску або самозапуску двигуна. Тому у всіх випадках доцільно виміряти напругу на вводах двигуна в момент пуску і визначити час пуску.

Для запобігання згоряння вставок під час пуску, що може спричинити за собою роботу двигуна на двох фазах і його пошкодження, доцільно у всіх випадках, коли це допускається чутливості до струмів КЗ, вибирати вставки трохи більшими, ніж за умовою.

Кожен двигун повинен захищатися своїм окремим апаратом захисту. Загальний апарат допускається для захисту декількох малопотужних двигунів тільки в тому випадку, якщо буде забезпечена термічна стійкість пускових апаратів і апаратів захисту від перевантаження, які встановлюються в колі кожного двигуна.

4 Хід роботи:

4.1 Переписати умову задачі і вибрати дані заданого варіанту.

4.2 Зробити відповідні розрахунки.

4.3 По каталогу вибрати запобіжник для захисту двигуна.

Умова задачі

3 Вибрати плавкий запобіжник для захисту АД з такими параметрами

Таблиця – Вихідні дані

Варіант	Тип двигуна	$P_n, \text{кВт}$	$\eta, \%$	$\cos \varphi$	I_p/I_n	$n_n, \text{об/хв}$	$K_{пуск}$
1	4А112МА6	3	81	0,76	6	1000	2,5
2	4А160М6	15	88	0,82	6,5	1000	2,5
3	4А180М6	18,5	88	0,85	6,5	1500	2,5
4	4ААМ56А4	8	63	0,66	5	1500	1,6
5	4А200М8 У3	18,5	88,5	0,8	6	750	1,6

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1 Дайте визначення поняттю запобіжник.
- 6.2 Яка правильно вибираються запобіжники?
- 6.3 Для чого потрібні запобіжники.
- 6.4 Пояснити, які струми треба враховувати при виборі запобіжника.
- 6.5 Чи може працювати запобіжник на двох фазах?

Література

- 1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.
- 2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №8

Тема: Вибір і перевірка КЛ

1 Мета:

- 1.9 Навчитися розраховувати і вибирати високовольтні кабелі
- 1.10 Опанувати методику розрахунку струмів короткого замикання в електричних мережах вище 1 кВ

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади
- 2.4 Довідникова література (каталог для вибору кабелю і його перерізу)

3 Теоретичні відомості:

Втрати електроенергії при передачі потужності по лінії зростають зі збільшенням опору лінії, що в свою чергу визначається перерізом провідника.

Чим більше переріз провідника, тим менше втрати. При цьому зростають витрати кольорового металу і капітальні вкладення на спорудження лінії. Щоб вибрати економічно обґрунтований переріз, слід порівняти капітальні вкладення і щорічні експлуатаційні витрати для декількох варіантів.

Щорічні експлуатаційні витрати складаються з відрахувань на амортизацію, поточний ремонт, обслуговування і вартості втрат електроенергії.

Ці відрахування зростають зі збільшенням перерізу проводів і кабелів, тому що при цьому зростають капітальні вкладення. Сума зазначених складових річних приведених витрат матиме мінімум при так званому економічно доцільному перерізі $q_{ек}$.

Економічно доцільний переріз визначають через розрахунковий струм лінії I_M і економічну щільність струму j за формулою:

$$q_{ек} = \frac{I_M}{j} \quad (8.1)$$

Економічна щільність струму нормується ПУЕ залежно від матеріалу провідника і конструкції лінії (кабельна або повітряна) і числа годин використання максимуму навантаження T_M .

Основні умови вибору кабелю:

по напрузі

$$U_{уст} \leq U_{ном}$$

По конструкції

По економічній щільності струму

По допустимому струму

$$I_{уст} \leq I_{ном}$$

4 Хід роботи:

- 4.1 Обчислити номінальний струм, економічний переріз;
- 4.2 Вибрати з каталогу переріз і допустимий струм для даного перерізу;
- 4.3 Перевірити кабель по тривало допустимому струму;
- 4.4 Перевірити кабель по допустимій втраті напрузі.

Умова задачі

Вибрати переріз кабелю по економічній густині струму і перевірити його по тривало допустимому навантаженню, а також по допустимій втраті напруги $U = 10$ кВ; $n = 2$ (кількість кабелів).

Таблиця 7.1 – Вихідні дані

№ варіанта	S_{\max} , кВА	Режим роботи	$\cos \varphi$	l , км
1	3404	1	0,89	0,52
2	3402	2	0,91	0,4
3	3400	3	0,78	0,45
4	2500	2	0,89	0,51
5	2600	3	0,7	0,095
6	1000	3	0,51	0,35
7	2500	2	0,58	0,46
8	3500	1	0,64	0,036
9	4000	2	0,74	0,054
10	4500	2	0,8	0,035

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1 Охарактеризуйте принцип розрахунку по економічній щільності струму?
- 6.2 По яким параметрам вибирається переріз кабелю?
- 6.3 Яке допустиме значення втрат напруги в кабельній лінії?
- 6.4 Від чого залежить значення j - економічній щільності струму?
- 6.5 Який коефіцієнт враховується при перевірці на допустиму втрату напруги?

Література

- 1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.
- 2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Тема: Розрахунок струмів короткого замикання

1 Мета:

- 1.11 Ознайомитись з визначеннями і характеристикою процесу короткого замикання
- 1.12 Опанувати методику розрахунку струмів короткого замикання в електричних мережах вище 1 кВ

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Причиною більшості аварій в електроустановках є КЗ, які виникають внаслідок порушення електричної міцності ізоляції струмоведучих частин.

Причини таких порушень різноманітні: старіння ізоляції, обриви проводів повітряних ліній електропередачі, механічні пошкодження ізоляції кабельних ліній при земельних роботах, удари блискавки в лінії електропередачі та інші.

Частіше за все КЗ відбуваються через перехідний опір, наприклад через опір електричної дуги, який виникає в місці пошкодження ізоляції. Інколи виникають металічні КЗ при яких опір електричної дуги має дуже мале значення.

В трифазних електроустановках виникають трифазні та двохфазні КЗ. Крім того, в трьохфазних мережах з наглухо заземленою нейтраллю також можуть виникати однофазні та двохфазні КЗ на землю.

При трифазному КЗ всі фази мережі знаходяться в однакових умовах тому його називають **симетричним**. При інших видах КЗ у кожній фазі мережі протікають різні струми, у зв'язку з чим векторні діаграми струмів та напруг скривлюються. Такі замикання називають **несиметричними**.

Короткі замикання, як правило, супроводжуються збільшенням струму у пошкоджених фазах до величини, яка в декілька разів перевищує номінальне значення.

Для розрахунку струмів КЗ необхідно скласти розрахункову схему. Вона включає в себе всі елементи електроустановки та частини енергосистеми, які до неї примикають, виходячи з умов, передбачених довготривалою роботою електроустановки з перспективою не менше ніж на 5 років після вводу в експлуатацію.

Розрахункова точка КЗ знаходиться безпосередньо з однієї або іншої сторони елемента електроустановки, який розглядається, в залежності від того, коли для нього створюються важкі умови в режимі КЗ.

Розрахункова схема – це така однолінійна схема електроустановки на якій вказані всі елементи та їх параметри, які впливають на величину струму КЗ.

На розрахунковій схемі вказуються номінальні параметри окремих елементів (рисунок 9.1).

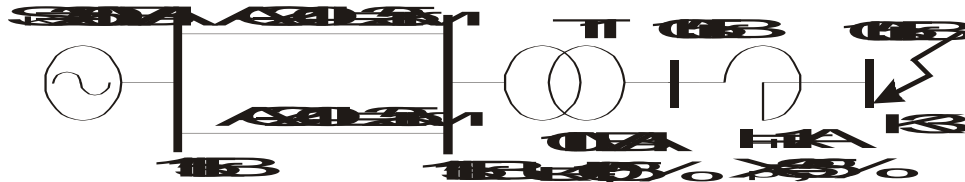


Рисунок 9.1 – Розрахункова схема мережі

При розрахунку струмів КЗ в установках до 1 кВ необхідно враховувати опори шин, трансформаторів струму, рубильників, автоматів, параметри яких при цьому повинні бути вказані на розрахунковій схемі. Якщо відомі фактичні коефіцієнти трансформації усіх трансформаторів та автотрансформаторів, то складання розрахункової схеми слід проводити з врахуванням цих коефіцієнтів. Якщо ж вони невідомі – допускається їх враховувати приблизно згідно наступної шкали напруг: 3,15; 6,3; 10,5; 13,8; 15,75; 18; 20; 24; 27; 37; 115; 154; 230; 340; 515; 770; 1175 кВ.

Для заданого в електричній схемі місця короткого замикання, складають схему заміщення (рисунок 7.2), яку потім приводять до одного еквівалентного опору.

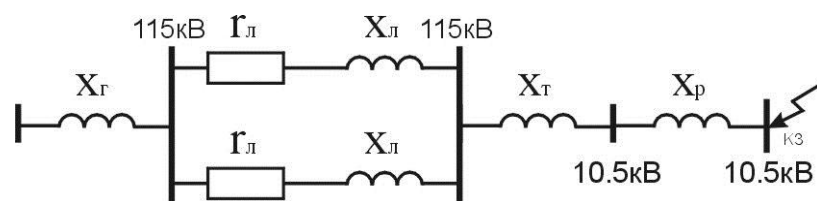


Рисунок 7.2 – Схема заміщення розрахункової схеми

Найчастіше розрахунок струмів КЗ проводять в іменованих або у відносних одиницях.

Найбільший практичний інтерес при проектуванні електричної частини станцій та підстанцій, та при виборі електричних апаратів представляє ударний струм короткого замикання.

Ударним струмом КЗ називають найбільше миттєве значення струму. У будь-якому випадку струм КЗ досягає свого найбільшого значення за півперіоду напруги мережі.

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y^2 \cdot I_{II}, \quad (9.1)$$

де k_y – ударний коефіцієнт; I_{II} – періодична складова струму КЗ.

Фізична суть ударного коефіцієнту – враховує участь аперіодичної складової струму КЗ в утворенні ударного струму. Ударний коефіцієнт залежить від місця КЗ (параметрів мережі):

$$k_y = 1 + e^{-0,01/T_a}, \quad (9.2)$$

$$T_a = \frac{x_{рез}}{314 \cdot r_{рез}}, \quad (9.3)$$

де $r_{рез}$, $x_{рез}$ – еквівалентний активний та індуктивний опір до точки к.з.; T_a – постійна часу короткозамкнутого кола.

Ударний коефіцієнт змінюється у межах: $1 < k_y < 2$.

4 Хід роботи:

4.1 Переписати умову задачі і вибрати дані заданого варіанту.

4.2 Скласти розрахункову схему та схему заміщення.

4.3 Визначити результуючий опір системи.

4.4 Визначити струм КЗ, ударний струм КЗ та потужність КЗ.

Умова задачі

Визначити величину надперехідного і ударного струмів КЗ, потужність струмів КЗ в точках K_1, K_2, K_3 для схеми, приведеної на рисунку 7.1. Потужність джерела живлення (енергосистеми) S_6 , марка проводу ПЛ і її довжина l_1 , номінальна потужність трансформатора $S_{н.т.}$, марка кабелю КЛ і його довжина l_2 вибрати згідно варіанту з таблиці 7.1.

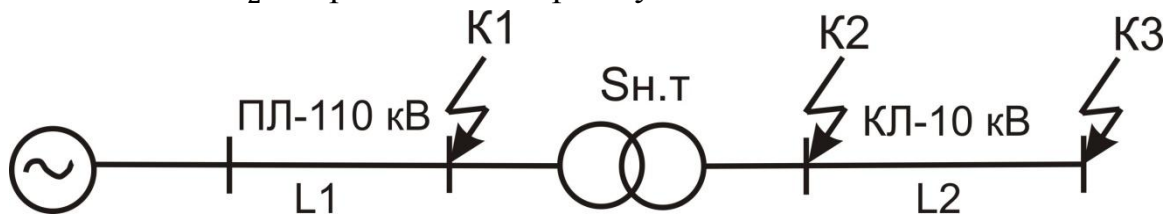


Рисунок 9.1 – Розрахункова схема

Таблиця 9.1 – Вихідні дані

№ варіанта	S_{σ} , МВА	Марка проводу	L_1 , км	$S_{н.т.}$, МВА	u_k , %	Марка проводу (кабелю)	L_2 , км
1	100	АС-35	16	2500	10.5	ААШВ-95	5,0
2	100	АС-50	40	6300	10.5	ААШВ-50	3,5
3	100	АС-150	35	4000	10,5	ААШВ-70	12,5
4	100	АС-120	25	2500	10,5	ААШВ-95	4,0
5	100	АС-35	22	6300	10.5	ААШВ-25	11,0
6	100	АС-50	35	4000	10,5	ААШВ-95	5,5
7	100	АС-120	45	2500	10,5	ААШВ-70	6,0
8	100	АС-150	50	4000	10,5	ААШВ-95	13,0
9	100	АС-35	40	2500	10,5	ААШВ-50	15,0
10	100	АС-150	30	6300	10,5	ААШВ-35	10,0

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1 Дайте визначення поняттю струм короткого замикання.
- 6.2 Яка основна мета розрахунків струмів короткого замикання?
- 6.3 Чим відрізняється розрахунок струмів К.З. в мережах до 1кВ та понад 1 кВ?
- 6.4 Як правильно скласти розрахункову схему і схему заміщення?
- 6.5 Дайте визначення поняттю розрахункова схема.
- 6.6 Дайте визначення поняттю ударний струм К.З.

Література

- 1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.
- 2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №10

Тема: Захисне заземлення трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ

1 Мета:

- 1.13 Ознайомитись з визначеннями і характеристикою процесу короткого замикання
- 1.14 Опанувати методику розрахунку струмів короткого замикання в електричних мережах вище 1 кВ

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Призначення захисного заземлення полягає в тому, щоб у випадку появи напруги на металевих частинах електроустаткування (наприклад, внаслідок замикання на корпус при пошкодженні ізоляції) забезпечити захист людини від ураження електричним струмом при її доторканні до цих частин. Захист від ураження струмом забезпечується шляхом приєднання корпуса до заземлювача, який має малий опір заземлення та малий коефіцієнт напруги доторкання.

Якщо корпус устаткування є незаземленим і відбулося замикання на нього однієї із фаз, то доторкання людини до такого корпуса рівнозначно доторканню до фази.

Заземлювальний пристрій, як правило, складається із сукупності заземлювачів (провідників, електродів), які з'єднані між собою і перебувають у безпосередньому контакті із землею або її еквівалентом, та заземлювальних провідників, котрі з'єднують заземлювані частини електроустановки із цими заземлювачами.

Заземлювачі використовуються як природні так і штучні. В якості природних заземлювачів можуть використовуватися:

- 1) металеві та залізобетонні конструкції будівель, які знаходяться в контакті із землею, у тому числі їх залізобетонні фундаменти, які мають захисні гідроізоляційні покриття в неагресивних, малоагресивних і середньоагресивних середовищах;
- 2) металеві труби водопроводу, прокладені в землі та інші металеві конструкції, які знаходяться в землі;
- 4) металеві оболонки броньованих кабелів, прокладених у землі.

Не допускається використовувати в якості природних заземлювачів трубопроводи горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів і сумішей, а також трубопроводів каналізації та центрального опалення. Однак ці обмеження не виключають необхідність приєднання таких трубопроводів до заземлюючого пристрою з метою вирівнювання потенціалів.

Можливість використання природних заземлювачів за умовою густини протікаючих по них струмів, а також можливість використання фундаментів у сильноагресивних середовищах повинна бути доведена розрахунковим шляхом.

Штучні заземлювачі повинні виготовлятися із чорної або оцинкованої сталі чи міді. Фарбувати їх забороняється.

Уникнення небезпечних наслідків корозії заземлювальних пристроїв забезпечується:

- 1) або збільшенням розмірів поперечних перерізів заземлювачів і заземлюючих провідників із врахуванням розрахункового терміну їх служби;

2) або застосуванням заземлювачів і заземлюючих провідників із гальванічним покриттям чи мідних.


При цьому потрібно враховувати можливе збільшення опору заземлювальних пристроїв, обумовлене корозією.

Траншеї для горизонтальних заземлювачів повинні заповнюватися однорідним ґрунтом, який не містить щебеню та будівельного сміття.


Не можна розміщувати заземлювачі у місцях, де земля підсушується під дією тепла від трубопроводів та інших джерел.

Провідник, який сполучає заземлювач із головною заземлюючою шиною (шина, яка є частиною заземлюючого пристрою електроустановки напругою до 1 кВ і призначена для приєднання певної кількості провідників із метою заземлення і вирівнювання потенціалів) в електроустановках напругою до 1 кВ, повинен мати наступні розміри поперечного перерізу:

- мідний – не менше 10 мм²;
- алюмінієвий – не менше 16 мм²;
- сталевий – не менше 75 мм².

У місцях введення заземлюючих провідників у приміщення повинен бути передбачений пізнавальний знак .

В якості штучних заземлювачів використовують сталеві труби діаметром 35-50 мм з товщиною стінок не менше 3,5 мм і кутники розмірами 40x40 мм та 60x60 мм довжиною 2,5-3,0 м, а також сталеві прутки діаметром не менше ніж 10 мм та довжиною до 10 м. У більшості випадків штучні вертикальні заземлювачі знаходяться у землі на глибині 0,5-0,8 м. Вертикальні заземлювачі з'єднують між собою сталеві стрічкою з поперечним перерізом не менше ніж 4x12 мм або прутком з діаметром не менше 6 мм за допомогою зварювання.

Переріз головної заземлюючої шини (як правило мідної) повинен бути не меншим за переріз провідника лінії живлення. У місцях, доступних тільки для кваліфікованого персоналу, шина встановлюється відкрито, а у місцях, доступних для сторонніх осіб (наприклад, під'їздах та підвалах будинків), вона повинна мати захисну оболонку – шафу або ящик із закритими на ключ дверцятами, на яких повинен бути нанесений знак . Якщо приміщення має декілька окремих ввідів, то головні заземлюючі шини повинні виготовлятися для кожного ввідного пристрою і бути з'єднані між собою.

Залежно від місця розташування заземлювачів відносно заземлюваного устаткування використовується виносне (зосереджене) та контурне (розподілене) заземлення.

Перевага виносного заземлення полягає в тому, що можна вибрати місце розташування заземлювачів із найменшим опором ґрунту. Недолік – віддаленість від захищеного обладнання, внаслідок чого коефіцієнт доторкання рівний одиниці. Тобто виносне заземлення захищає тільки за рахунок малого опору заземлення. Тому даний тип заземлювального пристрою використовують лише при малих значеннях струму замикання на землю.

У контурного заземлювального пристрою заземлювачі розміщуються по контуру (периметру) площадки, на якій знаходиться заземлюване обладнання, або розподілені, по можливості, рівномірно по всій площадці. Різниця потенціалів між точками, що знаходяться всередині контуру, невелика, через що коефіцієнт доторкання значно менший за одиницю. Тому струм, що проходить через тіло працівника, який доторкається до “пробитого” корпусу, набагато менший, ніж при виносному заземленні.

У процесі експлуатації електроустановок можливе порушення цілісності заземлювальних провідників та підвищення опору заземлення вище норми. Тому Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) передбачено проведення візуального контролю цілісності заземлювальних провідників та вимірювання опору заземлення. Такі вимірювання проводяться при найменшій провідності ґрунту: влітку - при найбільшому висиханні та зимою - при найбільшому промерзанні ґрунту. **Вимірювання опору заземлення належить проводити також після монтажу електроустановки, її ремонту чи реконструкції, але не рідше одного разу на рік.**

4 Хід роботи:

- 4.1 Переписати умову задачі і вибрати дані заданого варіанту.
- 4.2 Виконати розрахунок заземлюючого пристрою.
- 4.3 Порівняти отримані дані з допустимими.

Умова задачі

Розрахувати заземлювальний пристрій цехової підстанції 10/0,4 кВ, який знаходиться в другій кліматичній зоні. Мережа напругою 10 кВ має ізольовану нейтраль, мережа напругою 0,4 кВ - глухо заземлену нейтраль. Загальна протяжність повітряної лінії 10 кВ складає $l_{пл}$, км, кабельної лінії напругою 0,4 кВ $l_{кл}$, км. Для заземлювального контуру будемо використовувати вертикальні заземлюючі електроди діаметром $d = 16\text{мм}$ і довжиною $l = 3\text{м}$, які закладені на глибину $h_g = 0,8\text{м}$. Коефіцієнт сезонності $\psi = 1,5$. Дані для розрахунку взяти з таблиці.

№ варіанту	$l_{пл}$, км	$l_{кл}$, км	Ґрунт
1	10	11	чорнозем
2	20	15	садова земля
3	30	16	суглинок
4	32	17	глина
5	22	20	торф

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1 Дайте визначення поняттю заземлювальний пристрій.

- 6.2 Охарактеризуйте будову заземлювального пристрою.
- 6.3 Охарактеризуйте природні заземлювачі.
- 6.4 Охарактеризуйте різницю між контурним і виносним заземлювальним пристроєм.
- 6.5 Яке допустиме значення опору заземлювального пристрою?
- 6.6 Поясніть коли саме треба проводити перевірку опору заземлення.

Література

- 1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.
- 2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.

Інструкція для виконання практичної роботи №11

Тема: Блискавкозахист будівель і споруд

1 Мета:

- 1.15 Ознайомитись з визначеннями і характеристикою блискавковідводу будівель і споруд
- 1.16 Опанувати методику розрахунку захисної зони одиночного стрижневого блискавковідводу і його висоту при ударі блискавки

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Аркуш паперу А4
- 2.2 Обчислювальна техніка
- 2.3 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Блискавкозахист — це комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будинків і споруджень, устаткування і матеріалів від можливих вибухів, руйнувань і пожеж, що виникають від удару блискавки, а в будинках сільськогосподарських підприємств — також для забезпечення безпеки тварин і птахів.

Блискавковідвід — пристрій, що сприймає удар блискавки і відводить її струм у землю. Блискавковідвід забезпечує захист від прямих ударів блискавки. Захисна дія блискавковідводу заснована на властивості блискавки уражати найбільш високі і добре заземлені металеві спорудження. У загальному випадку блискавковідвід складається з опори, блискавкоприймача, безпосередньо сприймаючого удар блискавки, струмовідводу, по якому струм

блискавки передається в землю, заземлювача, що забезпечує розтікання струму блискавки в землі. У деяких випадках функції опори, блискавкоприймача і струмовідводу об'єднуються (використання труб або ферм).

З'єднання блискавкоприймачів зі струмовідводами і струмовідводів із заземлювачем повинні виконуватися, як правило, зварюванням, а при неприпустимості вогневих робіт дозволяється виконання болтових з'єднань з перехідним опором не більше 0,05 Ом при обов'язковому щорічному контролі останнього перед початком грозового сезону.

Зона захисту блискавковідводу — простір, усередині якого будинок і спорудження захищене від прямих ударів блискавки з надійністю не нижче:

зона захисту типу А — 99,5%;

зона захисту типу Б — 95%.

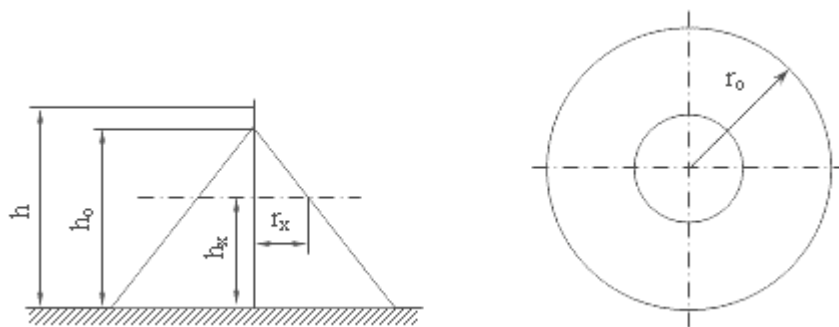


Рисунок 1.1- Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу

Блискавковідвід, що стоїть окремо — блискавковідвід, опора якого встановлена на землі на деякому віддаленні від об'єкта, що захищається.

Одиночний блискавковідвід — одинична конструкція стрижневого або тросового блискавковідводу.

Подвійний (багаторазовий) блискавковідвід — два (або більше) стрижневих або тросових блискавковідводи, що утворюють одну загальну зону захисту.

Заземлювач блискавкозахисту — один або декілька провідників, що знаходяться у зіткненні з землею і призначені для відводу в землю струмів блискавки або обмеження перенапруг, що виникають на металевих корпусах, устаткуванні, комунікаціях при близьких розрядах блискавки. Заземлювачі поділяються на природні і штучні.

Враховуючи розмаїтість технологічних процесів, висувати однакові вимоги до блискавкозахисту всіх об'єктів недоцільно. Тому всі будинки і

спорудження за блискавкозахистом класифіковані. В основу класифікації будинків і споруджень за ступенем небезпеки і можливістю ураження їх блискавкою покладена імовірність виникнення вибуху або пожежі, а також масштаби можливих руйнувань.

На підставі цього всі будинки і спорудження підрозділяються на три категорії, що позначаються I, II, III (найбільш небезпечна I).

I категорія — виробничі будинки і спорудження з зонами класу 0, 1, 20, 21 по всій території країни. Кожне ураження об'єкта I категорії викликає вибух, створює підвищену небезпеку руйнувань і жертв не тільки для даного об'єкта, але і для розташованих поруч.

До II категорії відносяться:

- виробничі будинки і спорудження з зонами класів 2, 22 з середньорічною тривалістю гроз 10 годин і більше на рік;
- зовнішні установки з зонами класу 2 на всій території країни;
- будинки обчислювальних центрів, у тому числі розташованих у міській забудові в місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більше.

Удар блискавки в об'єкт II категорії створює небезпеку вибуху тільки при збігу з технологічною аварією або моментом спрацьовування дихальних і аварійних клапанів.

До III відносяться: - будинки і спорудження з пожежонебезпечними приміщеннями або будівельними конструкціями низької вогнестійкості; - об'єкти, ураження яких становить небезпеку електричного впливу на людей і тварин: великі суспільні будинки, тваринницькі будівлі, високі спорудження типу труб, веж, монументів; - дрібні будівлі в сільській місцевості, де найчастіше використовуються горючі конструкції і де невелика вартість будівель дозволяє виконати блискавкозахист спрощеними способами.

До III категорії віднесені об'єкти, наслідки ураження яких не зв'язані з вибухами.

4 Хід роботи:

4.1 Переписати умову задачі і вибрати дані заданого варіанту.

4.2 Виконати розрахунок амплітудної імпульсної напруги за формулою, кВ:

$$U_{\text{макс}} = \frac{I_{\text{макс}}}{2 \cdot \left(R_{\text{імп}} + \sqrt{R_{\text{імп}}^2 + h^2} \right)},$$

4.3 Знайти мінімальну відстань між блискавко захистом і будівлею по повітрю і землі за формулою, м:

$$S_{\text{п}} = r_{\text{мін.п}} = \frac{U_{\text{макс}}}{E_3},$$

$$S_3 = r_{\text{мін.з}} = \frac{I_{\text{макс}} \cdot R_M}{E_3}$$

4.4 Визначити радіус зони захисту одиночного блискавковідводу за формулою, м :

$$r_0 = 1,1 \cdot h - 0,2 \cdot h^2$$

4.5 Визначення зони захисту, повинна виконуватись умова:

$$r_0 > S_{a+a}$$

Умова задачі

Визначити захисну зону одиночного стержневого блискавковідводу і його висоту при ударі блискавки, якщо $I_{\text{макс}}$, імпульсний опір заземлювача $R_{\text{імп}}=10$ Ом, висота захисної споруди h_x , розміри споруди $a \times b=6 \times 6$ м.

№ варіанта	a, м	b, м	h, м	$I_{\text{макс}}$, кА	$R_{\text{імп}}$, Ом
1	12	18	8	150	11
2	6	14	7	160	12
3	8	12	7,5	190	10
4	9	12	8	170	12
5	10	16	6	180	12

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Дайте визначення поняттю блискавкозахист.

6.2 Охарактеризуйте як виконується блискавко захист будівель і споруд I,II,III категорії?

6.3 Дайте визначення зони захисту одиночного стержневого блискавковідводу, тросового блискавковідводу.

Література

1 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - Москва: Высшая школа, 1990. – 366 с.

2 Рожков Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. М., «Энергия», 1975.