

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Заступник директора з навчальної роботи
_____ Р.М.Корольова
" ____ " _____ 2020 року

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
для виконання практичних робіт

з дисципліни : «Електропостачання систем СЦБ»

за спеціалізацією 5.273.1 «Монтаж, обслуговування та ремонт автоматизованих систем керування рухом на залізничному транспорті»
(шифр і назва спеціалізації)

Харків 2020

Методичний посібник для проведення практичних робіт з дисципліни
“Електропостачання систем СЦБ” для студентів за галуззю знань: 5.27 «Транспорт»
(шифр і назва галузі)
зі спеціальності 5.273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
за спеціалізацією 5.273.1 «Монтаж, обслуговування та ремонт автоматизованих систем
керування рухом на залізничному транспорті»
(шифр і назва спеціалізації)

Розробник: Охріменко Олена Вікторівна, викладач II категорії
(прізвище, ім'я та по батькові, посада, категорія)

*Методичний посібник затверджені на засіданні циклової комісії
транспорту та електрозв'язку*
(назва циклової комісії)

Протокол “_____” _____ 2020 року від №_____

Голова циклової комісії _____ *А.І. Руденко*

*Схвалено методичною радою Харківського державного політехнічного
коледжу*

Протокол “_____” _____ 2020 року від №_____

Голова методичної ради _____ *Р.М.Корольова*

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ НА ТРАНСФОРМАТОР ОМ І ВИСОКОВОЛЬТНУ ЛІНІЮ АВТОБЛОКУВАННЯ

До вторинної обмотки трансформатора живлення сигнальної точки підключають постійні і змінні навантаження.

До постійних навантажень, які не залежать від розмірів руху, відносяться прилади, котрі ввімкненні постійно (світлофорні лампи, сигнальні трансформатори, дешифраторні ячейки, блоки живлення типу БПШ тощо).

Змінні навантаження - це навантаження від рейкових кіл, які залежать від стану баласту й розмірів руху.

При зайнятому стані рейкове коло споживає енергії більше, ніж при вільному. Рейкове коло споживає максимальну потужність короткочасно, тільки в момент знаходження поїзда на її кінці живлення. Тому навантаження пристроїв автоблокування характеризуються двома величинами - середньої й максимальної (максимально тривалої).

По середній потужності визначають навантаження на високовольтну лінію. Розрахунок потужності лінійного трансформатора й перетин жил кабелю живлення, а також вибір запобіжників здійснюють по максимальному навантаженню. При цьому допускається перевантаження трансформатора типу ОМ понад номінальну потужність на 30 % протягом 1 год; 60 % - 45 хв; 100 % - 10 хв; 200 % - 1,5 хв.

Загальну споживану потужність варто визначати як геометричну суму активних і реактивних навантажень.

Середні й максимально-тривалі значення навантажень приладів сигнальних установок для кодового автоблокування без обліку навантажень від рейкових кіл наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Постійне навантаження одиночної і спареної сигнальної установки
одноколійної дільниці, одиночної сигнальної установки двоколійної дільниці

Навантаження	Споживна потужність			
	середня		максимально-тривала	
	Р, Вт	Q, вар	Р, Вт	Q, вар
Ячейка дешифратора	31,7	14,8	31,7	14,8
Генератор ГКШ	2,0	-	2,0	-
Лампа світлофору	15,0	-	15,0	-
Втрати в трансформаторі типу СОБС-2А	4,8	6,0	6,6	6,3
Блок живлення БПШ	7,2	9,0	22,0	9,0
Опалення шафи з втратами в трансформаторі типу СОБС-2А	53,7	6,0	-	-
Трансмітер типа КПТШ	22,0	-	22,0	-
Реле типа АСП2-220	7,0	-	7,0	-
Освітлення шафи	-	-	90,0	-
Електричний паяльник	-	-	90,0	-
Разом	143,0	36,0	286,3	30,0

На двоколіїних ділянках при визначенні потужності трансформатора типу ОМ і розрахунку навантаження на кабель живлення ураховують кодування рейкового кола з релейного кінця при двобічному русі поїздів по одному зі шляхів при капітальному ремонті другого шляху. При розрахунках приймається час зайнятості всіх рейкових кіл, що одержують живлення від даної сигнальної установки. У цьому випадку навантаження не повинне перевантажувати трансформатор типу ОМ більш ніж на 30 %.

Таблиця 2

Постійне навантаження автоматичної переїзної сигналізації.

Навантаження	Споживна потужність			
	середня		максимально-тривала	
	Р, Вт	Q, вар	Р, Вт	Q, вар
1 Автоматична світлофорна сигналізація				
Ячейка дешифратора	31,7	14,8	31,7	14,8
Лампа світлофрів	6,2	-	30,0	-
Реле типу АСШ12	10,5	-	10,5	-
Втрати в трансформаторі типу СОБС-2А	6,8	6,3	10,3	6,3
РТА з трансформатором типу ПОБС-2А	58,0	45,0	262,0	51,3
ВАК-13	8,0	18,0	8,0	18,0
Блок живлення типу БПШ	7,2	9,0	7,2	9,0
Реле типа АСШ2-220	7,0	-	7,0	-
Опалення 2-х шаф	107,4	12,0	-	-
Освітлення 2-х шаф	-	-	165,0	-
Електричний паяльник	-	-	90,0	-
Разом	243,0	105,0	622,0	101,0
2 Автошлагбаум				
Лампи на брусі	8,2	-	40,0	-
Лампи щитка керування	10,0	-	10,0	-
РТА з трансформатором типу ПОБС-2А	58,0	45,0	262,0	51,3
Додаткові втрати трансформатору типу ПОБС	10,2	-	8,7	39,7
Разом	86,0	45,0	391,0	91,0
Разом 1 та 2	329,0	150,0	943,0	193,0

Розраховуючи потужність, споживану сигнальними установками від високовольтних ліній СЦБ, враховують розміри руху поїздів на ділянках. При одноколіїному автоблокуванні приймається 50 пара поїздів у добу, які рухаються зі швидкістю 60 км/год; при двоколіїному автоблокуванні - 180 пар поїздів у добу, які рухаються зі швидкістю 80 км/ч. Середню довжину поїзда приймають рівної 850 м, середню довжину рейкових кіл сигнальних установок - 2000 м, середню довжину рейкових кіл переїзних установок - 2000 і 500 м.

Лінійні трансформатори автоблокування випускають тільки типів ОМ-0,63/10 і ОМ-1,25/10, тому навантаження сигнальної установки на ВЛ СЦБ можна розраховувати за укрупненими показниками, вводючи коефіцієнт, який враховує розміри руху поїздів:

$$K=nl/24v,$$

де n - число минаючих по ділянці поїздів у добу;

l - шлях, який проходить поїзд, на якому включене навантаження, км;

v - швидкість поїзда, км/ч.

При двоколіїному автоблокуванні приймаємо $n = 180$ пар поїздів у добу; довжина рейкового кола $l=2$ км; швидкість поїзда $v = 80$ км/год, тоді $K = (360 \cdot 2)/(24 \cdot 80) = 0,38$.

При електротязі постійного струму й числовому кодовому автоблокуванню змінного струму частотою 50 Гц навантаження на лінійний трансформатор складається з потужності, споживаної рейковими колами, і потужності, споживаної приладами сигнальних установок.

Розрахункові потужності, споживані кодовими рейковими колами частотою 50 Гц різної довжини при електротязі постійного струму із дросель- трансформаторами типу ДТ-0,6 на кінці живлення й типу ДТ-0,2 на релейному кінці, з урахуванням втрат у колійних трансформаторах наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Змінне навантаження рейкових кіл при електротязі постійного струму

Довжина рейкового кола, l, м	Потужність при вільному рейковому колу (середня)		Потужність при зайнятому рейковому колу (максимальна)	
	P, Вт	Q, вар	P, Вт	Q, вар
До 500	18	53	18	63
500-1000	25	59	27	88
1000-1500	40	70	41	137
1500-2000	73	96	72	244
2000-2250	104	120	101	338
2250-2500	147	154	140	475
2500-2600	170	172	165	549

При електротязі змінного струму й числовому кодовому автоблокуванню змінного струму частотою 25 Гц рейкові кола одержують живлення від перетворювачів частоти типу ПЧ50/25-100 через ізолюючі трансформатори.

У табл. 4 наведені розрахункові потужності, споживані кодовими рейковими колами частотою 25 Гц із дросель-трансформаторами типу ДТ-1-150 від перетворювачів частоти типу ПЧ50/25-100.

Таблиця 4

Навантаження на вторинну обмотку ПЧ

Довжина рейкового кола, l, м	Потужність при вільному рейковому колу (середня)			Потужність при зайнятому рейковому колу (максимальна)		
	P, Вт	Q, вар	S, В·А	P, Вт	Q, вар	S, В·А
До 500	4	0,6	4	6	-0,5	6
500-1000	7	1	7	14	-1	14
1000-1500	14	3	15	29	-2	29
1500-2000	28	5	20	59	-4	59
2000-2250	39	8	40	83	-6	83
2250-2500	55	10	56	116	-8	116

При виборі типу лінійного трансформатора на ділянках з електротягою змінного струму й кодових рейкових кіл частотою 25 Гц варто враховувати

потужність, споживану перетворювачем частоти ПЧ50/25-100 ($\cos \varphi = 0,8 \div 1,0$) від мережі змінного струму напругою 220 В, частотою 50 Гц (табл. 5).

Таблиця 5

Змінне навантаження рейкових кіл при електротязі змінного струму

Потужність, яку споживає рейкове коло частотою 25 Гц, В·А	Потужність, яку споживають від мережі частотою 50 Гц			
	P, Вт	Q, вар	S, В·А	$\cos \varphi$
0	40	180	185	0,22
20	60	180	185	0,33
40	80	180	195	0,44
60	100	190	210	0,52
80	120	190	220	0,63
100	140	190	235	0,73

Потужність, споживана лінійним трансформатором від високовольтної лінії, більше середньої потужності, споживаної приладами сигнальної установки при вільному рейковому колі, на величину втрат у трансформаторі. Втрати в лінійних трансформаторах типів ОМ-0,63 і ОМ-1,25 визначають по кривих на рис. 1.

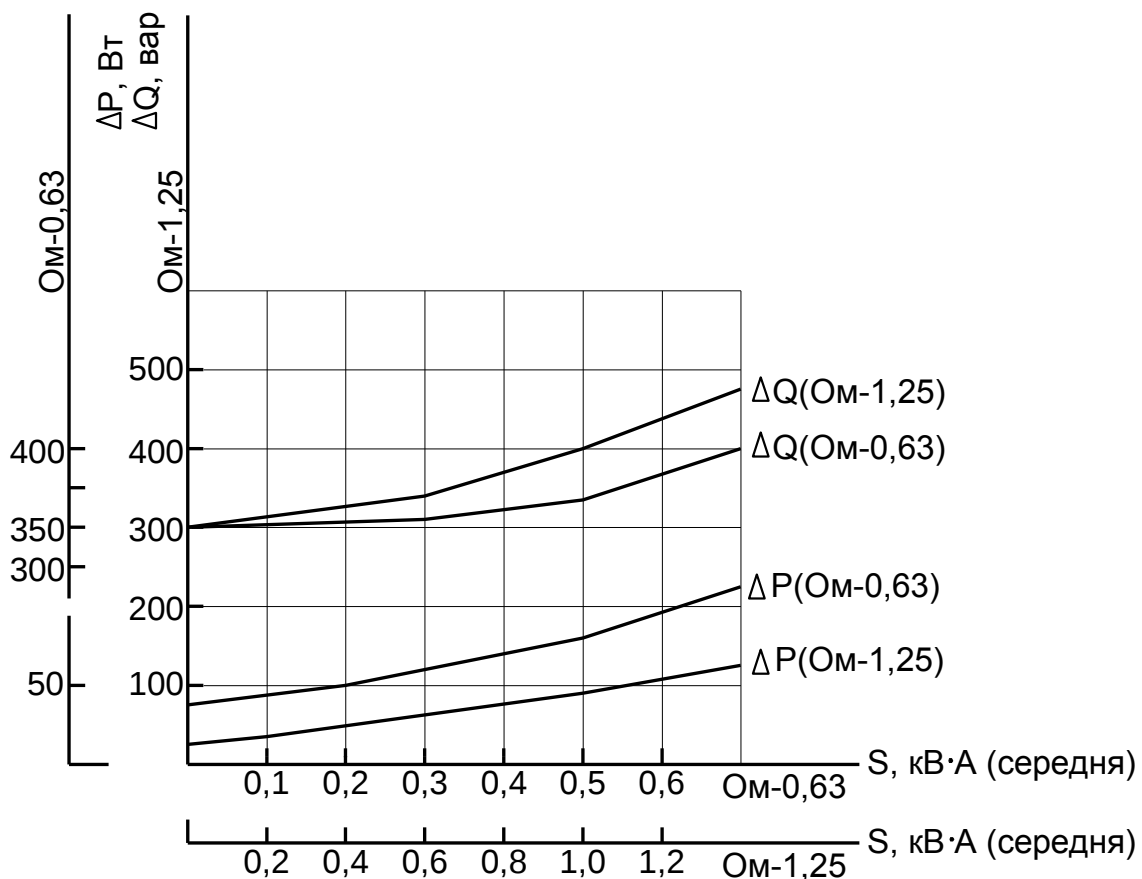


Рис. 1. Криві втрат в трансформаторах типу Ом в залежності від навантаження

ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗРАХУНКУ:

1. Вибір трансформатора ОМ по максимальній потужності споживачів.

1.1 Визначаємо максимальну **постійну** активну та реактивну потужність, по таблиці №1 та №2.

$$P_{\max \text{ п}}, \quad Q_{\max \text{ п.}}$$

1.2 Визначаємо максимальну **змінну** активну та реактивну потужність рейкових кіл, по таблицях № 3, №4, №5.

$$P_{\max \text{ рц1}}, \quad Q_{\max \text{ рц1}}, \\ P_{\max \text{ рц2}}, \quad Q_{\max \text{ рц2}}.$$

Примітка: на одноколіній дільниці враховується довжина найдовшого рейкового кола, на двоколіній дільниці та переїзді враховується довжина двох рейкових кіл.

1.3 Визначаємо сумарну активну та реактивну потужність, яка споживається сигнальною установкою:

$$\sum P_{\max} = P_{\max \text{ п}} + P_{\max \text{ рц}}, \\ \sum Q_{\max} = Q_{\max \text{ п}} + Q_{\max \text{ рц}}.$$

Примітка: якщо, згідно завдання, треба визначити потужність спареної сигнальної установки $P_{\max \text{ п}}$ та $Q_{\max \text{ п}}$ треба помножити на два.

1.4 Визначаємо повну максимальну потужність:

$$S_{\max \text{ с.у.}} = \sqrt{\sum P_{\max \text{ с.у.}}^2 + \sum Q_{\max \text{ с.у.}}^2}$$

1.5 Визначаємо тип трансформатора ОМ:

Якщо, $S_{\max}$ дорівнює до 693 В·А, вибираємо ОМ-0,63;

Якщо, $S_{\max}$ дорівнює від 694 В·А до 1375 В·А, вибираємо ОМ-1,25;

2. Визначити загальне навантаження на високовольтну лінію.

2.1 Визначаємо середню **постійну** активну та реактивну потужність, таблиці №1 та №2:

$$P_{\text{ср п}}, \quad Q_{\text{ср п.}}$$

2.2 Визначаємо середню **змінну** активну та реактивну потужність рейкових кіл, таблиці №3, №4, №5.

$$P_{\text{ср рц}}, \quad Q_{\text{ср рц}}.$$

2.3 Визначаємо сумарну середню активну та реактивну потужність сигнальної установки, враховуючи коефіцієнт, який враховує розміри руху поїздів:

$$K = nl/25v, \\ \sum P_{\text{ср.с.у.}} = K(P_{\text{ср п}} + P_{\text{ср рц}}), \\ \sum Q_{\text{ср.с.у.}} = K(Q_{\text{ср п}} + Q_{\text{ср рц}}).$$

2.4 Визначаємо повну середню потужність:

$$S_{\text{ср. с.у.}} = \sqrt{\sum P_{\text{ср. с.у.}}^2 + \sum Q_{\text{ср. с.у.}}^2}$$

2.5 Визначаємо втрати в трансформаторі ОМ, в залежності від типу та $S_{\text{ср}}$ по кривим на рисунку 1.

$$\Delta P, \quad \Delta Q.$$

2.6 Визначаємо загальне навантаження на високовольтну лінію:

$$S_{\text{заг с.у.}} = \sqrt{(\sum P_{\text{ср.с.у.}} + \Delta P)^2 + (\sum Q_{\text{ср.с.у.}} + \Delta Q)^2}$$

Відповідь:

ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ

Приклад №1: Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки одноколійного кодового автоблокування на дільниці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1540 м та 2400 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

Початкові дані: Дільниця-колій — одна;
Сигнальна установка — спарена;
Електротяга — змінного струму;
Довжина рейкових кіл — $L_1 = 1540$ м, $L_2 = 2400$ м.

Спарена сигнальна установка кодового двоколійного автоблокування змінного струму частотою 25 Гц складається з двох одиночних сигнальних установок типу 0 та містить дві релейних шафи. В кожній шафі навантаження на лінійний трансформатор складають перетворювач частоти ПЧ50/25-100, від якого отримує живлення рейкове коло та прилади.

На одноколійній дільниці максимальна потужність споживається, коли потяг знаходиться на рейковому колі більшої довжини.

1. Постійна максимальна потужність визначається по таблиці №1:

$$P_{\max \Pi} = 272 \text{ Вт}, \quad Q_{\max \Pi} = 30 \text{ Вар}.$$

2. Визначаємо по таблиці №4 потужність на вторинну обмотку ПЧ для рейкового кола більшої довжини (2400 м)

$$P_{\max \text{ рц}2} = 116 \text{ Вт}, \quad S_{\max \text{ рц}2} = 116 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

3. Згідно з $S_{\max \text{ рц}2}$ по таблиці №5 визначаємо потужність, яка споживається перетворювачем ПЧ від мереж змінного струму:

$$P_{\max \text{ рц}} = 140 \text{ Вт}, \quad Q_{\max \text{ рц}} = 190 \text{ Вар}, \quad S_{\max \text{ рц}} = 235 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

4. Сумарна активна та реактивна потужність складає:

$$\sum P_{\max \text{ с.у.}} = 272 + 140 = 412 \text{ Вт}, \quad \sum Q_{\max \text{ с.у.}} = 30 + 190 = 220 \text{ Вар}.$$

5. Визначаємо максимальну повну потужність:

$$S_{\max \text{ с.у.}} = \sqrt{\sum P_{\max}^2 + \sum Q_{\max}^2} = \sqrt{412^2 + 220^2} = \sqrt{169744 + 48400} = \sqrt{218144} = 467 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

6. Згідно з $S_{\max \text{ рц}}$ вибираємо лінійний трансформатор типу ОМ-0,63.

7. Визначаємо постійну середню потужність по таблиці №1:

$$P_{\text{ср} \Pi} = 143 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср} \Pi} = 36 \text{ Вар}.$$

8. Визначаємо середню змінну потужність перетворювача ПЧ по таблиці №4 для рейкового кола довжиною 2400м:

$$P_{\text{ср} \text{ рц}} = 55 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср} \text{ рц}} = 10 \text{ Вар}, \quad S_{\text{ср} \text{ рц}} = 56 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

9. На підставі $S_{\text{ср} \text{ рц}}$ визначаємо по таблиці №5 середню активну та реактивну потужність рейкового кола:

$$P_{\text{ср} \text{ рц}} = 80 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср} \text{ рц}} = 180 \text{ Вар}, \quad S_{\text{ср} \text{ рц}} = 195 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

10. Визначаємо сумарну середню потужність:

$$K = nI/25v = 0,069$$

$$\sum P_{\text{ср} \text{ рц}} = 0,069(143 + 80) = 15,4 \text{ Вт},$$

$$\sum Q_{\text{ср} \text{ рц}} = 0,069(36 + 180) = 15 \text{ Вар}.$$

11. Визначаємо повну середню потужність:

$$S_{\text{ср рц}} = \sqrt{\sum P_{\text{ср рц}}^2 + \sum Q_{\text{ср рц}}^2} = \sqrt{15,4^2 + 15^2} = \sqrt{237,16 + 225} = \sqrt{462,16} = 21,2 \text{ ВА}$$

12. Визначаємо по рис.1 втрати в трансформаторі ОМ-0,63 при $S_{\text{ср рц}} = 21,5 \text{ В} \cdot \text{А}$:
 $\Delta P = 75 \text{ Вт}$, $\Delta Q = 310 \text{ Вар}$.

13. Навантаження на високовольтну лінію:

$$S_{\text{заг с.у.}} = \sqrt{(\sum P_{\text{ср.с.у.}} + \Delta P)^2 + (\sum Q_{\text{ср.с.у.}} + \Delta Q)^2} = \\ = \sqrt{(15,4 + 75)^2 + (15 + 310)^2} = \sqrt{8172,2 + 105625} = \sqrt{113797,2} = 337,3 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Відповідь: Згідно з S_{max} ми вибираємо лінійний трансформатор типу Ом-0,63.
Навантаження на високовольтну лінію складає 337,3 В·А.

Приклад №2: Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 1500 м та 900 м. Напруга високовольтної лінії 10 кВ. Розташований на ділянці переїзд обладнаний автоматичною переїзною сигналізацією з автошлагбаумами.

Початкові дані: Дільниця – колій — дві;

Переїзд — АПС з АШ;

Електрична тяга — постійного струму;

Довжина рейкових кіл — $L_1 = 1500 \text{ м}$, $L_2 = 900 \text{ м}$.

На двоколійній ділянці, одночасно, живляться дві рейкові колії.

1. Постійна потужність приймається по таблиці 2 пункт 1 та 2 (автошлагбаум):

$$P_{\text{max п}} = 943 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{max п}} = 193 \text{ Вар}.$$

2. По таблиці №3 визначаємо максимальну потужність рейкових кіл при електротязі постійного струму:

$$P_{\text{max рц 1}} = 72 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{max рц 1}} = 137 \text{ Вар},$$

$$P_{\text{max рц 2}} = 18 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{max рц 2}} = 63 \text{ Вар}.$$

3. Визначаємо сумарну максимальну потужність:

$$\sum P_{\text{max с.у.}} = P_{\text{max п}} + P_{\text{max рк1}} + P_{\text{max рк2}} = 943 + 72 + 18 = 10332 \text{ Вт},$$

$$\sum Q_{\text{max с.у.}} = Q_{\text{max п}} + Q_{\text{max рк1}} + Q_{\text{max рк2}} = 390 \text{ Вар}.$$

4. Визначаємо повну потужність:

$$S_{\text{max с.у.}} = \sqrt{\sum P_{\text{max}}^2 + \sum Q_{\text{max}}^2} = \sqrt{10332^2 + 390^2} = \sqrt{1067089 + 152100} = \sqrt{1219189} = \\ = 1104,16 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

5. Згідно с S_{max} вибираємо лінійний трансформатор типу Ом-1,25.

6. Визначаємо середню потужність по таблиці 2 (автошлагбаум):

$$P_{\text{ср п}} = 329 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср п}} = 150 \text{ Вар}.$$

7. Визначаємо середню змінну потужність рейкових кіл по таблиці №3:

$$P_{\text{ср рц 1}} = 40 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср рц 1}} = 70 \text{ Вар},$$

$$P_{\text{ср рц 2}} = 18 \text{ Вт}, \quad Q_{\text{ср рц 2}} = 53 \text{ Вар}.$$

8. Визначаємо сумарну середню потужність:

$$K = nI/25V = 0,38$$

$$\sum P_{\text{ср.с.у.}} = K (P_{\text{ср п}} + P_{\text{ср рк1}} + P_{\text{ср рк2}}) = 0,38(329+40+18) = 147,1 \text{ Вт},$$

$$\sum Q_{\text{ср.с.у.}} = K(Q_{\text{ср п}} + Q_{\text{ср рк1}} + Q_{\text{ср рк2}}) = 0,38(150+70+53) = 103,7 \text{ Вар}.$$

9. Визначаємо повну середню потужність:

$$S_{\text{ср.с.у.}} = \sqrt{\sum P_{\text{ср.с.у.}}^2 + \sum Q_{\text{ср.с.у.}}^2} = \sqrt{147,1^2 + 103,7^2} = \sqrt{21638,4 + 10753,7} = \sqrt{32392,1} = 179,9 \text{ В} \cdot \text{А}$$

10. Визначаємо по рис.1 втрати в трансформаторі Ом-1,25 при $S_{\text{ср рц}} = 179,9 \text{ В} \cdot \text{А}$:

$$\Delta P = 35 \text{ Вт}, \quad \Delta Q = 310 \text{ Вар}.$$

13. Загальне навантаження на високовольтну лінію:

$$S_{\text{заг с.у.}} = \sqrt{(\sum P_{\text{ср.с.у.}} + \Delta P)^2 + (\sum Q_{\text{ср.с.у.}} + \Delta Q)^2} =$$

$$= \sqrt{(147,1 + 35)^2 + (103,7 + 310)^2} = \sqrt{33160,4 + 119025} = \sqrt{152185,4} = 390,1 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Відповідь: Згідно з S_{max} ми вибираємо лінійний трансформатор типу Ом-1,25.

Навантаження на високовольтну лінію складає 390,1 В·А.

ЗАВДАННЯ ПО ВАРІАНТАХ

№ 1

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 800 м та 2300 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 2

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1200 м та 2100 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 3

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1600 м та 2000 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 4

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 900 м та 2400 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 5

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 1100 м та 2200 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 6

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 2500 м та 960 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 7

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1400 м та 2250 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 8

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 1350 м та 2160 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 9

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 950 м та 1300 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 10

Вибрати лінійний трансформатор типу ОМ та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1250 м та 850 м. Напруга на високовольтну лінію складає 10 кВ.

№ 11

Вибрати лінійний трансформатор типу Ом та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 800 м та 2300 м. Напруга високовольтної лінії 10 кВ. Розташований на ділянці переїзд обладнаний автоматичною переїзною сигналізацією.

№ 12

Вибрати лінійний трансформатор типу Ом та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1200 м та 2100 м. Напруга високовольтної лінії 10 кВ. Розташований на ділянці переїзд обладнаний автоматичною переїзною сигналізацією з автошлагбаумами.

№ 13

Вибрати лінійний трансформатор типу Ом та визначити навантаження на високовольтну лінію для одиночної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою змінного струму при довжині рейкових кіл 1600 м та 2000 м. Напруга високовольтної лінії 10 кВ. Розташований на ділянці переїзд обладнаний автоматичною переїзною сигналізацією.

№ 14

Вибрати лінійний трансформатор типу Ом та визначити навантаження на високовольтну лінію для спареної сигнальної установки двоколійного кодового автоблокування на ділянці з електротягою постійного струму при довжині рейкових кіл 900 м та 2400 м. Напруга високовольтної лінії 10 кВ. Розташований на ділянці переїзд обладнаний автоматичною переїзною сигналізацією з автошлагбаумами.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

Практична робота може виконуватись як в письмовій формі (акуратно, розбірливим почерком), так і з використанням комп'ютерної техніки (аркуші форматом А4, шрифт №14, стиль шрифту - Times New Roman, інтервал між строчками – одинарний) з дотриманням вимог діючих стандартів стосовно одиниць вимірювання фізичних величин, зображення електричних схем, виконання креслень тощо.

Кожне завдання має розпочинатися з написання його завдання, містити короткі пояснення до рішень. В кінці роботи необхідно привести список використаної літератури.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Михайлов А.Ф., Частоедов Л.А. „Электроснабжение устройств автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта”, Транспорт, 1981- 383 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Визначення ємності контрольної батареї

При резервуванні змінного струму лампи вхідного світлофора отримують живлення від контрольної батареї поста електричної централізації. При безбатарейній системі живлення на великих станціях (понад 30 стрілок) резервне живлення здійснюється через перетворювачі типів ПП-300 або ПП-300М, а на проміжних (до 30 стрілок) - через перетворювач типу ППВ-1.

Розрахуємо потужність, споживану перетворювачем типу ППВ-1.

Для розрахунків прийнято, що на проміжній станції є два вхідних світлофора. При виході з ладу зовнішнього електропостачання живлення червоних ламп вхідних світлофорів здійснюється від перетворювача. Від перетворювача живляться також лампи табло, які сигналізують відключення змінного струму у вхідних шафах і спрацьовування схеми подвійного зниження напруги. Отже, активна складова споживаної потужності:

$$P = P_{\text{л}} + P_{\text{л.табло}} + P_{\text{дсп}}; P_{\text{л}} = 35 \text{ Вт}; P_{\text{л.табло}} = 2,5 \text{ Вт}; P_{\text{дсп}} = 14,5 \text{ Вт}.$$

Так як на станції встановлено два світлофора, то $P = 2 \cdot 35 + 2 \cdot 2,5 + 14,5 = 89,5$ Вт.

Реактивну складову розраховують тільки для ламп світлофорів, іншими значеннями можна знехтувати $Q = 2Q_{\text{л}}; Q = 2 \cdot 13 = 26 \text{ вар.}$)

$$\text{Повна потужність } S_{\text{п}} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{89,5^2 + 26^2} = 93 \text{ В} \cdot \text{А}$$

$$\cos \varphi = P/S = 89,5/93 = 0,96.$$

Для визначення потужності, споживаної перетворювачем типу ППВ-1 від акумуляторної батареї, необхідно обчислити коефіцієнт навантаження перетворювача:

$$K_{\text{н}} = P/P_{\text{ппв1}} = 89,5/300 = 0,280,$$

де $P_{\text{ппв1}} = 300$ Вт – потужність, на яку налаштовують перетворювач типу ППВ-1 при налагодженні пристроїв електричної централізації.

$$\text{Коефіцієнт корисної дії перетворювача } \eta = \eta_{\varphi} \eta_{\text{н}} / 0,82,$$

де η_{φ} и $\eta_{\text{н}}$ — коефіцієнти корисної дії, що залежать від $\cos \varphi$ і коефіцієнта навантаження перетворювача $K_{\text{н}}$.

Залежність к.к.д. перетворювача ППВ-1 від $\cos \varphi$ і $K_{\text{н}}$ в режимі перетворення (рис. 1): $\eta = 0,82 \cdot 0,72 / 0,82 = 0,72$.

Потужність, споживана перетворювачем типу ППВ-1 від акумуляторної батареї, $P_{\text{ппв-1}} = P/\eta = 89,5/0,72 = 124$ Вт.

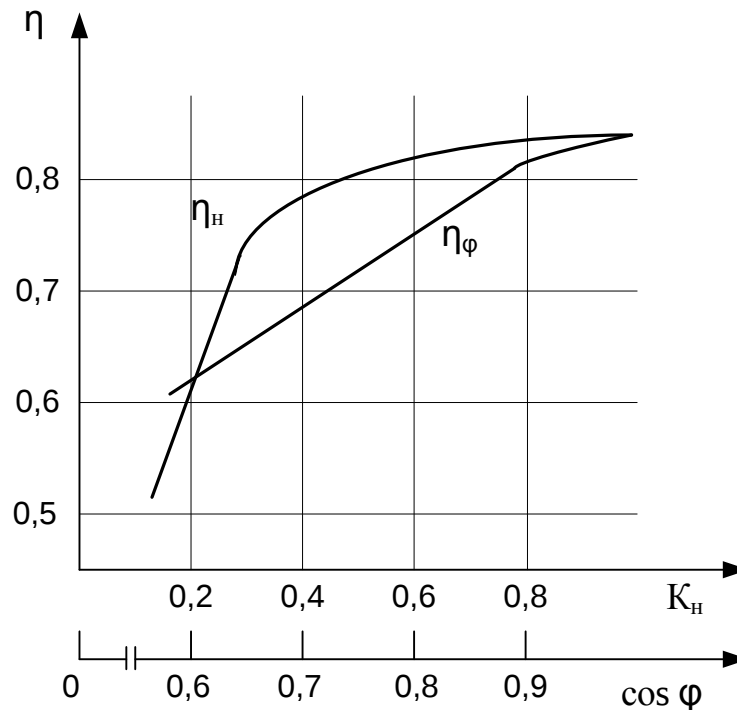


Рис. 1 Графік залежності к.п.д. перетворювача ППВ-1 від $\cos \varphi$ та коефіцієнта навантаження

Індекс контрольної батареї

При розрахунках прийнята станція, що знаходиться на двоколінійній ділянці.

При вимиканні на посту ЕЦ змінного струму від контрольної батареї живлення отримують навантаження, перераховані в табл. 1.

Таблиця 1

Навантаження	Вимірювач	Кількість	Потужність на одиницю вимірювання		Розрахункова потужність	
			Р, Вт	Q, вар	Р, Вт	Q, вар
Перетворювач типу ППВ-1	шт.	1	124	36	124	36
Лампи табло:						
аварії змінного струму	шт.	4*	2,5	—	10	—
Напрямок перегону	шт.	8	2,5	—	20	—
колійного наближення та віддалення	шт.	8	2,5	—	20	—
Реле панелі перетворювача типу ППВ 1	Панель	1	12	—	12	—
0.5 А; 24 В						
Прилади ДЦ 3 А; 24 В	Пост	1	72	—	72	—
Реле 0,2 А; 24 В	Стрілка	4.8	—	n	$4.8 n$	—
Разом навантаження ΣP					$253+4,8 n$	36

* Дві лампи контролю фідерів на табло та дві лампи контролю фідерів на панелі ПВ-ЕЦ; n – кількість стрілок на станції.

Ємність акумуляторної батареї визначають виходячи з сумарної потужності, споживаної пристроями (см. табл. 1):

$$C_6 = \frac{\Sigma Pt}{UK_1 K_2},$$

де $t = 6$ ч — час резервного живлення пристроїв;

$U = 24$ В — напруга батареї;

$K_1 = 0,8$ — коефіцієнт старіння батареї;

$K_2 = 0,87$ — коефіцієнт інтенсивності розряду батареї.

Підставляючи в цю формулу всі значення, отримуємо:

$$C_6 = \frac{(258 + 4,8n)6}{24 \bullet 0,8 \bullet 0,87},$$

т. е. для станції, яка має 30 стрілок, ємність батареї:

$$C_6 = \frac{(258 + 4,8 \bullet 30)6}{24 \bullet 0,8 \bullet 0,87} = 143 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Михайлов А.Ф., Частоедов Л.А. „Электроснабжение устройств автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта”, Транспорт, 1981- 383 с.