

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Розрахункова робота

з курсу „*Електропривод і електропостачання*”

на тему: **РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР
ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ КАР'ЄРУ**
Варіант №6

Виконав:

Студент 4 курсу, ІЕЕ

гр.0Б-11

Павленко М.О.

Перевірив: доц. Зайченко С.В.

Київ 2015

ЗМІСТ

Вступ

1. Розрахунок та вибір живлячої мережі
2. Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторів
3. Розрахунок та вибір електричних мереж
4. Вибір апаратів управління
5. Розрахунок та вибір захисного заземлення
6. Розрахунок техніко – економічних показників
7. Література

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

Завдання згідно варіанту 7

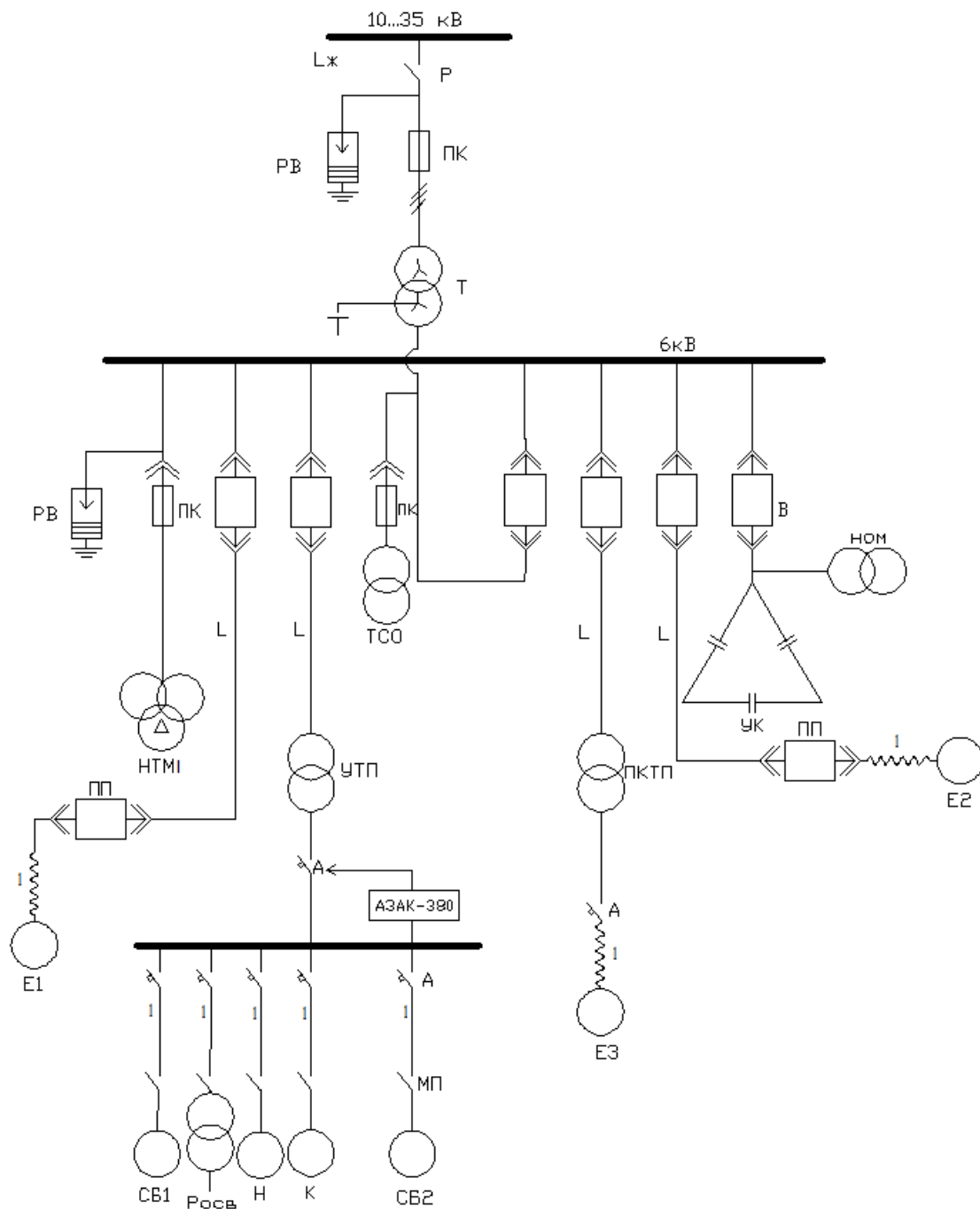


Схема електропостачання кар'єра

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Таблиця 1

№	L _ж , км	L _к , м	l, км	Е1	Е2	Е3	СБ-1	Рос б, кВт	Н,к Вт	К,к Вт	СБ2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	6	0,6	150	ЕШ- 20/55	ЕР- 500	Е- 2001	2СБШ- 200	100	100	100	СБО- 20

1. Розрахунок та вибір живлячої мережі

Визначаємо напругу живлення ЛЕП орієнтовно за формулою:

$$U = 4,34 \times \sqrt{L_{ж} + 0,16 \times P} = 4,34 \times \sqrt{6 + 0,16 \times 1466,65} = 67,32 \text{ кВ}$$

де $L_{ж}$ – довжина живлячої лінії, км ($L=6$ км відповідно до варіанту);

P – активна потужність, кВт.

Визначення електричного навантаження ГПП:

$$S_P^{ГПП} = K_{пм} \times \sqrt{(\sum P)^2 + (\sum Q)^2} = 0,93 \times \sqrt{1466,65^2 + 1416^2} = 1895,95 \text{ кВ} \times \text{А}$$

де $\sum P_p$ і $\sum Q_p$ – сума відповідних потужностей по всьому обладнанню;

$K_{пм}$ – коефіцієнт для електроприймачів кар'єру на шинах ГПП ($K_{пм} = 0,93$).

Вибираємо трансформатор ТМН.

Обираємо одну повітряну ЛЕП:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times U} = \frac{1895,95}{\sqrt{3} \times 220} = 5 \text{ А}$$

$$\text{Густина струму } j_{ek} = 2,5 \text{ А/мм}^2$$

$$S = \frac{I_p}{j_{ek}} = \frac{5}{2,5} = 2 \text{ мм}^2$$

Приймаємо дрiт повітряної ЛЕП А-4 перерізом 5 мм^2 ; $I_{доп} = 42 \text{ А}$

2. Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторів

Визначення електричних навантажень і вибір потужностей трансформаторів здійснюються за наступними формулами:

$$P_p = K_n \times \sum P_{n_i}, \text{ кВт}$$

$$K_n = 0,43 + 0,57 \times \frac{P_{н. м.}}{\sum P_{n_i}} = 0,43 + 0,57 \times \frac{200}{100 + 200 + 200} = 0,715$$

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

$$P_p = 0,715 \times 100 + 100 + 200 = 286 \text{ кВт}$$

Середньозважений коефіцієнт потужності

$$\cos \varphi = \frac{\sum (P_{n_i} \times \cos \varphi)}{P_{n_i}} = \frac{100 \times 1 + 100 \times 0,7 + 200 \times 0,75}{100 + 100 + 200} = 0,9$$

де $\cos \varphi_P = 1$ – для освітлення;

$\cos \varphi_H = 0,7$ – для бурових верстатів;

$\cos \varphi_K = 0,75$ - для стрічкових конвеєрів.

Приймачі електроенергії	Кількість	Встановлена потужність P_n , кВт	Коефіцієнти				Розрахункова потужність		
			Кп	η	$\cos \varphi$	$\lg \varphi$	$P_{pi} = K_{pi} \cdot \sum_{i=1}^n P_{Hi}$ кВт	$Q_{\partial^3} = \frac{\sum P_{fi} \cdot \lg \varphi}{\eta}$ квар	S_p , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПП1 ЕШ-20/55	1	560	0,69	0,8	0,9	0,48	386,4	336	512,05
ПП2 ЕР-500	1	520	0,65	0,78	0,9	0,48	338	320	465.45
УТП Н	1	100	0,71	0,97	0,7	0,67	71	69.07	99.05
Р	1	100	0,71	0,97	1	0,67	71	69.07	99.05
К	1	200	0,71	0,97	0,75	0,67	142	138.14	198.1
ПКТП1 2СБУ-200	1	300	0,6	0,89	0,87	0,5	180	168,5	246.56
ПП3 Е-2001	1	92	0,5	0,84	0,87	0,57	46	52.44	69.75
ПКТП2 СБО-20	1	300	0,7	0,92	0,84	0,6	210	257,14	331.99
Всього							1466,65	1416	2022

Розраховуємо реактивну потужність Р, Н і К:

$$Q_{pP} = \frac{P_n \times \operatorname{tg} \varphi_n}{\eta} = \frac{100 \times 0,67}{0,97} = 69,07 \text{ квар}$$

$$Q_{pH} = \frac{P_n \times \operatorname{tg} \varphi_n}{\eta} = \frac{100 \times 0,67}{0,97} = 69,07 \text{ квар}$$

$$Q_{pK} = \frac{P_n \times \operatorname{tg} \varphi_n}{\eta} = \frac{200 \times 0,67}{0,97} = 138,14 \text{ квар}$$

Повна розрахункова потужність Р, Н і К:

$$S_{pP} = \sqrt{P_{pP}^2 + Q_{pP}^2} = \sqrt{71^2 + 69,07^2} = 99,05 \text{ кВ} \times \text{А}$$

$$S_{pH} = \sqrt{P_{pH}^2 + Q_{pH}^2} = \sqrt{71^2 + 69,07^2} = 99,05 \text{ кВ} \times \text{А}$$

$$S_{pK} = \sqrt{P_{pK}^2 + Q_{pK}^2} = \sqrt{142^2 + 138,14^2} = 198,1 \text{ кВ} \times \text{А}$$

Розраховуємо повну загальну розрахункову потужність:

$$P_{P\Sigma} = P_{pP} + P_{pH} + P_{pK} = 71 + 71 + 142 = 284 \text{ кВт}$$

$$Q_{p\Sigma} = Q_{pP} + Q_{pH} + Q_{pK} = 51,8 + 103,6 + 103,6 = 276,28 \text{ квар}$$

$$S_{p\Sigma} = S_{pP} + S_{pH} + S_{pK} = 78,7 + 157,4 + 157,4 = 396,2 \text{ кВ} \times \text{А}$$

Вибір потужності трансформатораДля ПКТП1:

$$S_P' = \sqrt{(P_P + \Delta P_{\text{тр}})^2 + (Q_P + \Delta Q_{\text{тр}})^2}$$

$$S_P' = \sqrt{(180 + 8)^2 + (168,5 + 40)^2} = 280,74 \text{ кВ} \times \text{А}$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,02 \times S_{\text{н.т.}} = 0,02 \times 400 = 8 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = 0,1 \times S_{\text{н.т.}} = 0,1 \times 400 = 40 \text{ квар}$$

 $S_{\text{н.т.}} = 400$ – номінальне значення трансформатораДля УТП:

$$S_P' = \sqrt{(284 + 12,6)^2 + (276,28 + 63)^2} = 450,64 \text{ кВ} \times \text{А}$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,02 \times S_{\text{н.т.}} = 0,02 \times 630 = 12,6 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = 0,1 \times S_{\text{н.т.}} = 0,1 \times 630 = 63 \text{ квар}$$

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$S_{н.т.} = 630$ – номінальне значення трансформатора

Згідно розрахованих значень вибираємо трансформатори (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 Марки трансформаторів для робочого обладнання.

№ Дільниці	Розрахункове S_p , Кв·А	S_p трансформа- тора, Кв·А	Марка трансформатора
ПКТП 1	280.74	400	ТМ 400
УТП	450.64	630	ТМ 630

3. Розрахунок та вибір електричних мереж

3.1.

Для ЕШ-20/55: $I_p = \frac{K_n \times \sum P_n}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} + \frac{K_n \times \sum S_{н.т.}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{0,69 \times 386,4}{\sqrt{3} \times 6 \times 0,9} + \frac{0,69 \times 465,45}{\sqrt{3} \times 6} = 34,23 \text{ А}$

$I_p \leq I_d \quad 34,23 \leq 49$

$I_d=49$ - допустиме значення струму, А;

Для ЕР-500: $I_p = \frac{K_n \times \sum P_n}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} + \frac{K_n \times \sum S_{н.т.}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{0,65 \times 338}{\sqrt{3} \times 6 \times 0,9} + \frac{0,65 \times 375,96}{\sqrt{3} \times 6} = 46,99 \text{ А}$

$I_p \leq I_d \quad 46,99 \leq 49$

$I_d=49$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕУШ 3х4+1х2,5+3х1,5;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-10;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕУШ 3х4+1х2,5+3х1,5;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-16;

Для УТП (група електроспоживачів підключених через трансформатор ТМ - 1600)

Н: $I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times U} = \frac{99,05}{\sqrt{3} \times 0,4} = 142,96 \text{ А}$

$I_p \leq I_d \quad 142,96 \leq 182$

$I_d=182$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕШ 3х35+1х10+3х4;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-185;

Р: $I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times U} = \frac{99,05}{\sqrt{3} \times 0,4} = 142,96 \text{ А}$

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

$$I_p \leq I_d \quad 142.96 \leq 250$$

$I_d=250$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕШ 3х50+1х10+3х4;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-185;

$$\mathbf{K:} \quad I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \times U} = \frac{198.1}{\sqrt{3} \times 0.4} = 245.93 \text{ А}$$

$$I_p \leq I_d \quad 245.93 \leq 250$$

$I_d=250$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕШ 3х50+1х10+3х4;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-120;

$$\text{Для Е-2001: } I_p = \frac{K_n \times \sum P_n}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} + \frac{K_n \times \sum S_{н.т}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{0.5 \times 46}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.87} + \frac{0.5 \times 69.75}{\sqrt{3} \times 0.4} = 86.48 \text{ А}$$

$$I_p \leq I_d \quad 86.48 \leq 88$$

$I_d=88$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГУШ 3х10+1х6+3х2,5;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-95;

$$\text{Для 2СБУ-200: } I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \eta_n \times \cos \varphi} = \frac{300}{\sqrt{3} \times 6 \times 0.89 \times 0.87} = 37.31 \text{ А}$$

$$I_p \leq I_d \quad 37.31 \leq 88$$

$I_d=88$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕШ 3х35+1х10+3х4;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-16;

$$\text{Для СБО-20: } I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \eta_n \times \cos \varphi} = \frac{300}{\sqrt{3} \times 6 \times 0.92 \times 0.84} = 37.35 \text{ А}$$

$$I_p \leq I_d \quad 37.35 \leq 49$$

$I_d=49$ - допустиме значення струму, А;

Використовуємо кабелі гнучкі екрановані КГЕУШ 3х4+1х2,5+3х1,5;

Обираємо повітряну лінію з неізолюваним провідником алюмінієвий А-16;

3.2 Перевірка мереж за втратою напруги

Вибрана площа перерізу провідників ЛЕП повинна відповідати як економічним, так і технічним умовам, тому мережу перевіряємо за втратою напруги.

Розрахуємо ΔU для лінії з (Е-2001), В:

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{\sqrt{3} \times I_{\text{н}}}{U_{\text{н}}} \times L \times (r_0 \times \cos \varphi_p + X_0 \times \sin \varphi_p), \text{де}$$

$$r_0 = \frac{1}{j \times S \times 10^{-6}} = \frac{1}{2.5 \times 10^6 \times 137,8 \times 10^{-6}} = 0.0029 \text{ м} - \text{питомий активний опір}$$

проводу;

X_0 – питомий індуктивний опір проводу;

I_p – max розрахунковий струм в мережі.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times p}{U_{\text{н}}} \times L \times (r_0 \times \cos \varphi_{\text{н}} + X_0 \times \sin \varphi_p) =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 270,5}{380} \times 0,5 \times (0,0029 \times 0,8 + 0,14 \times 0,6) = 0,04$$

$$\Delta U\% \leq \Delta U_{\text{доп}}\%$$

$4\% \leq \pm 5\%$, умова виконується.

Втрати не перевищують допустимі значення.

3.3. Перевірка мереж за механічною міцністю

У процесі проектування кар'єрних повітряних ЛЕП використовують типові конструкції пересувних і стаціонарних опор, для яких рекомендовані визначені площі перерізів проводів. Мінімальна площа перерізу проводів для повітряних високовольтних ліній за умови механічної міцності має бути не менше 35 мм² для алюмінієвих проводів. Для повітряних ЛЕП напругою до 1000В мінімальна площа перерізу алюмінієвих проводів має бути 16 мм². Враховуючи всі умови, маємо наступні значення площ поперечних перерізів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

№ дільниці	Марка кабелю	Переріз S, мм ²
ЕШ 20/55	КГЕУШ 3х4+1х2,5+3х1,5;	35
ЕР-500	КГЕУШ 3х4+1х2,5+3х1,5;	35
Н	КГЕШ 3х35+1х10+3х4;	185
Р	КГЕШ 3х50+1х10+3х4;	70
К	КГЕШ 3х50+1х10+3х4;	120
Е-2001	КГУШ 3х10+1х6+3х2,5;	95
2СБУ-200	КГЕУШ 3х4+1х2,5+3х1,5;	35
СБ0-20	КГЕШ 3х35+1х10+3х4;	35

4. Вибір апаратів управління

Всі апарати управління вибираємо за умов їх тривалої роботи, перевіривши на термічну і динамічну стійкість.

Одна з умов вибору є (див. табл. 3):

$$I_{н.а} \geq I_p,$$

де $I_{н.а}$ – максимальний струм, на який розрахований апарат управління.

Таблиця 3. Апарати управління

	I_p, A	$I_{на}, A$	Апарат управління
Автоматичні вимикачі			
A1	273	320	A4477
A2	206,4	320	A4477
A3	222,3	320	A4477
Пункти приключення			
ПП1	91,2	630	КРУ 6 кВ серии КУ6С
ПП2	1197,8	630	КРУ 6 кВ серии КУ6С
ПП3	285,4	630	КРУ 6 кВ серии 2КВЭ-6
Роз'єднувачі			
P1	33,9	160	ПВР-0,38У1
P2, P3, P4, P5	79,4	160	ПВР-0,38У1
Запобіжники			
П1	33,9	160	ПНБ – 2
П2, П3, П4, П5	79,4	160	ПНБ – 2
Магнітні пускачі			
КМ1	206,4	250	ПМЛ - 7
КМ2	222,3	250	ПМЛ - 7
1	92,2	114	ЯКНО6Е
2	285,4	336	ЯКНО6Е

3	374,1	380	ЯКНО6Е
4	33,9	49	ЯКНО6Е
5	270,5	274	ЯКНО6Е
6	342	347	ЯКНО6Е

5. Розрахунок та вибір захисного заземлення

Визначаємо струм замикання на землю $I_{p.з.}$:

$$I_{p.з.} = \frac{U_H \times (35 \times l_K + l_B)}{350} = \frac{380 \times (35 \times 1 + 11)}{350} = 50 \text{ A}$$

де U_H – номінальна напруга мережі, В;

l_K, l_B – загальна довжина зв'язаних між собою кабельних і повітряних ліній, км ($l_K = 1$; $l_B = 11$).

Опір захисного заземлення R_3 визначаємо за формулою:

$$R_3 = \frac{U_{розр.}}{I_{p.з.}} = \frac{65,3}{50} = 1,3 \text{ Ом}$$

$$R_3 \leq 4 \text{ Ом}$$

$$\text{де } U_{розр.} = 65,3$$

Опір центрального контуру $R_{з.к.}$, Ом:

$$R_{з.к.} = R_3 - r_{пр} - r_{ГК} = 4 - 2 - 0,5 = 1,5 \text{ Ом}$$

де $r_{пр}$ – опір магістрального заземлюючого проводу ($r_{пр} = 2 \text{ Ом}$);

$r_{ГК}$ – опір заземлюючої жили гнучкого кабелю ($r_{ГК} = 0,5 \text{ Ом}$).

Опір розтіканню струму $R_{тр}$ для окремого заземлювача (трубчастого):

$$R_{тр} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times \left(\ln \frac{2 \times l}{d} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times t + l}{4 \times t - l} \right)$$

$$R_{тр} = \frac{7 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 200} \times \left(\ln \frac{2 \times 200}{10} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times 150 + 200}{4 \times 150 - 200} \right) = 58,3 \text{ Ом},$$

де ρ – питомий опір ґрунту ($\rho = 7 \cdot 10^4 \text{ Ом/см}$);

l – відстань від поверхні землі до середини заземлювача ($l = 200 \text{ см}$);

d – діаметр прута ($d = 10 \text{ см}$);

$$t = h + 0,5 \times l = 50 + 0,5 \times 200 = 150 \text{ см}$$

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

h – відстань від поверхні землі до верхньої точки заземлювача ($h = 50$ см);
опір розтіканню смуг:

$$R_{\text{смуг}} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times \left(\ln \frac{2 \times l^2}{b \times h} \right) = \frac{7 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 700} \times \left(\ln \frac{2 \times 700^2}{20 \times 50} \right) = 18,3 \text{ Ом}$$

де l – довжина смуги ($l = 700$ см);

b – ширина смуги ($b = 20$ см);

h – глибина закладання смуги ($h = 50$ см).

необхідна кількість трубчастих елементів:

$$n = \frac{R_{\text{тр}}}{R_{\text{зк}} \times \eta} = \frac{58,3}{1,5 \times 0,75} = 52$$

$\eta = 0,75$ - коефіцієнт екранування.

6. Визначення техніко – економічних показників

Визначаємо річну витрату електроенергії:

$$W = P_p \times \tau_p = 1466,65 \times 7200 = 10559880 \text{ кВт} \times \text{год} / \text{рік}$$

$$V = Q_p \times \tau_p = 1172,64 \times 7200 = 10195200 \text{ кВар} \times \text{год}$$

$\tau_p = 7200$ год – кількість робочих годин в році

Середньозважене значення коефіцієнта потужності:

$$\text{tg} \varphi_{\text{ср}} = \frac{10559880}{10195200} = 1,03$$

Питома витрата електроенергії на 1 т видобутку корисної копалини:

$$\omega = \frac{W}{A} = \frac{10559880}{2500000} = 4,22 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$$

де A – річна продуктивність кар'єру ($A = 2,5$ млн. т/р.)

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Список літератури

1. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «електропостачання» та розрахункової роботи з курсу «електропривод і електропостачання»
2. Справочник энергетика карьера / под ред. В. А. Голубева. – М. Недра 1986 г.
3. Волотовский С. А. и др. Электрификация горных работ. К. Вища шк. 1980
4. http://forca.com.ua/knigi/navchannya/konspekt-lekcii-z-kursu-elektrichni-sistemi-i-merezhi_4.html
5. <http://rvs-tehno-m.ru/Kabel.htm>

					Розрахунок та вибір електричної мережі кар'єру	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		